

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СООБЩЕСТВ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) В ХОДЕ СУКЦЕССИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ЗАРАСТАНИИ ОТВАЛОВ УГЛЕДОБЫЧИ

Лузянин С.Л.<sup>1</sup>, Еремеева Н.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: bombuluz@ngs.ru

Изучены особенности формирования сообществ жужелиц в ходе восстановительной сукцессии на разновозрастных породных отвалах Кедровского угольного разреза (Кемеровская область). Обнаружено 76 видов жужелиц из 22 родов 13 триб. Преобладающими трибами в видовом отношении являются Zabryni, Harpalini, Pterostichini, в численном – Sphodrini. Выявлены массовые виды: *Trechus secalis*, *P. magus magus*, *Amara communis*, *Calathus erratus*, *C. melanocephalus*, *Harpalus affinis*, составляющие в сборах 56,25% от общего числа особей. По биотопической приуроченности выделено пять экологических групп жужелиц: пойменно-прибрежные виды, эвритопные, степные, лугово-степные, луговые, лесные. В видовом (32,9% от общего числа видов) и в численном (32,7% от общего числа особей) отношении преобладает лесная биотопическая группа. Отмечается, что формирование сообществ жужелиц отвалов осуществляется за счёт миграции на данные территории видов из прилегающих естественных и мало нарушенных экосистем.

Ключевые слова: жужелицы, сукцессия, отвалы угольной промышленности.

## THE FEATURES OF FORMING COMMUNITIES OF GROUND BEETLES (COLEOPTERA, CARABIDAE) DURING SUCCESSIONAL CHANGES WHILE COAL MINING DUMP OVERGROWING

Luzyanin S.L.<sup>1</sup>, Eremeeva N.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: bombuluz@ngs.ru

There were studied the features of ground beetles communities' formation during regenerative successions in the Kedrovskiy coal mine waste dumps of different ages (Kemerovo region). 76 species of ground beetles from 22 genus 13 tribes were found. The predominant tribes in species are Zabryni, Harpalini, Pterostichini, while Sphodrini predominant numerically. Next dominant species were detected: *Trechus secalis*, *P. magus magus*, *Amara communis*, *Calathus erratus*, *C. melanocephalus*, *Harpalus affinis*; they constitute 56.25% of the total number of individuals in the collected data. Five ecological groups of ground beetles are allocated biotopically: flood plain and coastal species, eurytopic, steppe, meadow steppe, meadow, forest. The forest biotope group predominates by specific (32.9% of the total number of species) and numerical (32.7% of the total number of individuals) correlation. It is observed that the ground beetles communities' formation on the dumps is a result of migrating of the species from the natural surrounding and little disturbed ecosystems to these territories.

Keywords: ground beetles, succession, dumps the coal industry.

Антропогенное воздействие на окружающую среду неизбежно ведёт к её изменениям, экологическому кризису, частичной или полной деградации экосистем.

Кемеровская область является одним из крупнейших центров угледобычи. На большей части угольных предприятий добыча угля ведётся открытым способом. В результате технологического процесса происходит вынос на поверхность огромного количества породных и вмещающих материалов, которые складываются и образуют терриконы, или отвалы. На ранних этапах своего существования вновь образованные техногенные ландшафты представляют собой инициальные экосистемы. Такие территории удобно рассматривать в качестве модельных площадок, на которых можно изучать направления и скорости сукцессионных изменений.

Особое значение в восстановлении нарушенных экосистем имеет рекультивация. Так, очевидно, что данное положительное вмешательство человека в естественный ход событий значительно ускоряет процесс сукцессии.

Одними из первых «жителей» техногенно трансформированных ландшафтов выступают различные группы членистоногих, и в частности жуки-жужелицы. Высокие адаптивные возможности и в то же время способность реагировать на антропогенные воздействия позволяют использовать данных насекомых в качестве индикаторных видов оценки экологического состояния окружающей среды [1; 2; 6].

Целью работы является изучение особенностей сообществ жужелиц в ходе восстановительных сукцессий на отвалах угольного разреза.

### **Материал и методы исследования**

Исследования сообществ жужелиц проводили в мае-августе 2013-2016 гг. на одном из крупнейших угольных предприятий региона – Кедровском угольном разрезе, который расположен в 25 км к северу от областного центра – г. Кемерово, в лесной зоне подтайги Кузнецкого Алатау.

