

Влияние различных способов лесной рекультивации на восстановление сообщества млекопитающих черневой тайги

© 2022. Е. М. Лучникова¹, к. б. н., доцент, **В. Б. Ильяшенко¹**, к. б. н., доцент,
А. В. Ковалевский^{1,2}, к. б. н., доцент, С. И. Гашков³, к. б. н., зав. музеем,
Л. А. Воронина³ к. б. н., зав. биостанцией, К. С. Зубко¹, ведущий инженер,
А. В. Филиппова¹, к. б. н., доцент,

¹Кемеровский государственный университет,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6,

²Томский сельскохозяйственный институт – филиал Новосибирского ГАУ,
634050, Россия, г. Томск, ул. Карла Маркса, д. 19,

³Национальный исследовательский Томский государственный университет,
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, д. 36,
e-mail: lut@yandex.ru, passer125@yandex.ru

Проведённые исследования рекультивированных 35–40 лет назад участков горных отвалов угольных предприятий Кемеровской области показывают, что формируемые лесные насаждения не создают полноценных условий для млекопитающих – обитателей черневой тайги. Наибольшее сходство с коренными сообществами млекопитающих выявлено в насаждениях, примыкающих к черневой тайге. Самыми обеднёнными по видовому составу млекопитающих и по показателям их численности оказались террасированные участки с незначительным нанесённым почвенным слоем, рекультивированные берёзой повислой и облепихой крушиновидной. Сформировавшиеся здесь сообщества мелких млекопитающих показывают фаунистическое сходство не с исходным таёжным населением, а с населением суходольных лугов. Млекопитающие крупных и средних размеров на рекультивированных участках малочисленны, либо отсутствуют вовсе. Таким образом, применяемые до настоящего времени методы биологической рекультивации не учитывают потребность фаунистического компонента биоценоза и противоречат сложившимся представлениям о сохранении биоразнообразия. Создаваемые в рамках рекультивации леса должны выполнять кормовую и защитную функции для животных. Поэтому следует отказаться от монопосадок и использовать мозаичное высаживание различных групп растений с чередованием хвойных, смешанных и лиственных лесных площадок с долей различных кустарников около 50%. Так как животные концентрируются на экотонных участках, при проведении лесной рекультивации необходимо предусмотреть формирование протяжённой опушечной линии, то есть закладывать «лесные поляны», окружённые древесными растениями и кустарниками.

Ключевые слова: добыча угля, лесовосстановление, Кузнецкий бассейн, Кузбасс, флора, фауна, биоразнообразие.

Influence of various methods of forest reclamation on the restoration of the community of mammals in the dark coniferous taiga forests

© 2022. E. M. Luchnikova¹ ORCID: 0000-0002-8245-4588, **V. B. Ilyashenko¹** ORCID: 0000-0002-6456-4855,
A. V. Kovalevskiy^{1,2} ORCID: 0000-0001-6561-8272, S. I. Gashkov³ ORCID: 0000-0001-9620-5147,
L. A. Voronina³ ORCID: 0000-0002-9820-7047, K. S. Zubko¹ ORCID: 0000-0003-2417-7575,
A. V. Filippova¹ ORCID: 0000-0003-2117-1258

¹Kemerovo State University,
6, Krasnaya St., Kemerovo, Russia, 650000,

²Tomsk Agricultural Institute,
19, Karla Marksa St., Tomsk, Russia, 634050,

³National Research Tomsk State University,
6, Lenina Ave., Tomsk, Russia, 634050,
e-mail: lut@yandex.ru, passer125@yandex.ru

