

Влияние различных направлений рекультивации на сообщества жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) техногенных экосистем отвалов угледобычи Кемеровской области

Effect of the various ways of a recultivation on carabid communities of man-caused ecosystems of dumps of coal mining of the Kemerovo region

А.Н. Беспалов
A.N. Bepalov

Лаборатория рекультивации почв, Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, просп. Академика Лаврентьева 8/2, Новосибирск 630090 Россия. E-mail: A.Bepalov@bk.ru.

Laboratory of recultivation of soils, Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of RAS, prosp. Ac. Lavrentyeva 8/2, Novosibirsk 630090 Russia.

Ключевые слова: жужелицы, Carabidae, рекультивация, нарушенные промышленные территории, Кузбасс.

Key words: Carabidae, recultivation, disturbed industrial territories, Kuznetskiy coal basin.

Резюме. В лесостепной зоне Кузнецкой котловины на территории Листвянского угольного разреза (Кемеровская область, окрестности с. Листвяги) в 7 биотопах с разными типами рекультивации отмечено 87 видов жуков-жужелиц из 32 родов. За 30 лет облесённые отвалы начинают заселяться лесными видами жужелиц, однако при этом остаётся много пионерных, луговых видов. На участках с сельскохозяйственной рекультивацией и естественным зарастанием за тот же период времени сформировались сообщества жужелиц, близкие к естественным сообществам ксерофитных лугов лесостепной зоны Сибири. Наиболее богатые сообщества жужелиц развиваются на отвалах с отсыпкой потенциально плодородных пород (ППП), представленных, в основном, лессовидными суглинками, и плодородным слоем почвы (ПСП). Нанесение слоя ППП и ПСП позволяет значительно ускорить процессы возобновления энтомоценоза. Население жужелиц отвалов в лесостепной зоне Кузбасса формируется по степному или луговому типу, даже в посадках сосны и облепихи в лесостепной зоне полноценного лесного сообщества не формируется.

Abstract. Our research was carried out in forest-steppe zone of Kemerovo region (near the village Listvyagi). 87 species of ground beetles from 32 genera are registered in 7 habitats with different types of recultivation. 30-year old dumps with artificial forest vegetation are populated by the forest type of ground beetles fauna. However, there are many pioneer and meadow species of carabids in these sites.

The communities of ground beetles on the same age site with agricultural type of recultivation and a natural revegetation are similar with natural carabid communities of xerophytic meadows. Most abundant and rich carabid communities are form on dumps covered by potentially fertile ground (usually loess-like loam) or by fertile layer of soil. Application of such layers allows to accelerate considerably the remediation of insect communities. Carabid communities are form on steppe

or meadow type, even in pine and sea-buckthorn plantings. In a forest-steppe zone of Kuznetsk coal basin true forest carabid communities is not formed on dumps.

Техногенные экосистемы — заметный элемент ландшафтного разнообразия Сибири. По экспертным оценкам, на территории Кузнецкого угольного бассейна порядка 91 тыс. га нарушенных экосистем, из которых 55 тыс. га нарушено угольными разрезами и 35 тыс. га — шахтами [Мазикин, 2005]. Это неизбежно влечёт за собой изменение ландшафтов, ускорение процессов эрозии, нарушение почвенного покрова, загрязнение воздушного бассейна, поверхностных и грунтовых вод и обеднение биологического разнообразия. В то же время, рекультивация нарушенных земель является эффективным способом восстановления разрушенных экосистем, сохранения биологического разнообразия и увеличения экологической ёмкости территории. При этом чрезвычайно актуальными становятся вопросы выбора направления рекультивации. В состав техногенных экосистем по мере их сукцессионного развития могут входить новые виды из окружающих естественных экосистем. Наоборот, пионерные виды со временем выпадают из состава населения. Уровень видового разнообразия непостоянен в разные годы. Техногенные экосистемы очень молоды, склонны к неожиданным трансформациям, которые часто ведут к деградации или полному разрушению сообществ. Поэтому требуется постоянное наблюдение за их экологическим состоянием и намечающимися направлениями изменений.