Модельные площадки были расположены на отвалах, находящихся на различных этапах восстановительной сукцессии: 1 – вершина отвала возрастом 7-10 лет, где наблюдаются начальные стадии формирования луговых сообществ; 2 – уступ террасы 15-летнего отвала, на котором сформировался разнотравно-злаковый луг; 3 – вершина 20-летнего отвала с хорошо развитым разнотравно-злаковым лугом и древесно-кустарниковой растительностью; 4 – разнотравно-бобово-злаковый луг с включением древесно-кустарниковой растительности, расположенный на террасе 30-летнего отвала; 5 – подножие отвала, где сформирован берёзовый лес, также имеются открытые поляны с разнотравными лесными лугами; 6 – контрольная площадка, представляющая собой черновой таёжный участок разреженного осиново-пихтового леса.

Сбор материала осуществлялся стандартным методом – почвенным ловушками. На каждом участке вкапывали по 10 ловушек, которые осматривали каждые 7-10 дней. Динамическую плотность жужелиц выражали в количестве экземпляров на 10 ловушко-суток (экз./10 лов.-сут.).

Математическая обработка данных проводилась с помощью программ PAST v3.13 и Excel. Кластерный анализ осуществлен методом попарного среднего, с использованием коэффициента Шимкевича-Симпсона [5].

Экологические группы жужелиц выделяли исходя из наиболее предпочитаемых ими биотопов на территории Южной Сибири.

## Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований на участках Кедровского угольного разреза отмечено 76 видов карабид 22 родов 13 триб. Преобладающими трибами в видовом отношении являются Zabryni, Harpalini, Pterostichini, на долю которых приходится 55,3% от общего числа видов карабид. Кроме того, весомую долю в общей структуре карабидофауны составляют трибы Lebiini и Bembidini (7,9 и 6,6% соответственно). Примечательно, что в численном отношении значительно превосходит небольшая по числу видов (4) триба Sphodrini – 25,7% от общего числа особей, что обусловлено наличием в ней массовых на исследуемой территории видов журуелиц *Calathus erratus* и *C. melanocephalus*.

Непосредственно на территории отвалов по сравнению с участками, находящимися у основания отвала, и контролем по видовому обилию наблюдается доминирование триб Zabryni, Harpalini и Bembidini. В свою очередь у основания отвала и в контроле увеличивается доля Pterostichini. Только в берёзовом лесу у основания отвала был отмечен представитель трибы Clivinini (*Clivina fossor fossor*).

На исследуемых участках разреза и в контроле были установлены массовые виды журуелиц: *Trechus secalis*, *P. magusmagus*, *Amara communis*, *Calathus erratus*, *C. melanocephalus*, *Harpalus affinis*, составляющие в сборах 56,25% от общего числа особей. Наибольшей динамической плотности достигают *Calathus erratus* (1,89 экз./ 10 лов.-сут. на отвалах, при этом в контрольной зоне вид не был отмечен), *C. melanocephalus* (1,487 экз./ 10 лов.-сут. на отвалах и 0,015 на участке у основания отвала), *Bembidion gilvipes* (0,72 экз./ 10 лов.-сут. на отвалах), а также *Trechus secalis* (0,45 и 1,55 соответственно).

Для сравнения видовой структуры журуелиц исследованных модельных участков Кедровского угольного разреза была построена дендрограмма (рис. 1). Как видно из рисунка 1, исследуемые участки по степени сходства делятся на две группы: первая образована площадками, расположенными за пределами отвалов – контроль и территория у основания отвала, а вторая – участками, находящимися непосредственно на отвалах (1-4). Сформированная первая плеяда характеризуется особой видовой структурой карабид. Так, например, только в березовом лесу в основании отвала отмечены виды *Clivina fossor fossor*, *Poecilus elmbergi*, *Amara famelica*, *Curtonotus gebleri* и *Agonum bellicum*. В контрольной зоне также обнаружен ряд видов, не зарегистрированных ранее – *Notiophilus jakovlevi*, *N. palustris*, *Carabus aeruginosus*, *Trechus bakurovi*, *Bembidion mannerheimii*, *Poecilus dilutipes*, *P. tomensis*, *P. maurusiacus*, *P. virescens*, *Amara ingenua*, *Agonum bicolor* и *Bradycellus glabratus*. Большинство указанных видов относится к лесной биотопической группе, поэтому отсутствие их на открытых и более ксерофитных участках, расположенных на отвалах, вполне логично.