The restoration of natural communities on anthropogenically disturbed lands is one of the world's problems. Our studies in Kuzbass show that even after 35–40 years, areas reclaimed in different ways do not create full-fledged conditions for mammals, inhabitants of the dark coniferous taiga forests. In all studied areas, the indices of the abundance and

species richness in mammalian communities are significantly inferior to the original taiga communities. The similarity with indigenous communities of mammals was found in pine plantations adjacent to self-growing deforested areas of the dark coniferous taiga. These habitats are characterized by the highest indices of abundance and species richness among the studied sites. The most impoverished in terms of the species richness of small mammals and their number were terraced areas with a very insignificant soil layer, reclaimed by the European white birch *Betula pendula* Roth. and sea-buckthorn *Hippophae rhamnoides* L. The communities of small mammals that have formed here show a faunistic similarity with the population of dry meadows on the place of the felled dark coniferous taiga, but not with the indigenous taiga population. Large and medium-sized mammals in reclaimed areas are few or absent altogether. The reclamation methods should involve the formation of forage and protective functions for forest dwellers. During reclamation, it is necessary to abandon mono-plantings. To create vital conditions, it is necessary to mosaic planting of various groups of plants with the obligatory alternation of coniferous, mixed, and deciduous forest areas. The share of various shrubs is about 50%. Since animals are concentrated in ecotone areas, when carrying out forest reclamation, it is necessary to provide for the formation of an extended forest edge line, that is, to lay "forest glades" surrounded on all sides by woody plants and shrubs.

Keywords: coal mining, reforestation, Kuznetsk Basin, Kuzbass, flora, fauna, biodiversity.

Восстановление лесных биоценозов промышленно-освоенных территорий является одной из насущных проблем мирового сообщества. Зачастую, после окончания добычи полезных ископаемых нарушенную территорию бросают, а естественные процессы самовосстановления на ней протекают крайне медленно. Даже если биологическая рекультивация и проводится, то современные методы зачастую носят разовый характер, и при этом высаживается очень ограниченный набор растений. Формируемые маловидовые сообщества даже спустя многие годы не достигают и половины биологического разнообразия исходных биоценозов [1, 2]. Особенно остро стоит проблема заселения этих биотопов различными животными [3–9]. Подобная ситуация сложилась и в Кемеровской области на территории Кузнецкого угольного бассейна (Кузбасс), где проблема сохранения биологического разнообразия стоит особенно остро из-за интенсивной добычи каменного угля.

Целью данной работы являлась оценка эффективности применяемых способов лесной рекультивации с позиции восстановления исходного фаунистического сообщества.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в 2019–2020 гг. в Кемеровском районе Кемеровской области в окрестностях с. Андреевка на отвалах угольных предприятий. Всего было заложено пять мониторинговых площадок на участках, подвергшихся лесной рекультивации 30–40 лет назад, и две контрольных.

Площадка 1 «Сосна» (55°29'24,4" с. ш., 86°10'58,3" в. д.) – лесная рекультивация отвалов сосной обыкновенной *Pinus sylvestris* L. Подстилка из многолетнего соснового опада. Толщина наносного гумусового горизонта около 5–10 см.

Площадка 2 «Берёза» (55°28'54,0" с. ш., 86°10'23,0" в. д.) – террасированные отвалы, неудачно рекультивированные берёзой повислой *Betula pendula* Roth. Подстилка из разложившегося и неразложившегося опада. Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта составляет менее 5 см.

Площадка 3 «Облепиха» (55°28'42,0" с. ш., 86°10'39,0" в. д.) – склоны затопленного карьера, рекультивированные облепихой крушиновидной *Hippophae rhamnoides* L. Почвогрунты аналогичны площадке 2.

На площадках 1–3 на отдельных участках почвообразование находится на стадии выветривания горных пород.

Площадка 4 «Ива» (55°28'22,0" с. ш., 86°11'29,0" в. д.) – выположенный участок, рекультивированный различными видами рода ивы *Salix* L. Во время рекультивации произведено нанесение гумусового горизонта мощностью 0,5–1,5 м. Напочвенный покров хорошо развит. Почвообразовательные процессы протекают интенсивно. Активный слой составляет более 20 см.