В Кемеровской области на отвалах угольных предприятий проводились работы по изучению почвенного покрова и эволюции молодых почв [Курачев,

Андроханов, 2002; Госсен, 2006]. Также активно изучались растительные сообщества, скорость и направления сукцессии [Куприянов, 1979; Манаков, 2000], использование лесной рекультивации для озеленения отвалов [Баранник, 1991; Воронова, 2009]. На отвалах и рекультивированных участках проводились работы по изучению группировок водорослей и микробсообществ [Куксн, Шушуева, 1973; Шушуева, 1977, Артамонова и др., 2011].

Изучению мезофауны в этом регионе уделяется значительно меньшее внимание [Мордкович, Кулагин, 1986; Мордкович, 1991]. Насекомые играют важнейшую роль в развитии и существовании сукцессионных сообществ техногенных почв. Они одними из первых среди представителей фауны заселяют зарастающие отвалы. Являясь самой многочисленной группой, насекомые представлены практически во всех стадиях отвалов, где принимают участие в почвообразовании. Общеизвестна роль насекомых в аэрации почвы (личинки), перераспределении гумуса, создании структурности, повышающей плодородие почв. С развитием экосистем на отвалах, трофические и топические связи компонентов биоценоза становятся более разнообразными. Хорошим зооиндикатором является комплекс герпетобитонтов, в частности, жуки-жужелицы (Coleoptera, Carabidae) [Гиляров, 1965; Мордкович, 1991]. Относительное обилие видов, порядок их доминирования и сезонного замещения в сообществе позволяет довольно точно и быстро характеризовать экологические условия экосистемы.

Цель данной работы — выявить закономерности развития сообщества жужелиц в техногенных ландшафтах Кузбасса, а также сравнить эффективность восстановления энтомоценозов при различных технологиях рекультивации почв.

Материал и методы

Исследования проводились с 30 мая по 4 октября 2011 г. в окрестностях с. Листвяги Новокузнецкого района Кемеровской области, в пределах Листвянского угольного разреза Кузбасса. Были отобраны 7 участков нарушенных территорий, находящихся на различных стадиях растительных сукцессий.

Молодые участки: 1) инициальный эмбриозём без отсыпки с пионерной растительностью, проективное покрытие 1–3%, (биотоп ЭИ5); 2) инициальный эмбриозём с отсыпкой потенциально плодородной породой (ППП), представленной в основном лессовидными суглинками с пионерной, рудеральной растительностью, проективное покрытие 60–70% (биотоп ЛС5); 3) инициальный эмбриозём с отсыпкой плодородного слоя почвы (ПСП), с разнотравно-злаковой растительностью, проективное покрытие 85–90% (биотоп П5).

Старые участки: 1) участок возрастом 30 лет с сельскохозяйственной рекультивацией (сеяные травы) на органо-аккумулятивном и дерновом эмбриозёме с злаково-бобово-разнотравной растительностью (биотоп СХ30); 2) участок возрастом около 30 лет, оставленный под естественное зарастание на

органо-аккумулятивном, дерновом и гумусово-аккумулятивном эмбриозёме с злаково-разнотравной растительностью (биотоп Ес30); 3) участок возрастом 30 лет с лесной рекультивацией на дерновом эмбриозёме, в древесном ярусе сосна обыкновенная, в подлеске облепиха (биотоп Ле30). Эмбриозёмы — молодые почвы техногенных ландшафтов, развивающиеся под воздействием комплекса обычных почвообразовательных процессов [Курачев, Андроханов, 2002].

В качестве контрольного участка нами был исследован 4) естественный ксерофитный луг возрастом около 25 лет на деградированной тёмно-серой лесной почве (биотоп Лу25). Поскольку данный участок подвергался антропогенной нагрузке, он не может считаться эталоном природной экосистемы, но может быть рассмотрен как резерват для дальнейшего расселения насекомых.