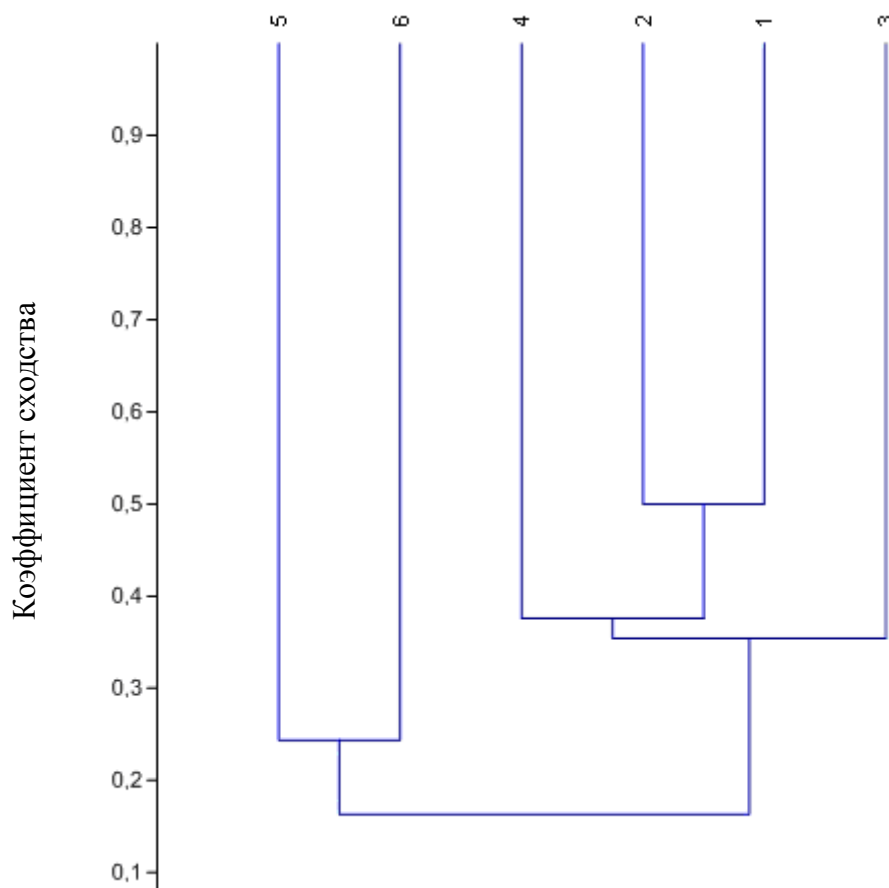


Рис. 1. Дендрограмма сходства видового состава жуужелиц исследуемых модельных участков (1-5) на отвалах Кедровского угольного разреза

Примечание: 1 – отвал 7-10 лет, 2 – отвал 15 лет, 3 – отвал 20 лет, 4 – отвал 30 лет, 5 – березовый лес у основания отвала, 6 – контроль

Во второй кластерной группе наибольшее сходство проявили молодые отвалы, на которых идет активное восстановление биоты. Интересно, что на участке, находящемся на самом молодом отвале (7-10 лет), зарегистрировано наибольшее число видов – 41. Доминируют *Calathus erratus* и *C. melanocephalus* и *Amara communis* (динамическая плотность 5,166 и 2,96 экз./ 10 лов.-сут. соответственно). Примечательно, что, несмотря на неблагоприятные микроклиматические и экологические условия, имеющиеся на данном участке, здесь обнаружены пойменно-прибрежные виды *Bembidion gilvipes*, *Trechus secalis* и *Amara fuliginosum*, средняя динамическая плотность которых 0,806 экз./10 лов.-сут. Обитание видов данной биотопической группы, видимо, обусловлено тем, что на данной территории несколько лет назад была произведена биологическая рекультивация – осуществлена посадка сосны обыкновенной и эспарцета песчаного. К настоящему времени сформировались небольшие участки с хорошо развитым моховым покровом, которые удерживают влагу и создают благоприятные условия для обитания данных видов жуужелиц.

Достаточно интересным является обнаружение на рассматриваемом участке лугового вида *Amara ussuriensis*, распространённого преимущественно на юге Восточной Сибири и Дальнего Востока и очень редкого в Западной Сибири [3; 6]. Динамическая плотность вида 0,018 экз./10 лов.-сут.

На втором участке зарегистрировано значительно меньшее число видов жужелиц (28) по сравнению с первым участком. В то же время только здесь отмечены луговой *Amara municipalis* (0,027 экз./10 лов.-сут.) и пойменно-прибрежный *Apristus striatus* (0,11). Наибольшей плотности на данном участке достигают *Notiophilus germinyi* (0,532 экз./10 лов.-сут.), *Curtonotus aulicus* (1,215) и *Cymindis angularis* (0,122).