Площадка 5 «Луг» (55°28'59,0" с. ш., 86°9'54,0" в. д.) – суходольный разнотравно-злаковый луг – вторичное сообщество на месте вырубленной тайги, примыкающее к отвалам горных пород. Почва дерновая. Напочвенный покров хорошо развит.

Площадка 6 «Контроль 1» (55°27'39,8" с. ш., 86°14'45,7" в. д.) – контрольный участок малонарушенной черневой тайги (осиновпихтовый лес), примыкающий к рекультивированным территориям. Почвы – дерново-подзолистые суглинистые. Выбор данного контрольного участка обусловлен тем, что горные работы, а затем рекультивационные мероприятия проводились изначально на сходных участках черневой тайги, а сложившееся здесь сообщество млекопитающих рассматривается нами как коренное.

Площадка 7 «Контроль 2» (54°45'25,2" с. ш., 87°01'38,0" в. д.) – контрольный участок малонарушенной черневой тайги в окрестностях биологической станции «Ажendarово» на территории Бунгарапско-Ажendarовского заказника. С этого участка привлечены материалы многолетних (1978–2020 гг.) мониторинговых исследований млекопитающих в ненарушенной черневой тайге [10].

Относительная численность мелких млекопитающих оценивалась с помощью 50-метровых ловчих канавок с пятью ловчими цилиндрами. На каждой площадке было заложено по одной учётной канавке, работавших с 11 июня по 8 июля 2020 г. Для выявления абсолютной численности на контрольной площадке в черневой тайге помимо канавки относительного учёта была заложена площадка абсолютного учёта размером 0,25 га [11].

Фаунистическое сходство сообществ мелких млекопитающих оценивали при помощи коэффициента Съеренсена-Чекановского, индекс биологического разнообразия – при помощи критерия Симпсона.

Для млекопитающих средних и крупных размеров в феврале 2020 г. были проведены

зимние маршрутные учёты длиной 5–12 км. Учёту подвергались следы животных, пересекающие учётный маршрут, оставленные на снегу за последние сутки [12].

Результаты и обсуждение

На исследованных площадках выявлено 23 вида мелких млекопитающих, из которых 22 характерны для черневой тайги (21 вид – «Ажendarово», 17 видов – «Андреевка»). В естественных ландшафтах равнинной черневой тайги исследуемого региона сообщество мелких млекопитающих характеризуется высоким видовым богатством и разнообразием (рис. 1).

Обе контрольные площадки, в заказнике и на участках, примыкающих к рекультивированным территориям, несмотря на естественные циклические колебания численности отдельных групп или отдельных видов мелких млекопитающих по годам и их пространственной разобщённости, показали высокую степень фаунистического сходства – коэффициент Съеренсена-Чекановского составил 0,91. Это свидетельствует об устойчивом характере