Жужелиц собирали с помощью почвенных ловушек — пластиковых стаканчиков объёмом 200 мл и диаметром 6,5 см, заполненных на треть 4% раствором уксусной кислоты. В каждом биотопе было установлено по 10 ловушек, расположенных в линию на расстоянии 1 м, которые проверялись раз в неделю. Всего было сделано 11 семидневных сборов на каждом участке, отработано около 5000 ловушко-суток.

Результаты и обсуждение

Всего за время исследования собраны жужелицы 87 видов из 32 родов (табл. 1).

Наибольший вклад в население нарушенных территорий Кемеровской области вносят роды *Calathus* — 22,7%, *Poecilus* — 22,3% и *Harpalus* — 14,5% от общего числа пойманных экземпляров. В количественном отношении наиболее многочисленны виды: *Poecilus versicolor* (Sturm) (20%), *Calathus melanocephalus* (L.) (18,7%), *Harpalus rubripes* (Duft.) (9,5%). К фоновым видам можно отнести *Amara municipalis* (Duft.), *A. communis* (Pz.) и *Calathus erratus* (C.R.Sahlb.). Виды с обилием менее 1% относились к редким и случайным.

Если рассматривать участки в отдельности, то картина получается иная (табл. 2). На инициальном эмбриозёме без отсыпки (биотоп ЭИ5) доминирующим видом является *Brosicus cephalotes*. На инициальном эмбриозёме с ППП (биотоп ЛС5) доминируют *Amara municipalis*, *Harpalus rubripes*, *Poecilus cupreus*. На инициальном эмбриозёме с отсыпкой ПСП (биотоп П5) доминируют *Poecilus versicolor*, *Harpalus rubripes*, *Synuchus congruus*, *Pterostichus niger*. На участке с сельскохозяйственной рекультивацией (биотоп СХ30) доминируют *Calathus melanocephalus*, *Amara communis*, *Agonum gracilipes*. На участке естественного зарастания (биотоп Ес30) доминируют *Calathus melanocephalus*, *Harpalus rubripes*, *Poecilus versicolor*. На участке с лесной рекультивацией (биотоп Ле30) доминируют: *Calathus melanocephalus*, *Harpalus rubripes*, *Calathus erratus*. На естественном лугу (биотоп Лу30) доминируют *Poecilus versicolor*, *Calathus melanocephalus*, *Amara communis*.

Таким образом, сообщества молодых отвалов, на которых проводилась рекультивация, характеризуются небольшим количеством доминирующих видов и значительным числом видов с низким обилием. Наибольшее количество жукелиц отмечено на молодых отвалах, на которых проводилась рекультивация (биотопы ЛС5 и П5). На старом участке, который был оставлен под естественное зарастание (биотоп Ес30), население также обильно, однако количество видов почти в два раза меньше.

Для всех участков были проанализированы 4 теоретические модели видового обилия: геометрической ряда, гиперболическая, модель «разломанного стержня 1» — случайной границы ниши и «модель разломанного стержня 2» — случайной границы ниши с перекрытием ниш [Азовский, 1993].

Для молодых отвалов с отсыпкой ранговое распределение видов по обилию больше всего соответствует модели разломанного стержня Мак-Артура, тип 2. Такое распределение характерно для случаев частичного перекрытия экологических ниш видов при полностью используемой среде и обычно свидетельствует о климаксовой стадии и устойчивости сообщества. Также данная модель характерна для естественного луга и участка старого отвала, оставленного под естественное зарастание. Модель разломанного стержня типа 1 характерна для участка с лесной рекультивацией и участка с сельскохозяйственной рекультивацией.

Ареалогический анализ населения позволяет определить, насколько «аридной» или «гумидной» является фауна локальной экосистемы в сравнении с соседними. По преобладанию определённых ареалогических групп можно сделать вывод о направлении сукцессии и спрогнозировать тип сообщества, которое сформируется на данной территории.