Далее от рассматриваемой группы отделяется ветвь участка 4. Это уже достаточно зрелый отвал, на котором активно развита травянистая и древесная растительность. В то же время для него характерно небольшое число видов карабид – 28 и самая низкая общая динамическая плотность 3,912 экз./10 лов.-сут. На данном участке также имеются виды, которые нигде более не были отмечены. К ним относятся *Curtonotus castaneus*, *Harpalus tarsalis*, *Ophonus laticollis* и *O. stictus*.

В самостоятельную ветвь обособился третий участок, который характеризуется наименьшим числом видов – 21, имеющих слабое распространение на исследованной территории. К ним можно отнести жужелиц *Amara aenea*, *Badister bullatus* и *Paradromius ruficollis*.

По биотопической приуроченности выделено пять экологических групп жужелиц: пойменно-прибрежные виды, эвритопные, степные, лугово-степные, луговые, лесные (рис. 2). В целом на рассматриваемых участках Кедровского угольного разреза наблюдается значительное преобладание как в видовом (32,9% от общего числа видов), так и в численном (32,7% от общего числа особей) отношении лесной биотопической группы. Данная тенденция вполне закономерна, т.к. рассматриваемое угольное предприятие находится на границе северной лесостепи Кузнецкой котловины и северо-западной подтайги Кузнецкого Алатау, в связи с чем лесные биотопы обычны. В то же время заметно снижается доля видов, предпочитающих ксерофитные местообитания, относящихся к лугово-степной и степной группам. Кроме того, наблюдается увеличение численного обилия видов пойменно-прибрежной группы.

Сравнение соотношений экологических групп жужелиц отдельно взятых участков показало, что на всех участках, расположенных на отвалах в видовом и численном отношении, доминирует луговая группа карабид, достигая максимальных показателей на участке 3 (15-20-летний отвал) – 42,9 и 72,2% соответственно (рис. 2). Массовыми луговыми видами на данной территории являются *Amara communis* и *Calathus melanocephalus*, на долю

которых приходится 63,3% от общих сборов жужелиц, зарегистрированных на этой площадке.

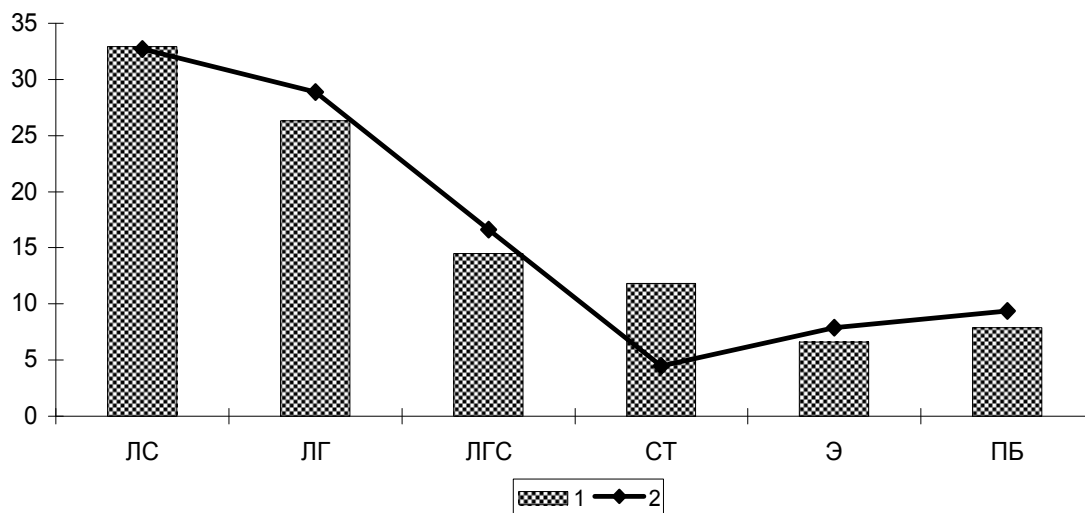


Рис. 2. Соотношение экологических групп жужелиц по биотопическому преферентуму по видовому (1) и численному (2) обилию на отвалах Кедровского угольного разреза и в контрольной зоне, %

Примечание: ПБ – пойменно-прибрежные виды, Э – эвритопные, СТ – степные, ЛГС – лугово-степные, ЛГ – луговые, ЛС – лесные