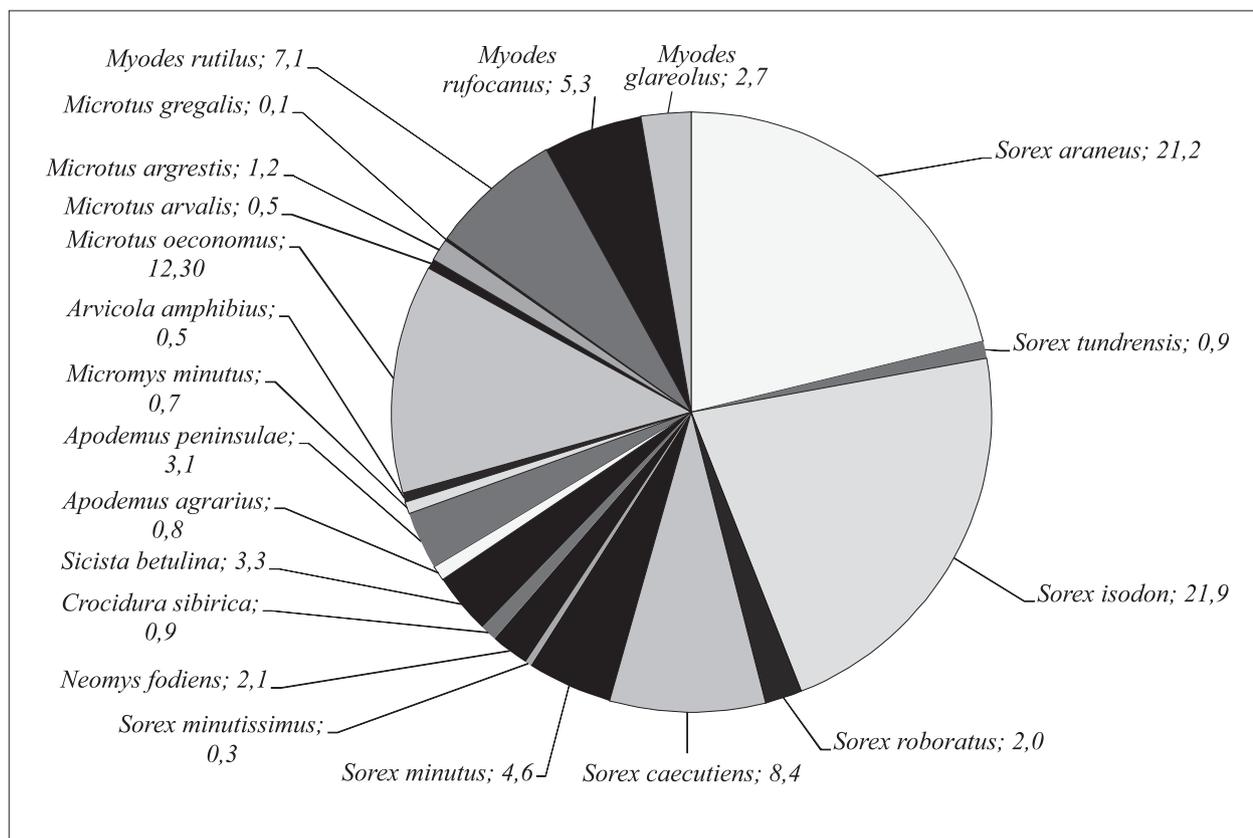


Рис. 1. Структура сообщества мелких млекопитающих в ненарушенной черневой тайге в среднем течении р. Томь (окрестности биологической станции «Ажendarово», 1978–2020 гг.), в %
Fig. 1. The structure of the community of small mammals in the undisturbed dark coniferous taiga in the middle reaches of the Tom River (Azhendarovo Biological Station, 1978–2020), in %

Таблица 1 / Table 1

Основные характеристики сообществ мелких млекопитающих на рекультивированных и контрольных участках / Main characteristics of the communities of small mammals in reclaimed and control sites

Площадка Site	Количество видов Number of species	Индекс биологического разнообразия Симпсона Simpson's diversity index	Индекс полидоминантности Polydominance index	Абсолютная численность мелких млекопитающих, ос./га The absolute number of small mammals, specimens per hectare
1	13	0,76	4,12	628
2	7	0,69	4,67	144
3	7	0,64	6,23	93
4	12	0,66	5,94	417
5	7	0,57	4,28	216
6	17	0,75	4,05	888
7	21	0,89	7,02	746

Таблица 2 / Table 2

Показатели относительной численности мелких млекопитающих на рекультивированных и контрольных площадках, ос./100 цилиндро-суток / Relative abundance of small mammals at reclaimed and control sites, specimens per 100 traps-days