Типология ареалов жукелиц приводится по системе, принятой в работе Р.Ю. Дудко и И.И. Любечанского [2002]. Западнопалеарктический тип ареала понимается широко и включает западно-центральнопалеарктическую и евро-сибирскую группы [по: Городков, 1984]. Виды суббореального пояса разделены на два типа: гумидный и субаридный. Суббореальные гумидные виды свойственны зонам широколиственных лесов и лесостепи, северная граница их распространения может достигать южной тайги. Субаридные виды свойственны, в первую очередь, зоне степей, их северная граница распространения достигает лесостепи, а южная может проходить в пустынной зоне [Беспалов и др., 2010].

В целом фауну жукелиц нарушенных территорий можно охарактеризовать как суббореальную гумидную со значительной долей полизональных видов, и западнопалеарктическую. Население, которое определяется главным образом доминирующими видами (*Poecilus versicolor*, *Calathus melanocephalus* и *Harpalus rubripes*), полизональное и западнопалеарктическое. Ареалогический анализ показывает высокую гумидность фауны жукелиц, несмотря на то, что отвалы испытывают недостаточное увлажнение, поэтому растительность

на них развивается по ксерофитному типу [Манакон, 2000], на открытых участках развиваются сообщества, близкие к сообществам мезофитных лугов.

Фауну молодых отвалов также можно охарактеризовать как суббореальную гумидную со значительной долей полизональных, и западнопалеарктическую. Население — полизональное и западнопалеарктическое. Доминируют в этой группе отвалов *Harpalus rubripes*, *Poecilus versicolor* (который на самом гумидном участке (ЛС5) заменяется на *Poecilus cupreus*), *Calathus erratus* и *Synuchus congruus*. Также в зоогеографическом плане к данной группе очень близок участок старого, хорошо восстановившегося отвала, оставленный под естественное зарастание.

Ареалогический анализ группы старых отвалов показал иную картину. Фауна данных отвалов оказалась полизональной, с большой долей суббореальной гумидной, и западнопалеарктической. Население — полизональное и западнопалеарктическое; здесь доминируют *Calathus melanocephalus* и *Amara communis*. Старый участок с лесной рекультивацией также попал в данную группу, так как бореальные виды здесь занимают 20 % в фауне и населении, в основном за счет одного из доминантов — *Pterostichus oblongopunctatus*.

Для анализа сходства населения были построены дендрограммы методом ближайшего соседа с использованием индекса Жаккара и индекса Охай (Ochiai), которые показали сходную картину (рис. 1). На дендрограмме, построенной по индексу Жаккара, резко отделяется биотоп ИЭ5, что связано с его бедностью. Впоследствии дендрограмма делится на

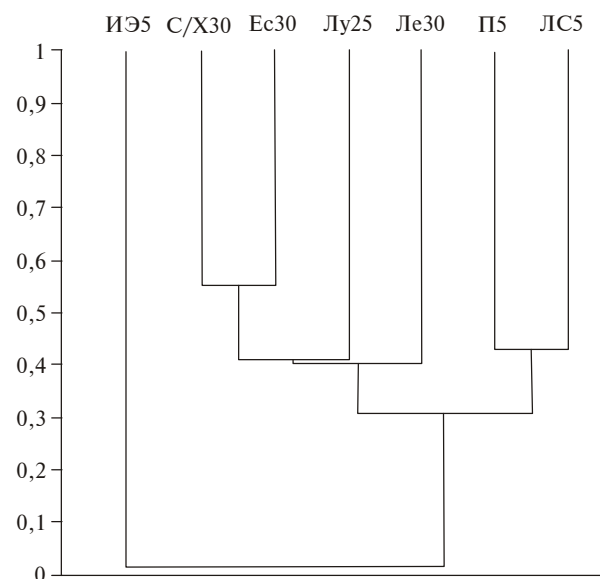


Рис. 1. Дендрограмма сходства карабидафаун рекультивированных участков лесостепной зоны Кузбасса, построенная по коэффициенту Жаккара, методом ближайшего соседа. Обозначения биотопов как в табл. 1.