Начиная с участка 4, заметно снижается доля луговых видов, но в то же время наблюдается увеличение числа и доли лесных. В контроле и на площадке, расположенной у основания отвала, лесные виды выступают доминантной группой карабид. Так, на обоих участках преобладали *Carabus aeruginosus* и *C. regalis*, средняя динамическая плотность которых составила 1,537 экз./10 лов.-сут. В берёзовом лесу у основания отвала в сборах доминировал *P. magus magus* (7,396 экз./10 лов.-сут.). Интересным является обнаружение ряда лесных видов только в контрольном участке – это эндемик Алтае-Саянской горной страны *Pterostihus tomensis*, *P. maurusiacus*, *P. virescens*, *Amara ingenua*, *Agonum bicolor*, *A. subtruncatum*, *Bembidion mannerheimii* и др.

Особо следует отметить лугово-степную и степную группы. В результате проведенных исследований наблюдается достаточно четкая тенденция уменьшения видового разнообразия жужелиц указанных групп по мере увеличения гумидности участков. Особенно регистрировалось незначительное число видов степной биотопической группы. Так, на рассматриваемых участках наибольшее число степных видов отмечено на участке 1, который характеризуется высокой степенью ксероморфизма. К типично степным видам относится

большинство представителей трибы Harpalini: *Harpalus nigrans*, *H. cisteloides*, *H. subcylindricus*, *H. tardus*, а также ряд видов Lebiini – *Cymindis angularis*, *Microlestes maurus*. В контроле видов данной биотопической преференции отмечено не было.

С видами лугово-степной группы наблюдается схожая тенденция, при этом у основания отвала и в контроле зарегистрирован всего один лугово-степной вид – *Agonum gracilipes* (средняя динамическая плотность 0,023 экз./10 лов.-сут.; численное обилие 0,2%).

Пойменно-прибрежная и эвритопная группы представлены небольшим числом видов – 6 и 5 соответственно. Наибольшее численное обилие пойменно-прибрежных видов жужелиц отмечено в контроле – 32,1% от общего числа особей, а эвритопных – на 25-30-летнем отвале (4) (30,4%), при этом видов данной биотопической группы не обнаружено в контроле.

Таким образом, на участках разновозрастных отвалов Кедровского угольного разреза, находящихся на различных этапах восстановительной сукцессии, наблюдается формирование сообществ жужелиц, по своей экологической структуре сходных с сообществами, наиболее типичными для данного зонального типа растительности. При этом техногенные ландшафты достаточно быстро заселяются карабидами. По мере восстановления отвалов происходит смена видовой и экологической структуры, а также доминантных групп жужелиц. В целом можно говорить о том, что общее таксономическое разнообразие исследованной группы насекомых является надежным индикатором состояния техногенно нарушенных территорий.

*Выражаем благодарность старшему научному сотруднику, к.б.н. Р.Ю. Дудко (Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск) за помощь в определении жужелиц.*

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проекты № 13-04-98029 р\_сибирь\_а и № 16-44-420211 р\_а*

### Список литературы

1. Еремеева Н.И. Урботолерантные насекомые: состав и особенности видов / Н.И. Еремеева, С.В. Блинова, С.Л. Лузянин // Известия Самарского научного центра РАН. – Т. 12 (33), № 1 (8). – 2010. – С. 1970-1972.
2. Еремеева Н.И. Структура населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) на рекультивированных отвалах угольного разреза / Н.И. Еремеева, С.Л. Лузянин // Вестн. Кемеровского государственного университета. – 2015. - № 4 (64). - Т. 3. – С. 17-20.

3. Лафер Г.Ш. Семейство Carabidae – Жужелицы // Определитель насекомых Дальнего Востока СССР.– Л. : Наука, 1989. – Т. 3. Ч. 1. Жесткокрылые, или жуки. - С. 71-222.
4. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М. : Наука, 1982. – 287 с.
5. Покаржевский А.Д. Исследования популяций почвенных животных на заповедных территориях и вопросы заповедного дела (на примере Центрально-Черноземного заповедника) / А.Д. Покаржевский, Я. Богач, А.А. Гусев // Популяционные исследования в заповедниках. – М. : Наука, 1980. – С. 251-263.
6. Сундуков Ю.Н. Аннотированный каталог жужелиц (Coleoptera: Caraboidea) Сихотэ-Алиня. – Владивосток : Дальнаука, 2013. – 271 с.