Вид / Species	Биотопические преференции Biotopic preferences	Исследованные площадки / Studied sites						
		рекультивированные / reclaimed					контрольные control	
		1	4	2	3	5	6	7
<i>Sorex isodon</i>	лесной / forest	26,43	6,43	1,43	1,43	1,43	48,57	21,92
<i>Sorex caecutiens</i>		10,71	0,71	–	0,71	1,43	10,71	8,36
<i>Myodes rufocanus</i>		–	–	–	–	–	12,86	5,34
<i>Sicista betulina</i>		–	–	–	–	–	3,36	3,30
<i>Apodemus peninsulae</i>		0,71	–	–	–	–	1,12	3,11
<i>Microtus agrestis</i>		0,71	–	–	–	–	–	1,19
<i>Sorex araneus</i>	эвритопный / eurytopic	22,14	9,29	0,71	0,71	5,71	19,29	21,22
<i>Myodes rutilus</i>		2,14	–	0,71	0,71	0,71	5,71	7,14
<i>Microtus oeconomus</i>	околоводный / near water	1,43	1,43	–	0,71	0,71	6,43	12,3
<i>Neomys fodiens</i>		0,71	0,71	–	–	–	1,43	2,08
<i>Arvicola amphibius</i>		–	–	–	–	–	–	0,52
<i>Arvicola amphibius</i>		–	–	–	–	–	–	0,52
<i>Sorex minutus</i>	лесолуговой / forest- meadow	4,29	4,29	2,14	1,43	3,57	4,29	4,61
<i>Myodes glareolus</i>		0,71	1,43	–	–	–	0,67	2,71
<i>Crocidura sibirica</i>		–	0,71	–	–	–	1,79	2,08
<i>Sorex roboratus</i>		2,86	4,29	–	–	–	0,9	2,01
<i>Micromys minutus</i>		–	–	0,71	–	–	0,22	0,66
<i>Sorex minutissimus</i>		–	–	–	–	–	–	0,32
<i>Talpa altaica</i>		–	–	–	0,71	–	0,71	0,01
<i>Sorex tundrensis</i>	луговой / meadow	0,71	5,00	3,57	–	–	0,71	0,91
<i>Apodemus agrarius</i>		0,71	–	–	–	–	–	0,79
<i>Microtus arvalis</i>		–	–	–	–	–	–	0,54
<i>Microtus gregalis</i>		–	2,86	–	–	1,43	1,43	0,12
<i>Cricetus cricetus</i>		–	0,71	0,71	–	–	–	0,001
Насекомоядные / Insectivores		67,85	31,43	7,85	4,99	12,14	88,4	63,52
Грызуны / Rodents		6,41	6,43	2,13	1,42	2,85	31,8	37,72

Примечание: «–» – вид отсутствует в отловах.
Note: “–” – the species is absent in captures.

коренного сообщества млекопитающих. Здесь же, в черневой тайге, отмечены максимальные показатели абсолютной численности (плотности) населения в 888 (контроль 1) и 746 особей на гектар (ос./га) (контроль 2), а также зафиксированы наиболее высокие показатели видового богатства и видового разнообразия (табл. 1, 2).

Сравнивая основные экологические характеристики населения рекультивированных участков, можно утверждать, что все сформировавшиеся на рекультивированных территориях сообщества мелких млекопитающих заметно уступают контрольным по показателям видового богатства и уровня численности.

Наибольшее фаунистическое сходство изучаемых сообществ с коренными (рис. 2, 3) наблюдается в сосновых посадках, примыкающих к коренным таёжным лесам (площадка 1). Среди всех рекультивированных площадок показатели абсолютной численности здесь максимальны, но всё же уступают таковым на контрольных участках тайги (табл. 1) и сопоставимы с показателями численности в естественных сосновых борах правобережья р. Томь [13]. Такой тип сообществ может быть обусловлен двумя группами факторов: достаточной толщиной наносного почвенного слоя, которая создаёт условия для питания и зимовок зверьков; расселением молодых особей с примыкающих участков черневой тайги.