Fig. 1. Similarity of the carabid faunas of recultivated sites in Kuznetsky coal basin forest-steppe zone (Jaccard coefficient, single linkage). Indications of habitats as in Table 1.

Таблица 1. Видовой состав и численность жуков техногенных экосистем Кузбасса (экз. на 100 ловушко-суток)
 Table 1. Species structure and abundance of ground beetles of technogenic ecosystems of Kuznetskiy coal basin (specimens per 100 trap-days)

| Вид | Группа ареала | | Биотопы | | | | | | |
|---|---------------|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | широтная | долготная | ИЗ 5 | ЛС 5 | П 5 | СХ 30 | Ес 30 | Ле 30 | Лу 25 |
| <i>Cylindera germanica</i> L. | СГ | ЗП | 16,05 | 3,72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cilindera gracilis</i> Pall. | СА | ТП | 0 | 0 | 0 | 1,43 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Leistus terminatus</i> (Hellw.) | Б | ЗП | 0 | 1,43 | 0 | 0 | 2,86 | 0 | 0 |
| <i>Notiophilus aquaticus</i> (L.) | Б | ТП | 0 | 0 | 0 | 18,17 | 2,86 | 2,04 | 5,36 |
| <i>Notiophilus germinyi</i> Fauv. | СГ | ЗП | 0 | 7,15 | 0 | 12,3 | 23,26 | 10,65 | 12,62 |
| <i>Notiophilus jakovlevi</i> Tschit. | ГЭ | ГЭ | 0 | 0 | 0 | 5,72 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Notiophilus palustris</i> (Duft.) | СГ | ЗП | 0 | 1,25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Calosoma denticolle</i> Gebl. | СГ | ЗП | 6,07 | 0 | 0 | 1,43 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Carabus aeruginosus</i> Fisch. | Б | ЦП | 2,86 | 14,64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,59 |
| <i>Carabus henningi</i> Fisch. | Б | ЦП | 0 | 2,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Carabus regalis</i> Fisch. | Б | ЦП | 2,86 | 19,22 | 0 | 0 | 1,43 | 0 | 0 |
| <i>Carabus schoenherri</i> Fisch. | Б | ЦП | 0 | 19,93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Carabus tuberculatus</i> Dej. | СГ | ВП | 1,43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Broscus cephalotes</i> (L.) | СГ | ЗП | 36,58 | 2,47 | 18,22 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Trechus secalis</i> (Pk.) | СГ | ЗП | 0 | 8,58 | 0 | 2,86 | 23,95 | 7,89 | 0 |
| <i>Asaphidion pallipes</i> (Duft.) | СГ | ЗП | 4,46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Bembidion gilvipes</i> Sturm | Б | ТП | 0 | 0 | 0 | 0 | 21,11 | 0 | 0 |
| <i>Bembidion guttula</i> (F.) | Б | ЗП | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,43 | 4,28 |
| <i>Bembidion lampros</i> (Hbst.) | ПЗ | ЗП | 1,43 | 5,71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Bembidion properans</i> (Steph.) | ПЗ | ТП | 6,76 | 16,28 | 0 | 13,02 | 1,43 | 3,47 | 2,86 |
| <i>Bembidion quadrimaculatum</i> (L.) | ПЗ | ТП | 66,32 | 5,13 | 2,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Poecilus fortipes</i> Chaud. | СГ | ВП | 3,93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Poecilus cupreus</i> L. | СГ | ЗП | 80,19 | 12,27 | 0 | 1,59 | 0 | 2,04 | 0 |
| <i>Poecilus lepidus</i> (Leske) | СГ | ЗП | 10,86 | 6,4 | 0 | 0 | 0 | 1,23 | 0 |
| <i>Poecilus versicolor</i> (Sturm) | ПЗ | ЗП | 25,67 | 425,4 | 0 | 3,02 | 462,5 | 105 | 30,47 |
| <i>Pterostichus magus</i> Mnnh. | Б | ЦП | 0 | 1,43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pterostichus melanarius</i> (Ill.) | СГ | ЗП | 1,43 | 2,86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pterostichus niger</i> (Schall.) | ПЗ | ТП | 2,86 | 55,66 | 0 | 4,29 | 12,43 | 1,25 | 9,82 |
| <i>Pterostichus nigrita</i> (Pk.) | ПЗ | ТП | 0 | 1,43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (F.) | Б | ЗП | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38,79 |
| <i>Pterostichus quadrioveolatus</i> Letz. | СГ | ЗП | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16,96 |
| <i>Pterostichus strenuus</i> (Pz.) | ПЗ | ЗП | 0 | 1,43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,52 |
| <i>Pterostichus vernalis</i> (Pz.) | СГ | ЗП | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,86 | 0 | 2,86 |
| <i>Calathus melanocephalus</i> (L.) | ПЗ | ЗП | 1,25 | 49,64 | 0 | 130,3 | 295,6 | 415,1 | 92,07 |
| <i>Calathus erratus</i> (C.R.Sahlb.) | СГ | ЗП | 41,2 | 6,38 | 0 | 30,38 | 0 | 79,69 | 51,02 |
| <i>Dolichus halensis</i> (Schall.) | СГ | ТП | 5,53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sericoda quadripunctatum</i> (Deg.) | ПЗ | ТП | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,04 |
| <i>Agonum gracilipes</i> (Duft.) | ПЗ | ТП | 37,48 | 12,48 | 0 | 73,56 | 2,86 | 1,25 | 5,51 |

Таблица 1. (продолжение)
Table 1. (continuation)

| Вид | Группа ареала | | Биотопы | | | | | | |
|---|---------------|-----------|---------|-------|----|-------|------|-------|------|
| | широтная | долготная | ИЭ5 | ЛС5 | П5 | СХ30 | Ес30 | Ле30 | Лу25 |
| <i>Harpalus tardus / tarsalis</i> (смесь) | - | - | 0 | 0 | 0 | 4,11 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Harpalus zabroides</i> Dej. | СА | ЗП | 1,43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ophonus puncticollis</i> (Pk.) | СГ | ЗП | 0 | 16,19 | 0 | 0 | 2,82 | 0 | 0 |
| <i>Ophonus stictus</i> Steph. | СГ | ЗП | 0 | 12,68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Callistus lunatus</i> (F.) | СГ | ЗП | 0 | 16,61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Badister bullatus</i> (Schrank) | СГ | ТП | 0 | 13,15 | 0 | 0 | 7,11 | 2,5 | 0 |
| <i>Badister lacertosus</i> Sturm | СГ | ТП | 0 | 4,11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Syntomus truncatellus</i> (L.) | СГ | ЗП | 0 | 1,43 | 0 | 20,48 | 0 | 1,23 | 0 |
| <i>Microlestes minutulus</i> (Goeze) | ПЗ | ТП | 0 | 1,43 | 0 | 1,43 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cymindis angularis</i> (Gyll.) | Б | ЗП | 0 | 41,25 | 0 | 21,40 | 1,43 | 70,6 | 1,43 |
| <i>Brachinus crepitans</i> (L.) | СГ | ЗП | 1,43 | 15,25 | 0 | 0 | 0 | 14,06 | 7,3 |

Биотопы: ИЭ5 — инициальный эмбриозём; ЛС5 — инициальный эмбриозём с отсыпкой ППП; П5 — инициальный эмбриозём с отсыпкой ПСП; СХ30 — участок сельскохозяйственной рекультивацией; Ес30 — участок с естественным зарастанием; Ле30 — участок с лесной рекультивацией; Лу25 — естественный луг на деградированной тёмно-серой лесной почве. Типы ареалов: широтная составляющая: Б — бореальный, СГ — суббореальный гумидный, СА — субаридный, ПЗ — полizonальный. Долготная составляющая: ЗП — западнопалеарктический, ЦП — центральнопалеарктический; ВП — восточнопалеарктический, ТП — транспалеарктический.

Habitats: ИЭ5 — initial embryozyom; ЛС5 — initial embryozyom with dumping loamy soil; П5 — initial embryozyom with dumping black earth; СХ30 — agricultural recultivation; Ес30 — natural overgrowing; Ле30 — forest recultivation; Лу25 — natural meadow on degraded dark-gray forest soil. Types of range: latitudinal: Б — boreal, СГ — subboreal humid, СА — subarid, ПЗ — polyzonal. Longitudinal: ЗП — west palearctic, ЦП — central palearctic; ВП — east palearctic, ТП — transpalearctic.

2 части. В первую попадают биотоп ЛС5 и П5 — молодые отвалы, где произведена отсыпка. В оставшаяся ветвь вошли старые рекультивированные отвалы возрастом более 30 лет (СХ30, Ес30 и Ле30), а также ксерофитный луг. Эта ветвь разделяется на древесный и травяные биотопы. Биотоп с посадкой сосны и обленихи отделяется от травянистых сообществ, поскольку за 30 лет здесь начало формироваться сообщество с лесными видами, но также осталось много пионерных, луговых видов. В ветвь травянистых сообществ вошли участки с сельскохозяйственной рекультивацией и естественным зарастанием, и естественный ксерофитный луг, но последний все же выделяется в особую ветвь. Можно сказать, что за 30 лет на участках с сельскохозяйственной рекультивацией и естественным зараста-

нием сформировались сообщества жужелиц, близкие к естественным сообществам ксерофитных лугов лесостепной зоны Сибири.

Таким образом, наиболее богатые сообщества жужелиц развиваются на отвалах с отсыпкой ППП или ПСП. Полученные результаты позволяют заключить, что нанесение слоя ППП или ПСП позволяет значительно ускорить процессы возобновления энтомоценоза. На зарастающих отвалах без отсыпки за 30 лет сообщества жужелиц восстанавливаются, но не в полном составе. Развитие сообществ происходит сопряжённо с зарастанием отвалов. Облесённые отвалы начинают заселяться лесными видами, однако при этом сохраняются и представители открытых пространств. Сообщество жужелиц в лесостепной зоне Кузбасса формируется по степному или луго-

Таблица 2. Распределение жужелиц по биотопам
Table 2. The habitat distribution of carabid beetles

| Название биотопов | ИЭ5 | ЛС5 | П5 | СХ30 | Ес30 | Ле30 | Лу25 |
|------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Количество экземпляров | 13 | 734 | 795 | 429 | 623 | 244 | 737 |
| Количество видов | 2 | 47 | 53 | 32 | 27 | 28 | 26 |

Обозначение биотопов как в таблице 1.
Habitat indications as in Table 1.

Таблица 3. Соотношение групп жужелиц по широтной составляющей ареала
Table 3. Ground beetles groups ratio based on the latitudinal component of geographical range

| | ЭИ5 | ЛС5 | П5 | СХ30 | Ес30 | Ле30 | Лу25 | Все участки |
|--------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| Число видов | | | | | | | | |
| ПЗ | 1 | 18 | 18 | 13 | 10 | 12 | 12 | 24 |
| СА | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 6 |
| СГ | 1 | 21 | 25 | 12 | 13 | 7 | 8 | 38 |
| Б | 0 | 5 | 9 | 3 | 4 | 6 | 6 | 16 |
| Суммарная уловистость, % | | | | | | | | |
| | ЭИ5 | ЛС5 | П5 | СХ30 | Ес30 | Ле30 | Лу25 | Все участки |
| ПЗ | 50 | 38,3 | 34,61 | 41,93 | 37,04 | 41,38 | 46,15 | 28,57 |
| СА | 0 | 6,38 | 0 | 9,68 | 0 | 13,79 | 0 | 7,14 |
| СГ | 50 | 44,68 | 48,08 | 38,71 | 48,15 | 24,14 | 30,77 | 45,24 |
| Б | 0 | 10,64 | 17,31 | 9,68 | 14,81 | 20,69 | 23,08 | 19,05 |

Обозначения как в таблице 1.
Indications of habitats as in Table 1.

вому типу, даже в посадках сосны и облепихи полноценного лесного сообщества не образуется, что доказывает проведённый ареалогический анализ.

Благодарности

Автор благодарит И.И. Любечанского за советы, дополнения и критические замечания к работе; Р.Ю. Дудко за консультации при определении жужелиц.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, гранты: 12-04-000566, 12-04-31309.

Литература

- Артамонова В.С., Андроханов В.А., Соколов Д.А., Лютых И.В., Булгакова В.В., Бортникова С.Б., Водолев А.С. 2011. Эколого-физиологическое разнообразие микробных сообществ в техногенно-нарушенных ландшафтах Кузбасса // Сибирский экологический журнал. Вып.5. С.735–746.
- Баранник Л.П. 1991. Эколого-биологические основы лесной рекультивации техногенных земель Кузбасса: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Кемерово, 32 с.
- Беспалов А.Н., Дудко Р.Ю., Любечанский И.И. 2010. Дополнения к фауне жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Новосибирской области: южные виды расселяются к северу? // Евразийский энтомологический журнал. Т.9. Вып.4. С. 625–628.
- Воронова Л.А. 2009. Мелиоративная роль древесных пород при лесной рекультивации отвалов Южного Кузбасса. Автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Барнаул. 18 с.
- Гиляров М.С. 1965. Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука. 276 с.
- Городков К.Б. 1984. Типы ареалов насекомых тундры и лесных зон европейской части СССР // Ареалы насекомых европейской части СССР, карты 179–221. Ленинград: Наука. С.3–20.

- Госсен И.Н. 2005. Эффективность применения различных технологий рекультивации в условиях Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово. Вып.2. С.42.
- Дудко Р.Ю., Любечанский И.И. 2002. Фауна и зоогеографическая характеристика жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Новосибирской области // Евразийский энтомологический журнал. Т.1. Вып.1. С.30–45.
- Куксн М.С., Шушуева М.Г. 1973. Водоросли отвалов Листвянского угольного карьера Южного Кузбасса // Водоросли, грибы и лишайники лесостепной и степной зон Сибири. Новосибирск.: Наука. Сиб. отделение. С.83–90.
- Куприянов А.Н. 1979. Особенности формирования растительности на породных отвалах (терриконах) Карагандинского угольного бассейна // Богатство флоры — народному хозяйству. М.: Наука. С.340–431.
- Курачев В.М., Андроханов В.А. 2002. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. Вып.3. С.255–261.
- Мазкин В.П. 2005. Перспективы развития угольной отрасли в Кузбассе и состоянии рекультивации нарушенных земель // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово. Вып.1. С.7.
- Манаков Ю.А. 2000. Особенности формирования растительного покрова в карьерно-отвальных ландшафтах Кузбасса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 16 с.
- Мордкович В.Г. 1991. Беспозвоночные животные и диагностика элементарных почвенных процессов // Почвоведение. Вып.10. С.92–99.
- Мордкович В.Г., Кулагин О.В. 1986. Состав жужелиц и диагностика направления сукцессии техногенных экосистем Кузбасса. // Известия АН СССР, серия биологическая. Вып.2. С.86–92.
- Шушуева М.Г. 1977. Формирование водорослевых группировок на отвалах угольных разработок в Кузбассе // Природные комплексы низших растений Западной Сибири. Новосибирск.: Наука. Сиб. отделение. С.85–93.