Один из самых низких показателей абсолютной численности мелких млекопитающих был отмечен на площадке 2 «Берёза» – в 6 раз

ниже, чем в черневой тайге. На наш взгляд, существует как минимум две причины формирования столь обеднённых сообществ мелких млекопитающих. Во-первых, на территории Сибири лиственные леса, и в особенности берёзовые, независимо от их происхождения, являются наименее предпочитаемыми биотопами для мелких млекопитающих [14]. Во-вторых, на исследованных участках сформировался комплекс неблагоприятных эдафических факторов – почти полное отсутствие почвенного слоя, что очень важно для большинства мелких млекопитающих. Так, на площадке 3 «Облепиха», рекультивированной без нанесения почвенного слоя, за 29 дней работы канавки было поймано всего 9 особей мелких млекопитающих 7 видов. Настолько низкая численность мелких млекопитающих, представленных разными видами, свидетельствует о попытках заселения данной площадки животными с прилегающих участков. Однако отсутствие благоприятных условий не позволяет им закрепиться и нарастить численность на новой территории. Аналогичная ситуация наблюдалась и на площадке, рекультивированной берёзой повислой без нанесения достаточного количества почвенного слоя.

Привлекательность территорий, рекультивированных с использованием различных растений, для крупных млекопитающих оценивалась в зимнее время (табл. 4). Учитывая относительно небольшие площади рекультивированных участков, которые существенно

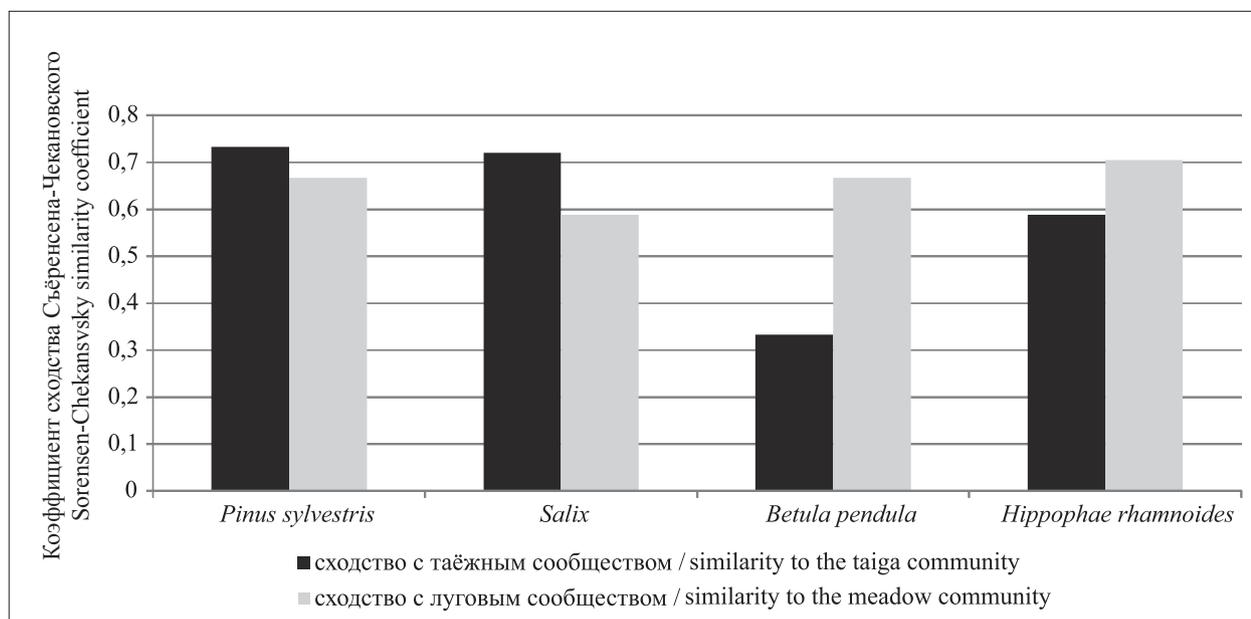


Рис. 2. Фаунистическое сходство сообществ мелких млекопитающих на рекультивированных участках и в естественных ценозах
 Fig. 2. The faunistic similarity of communities of small mammals of reclaimed areas and natural habitats

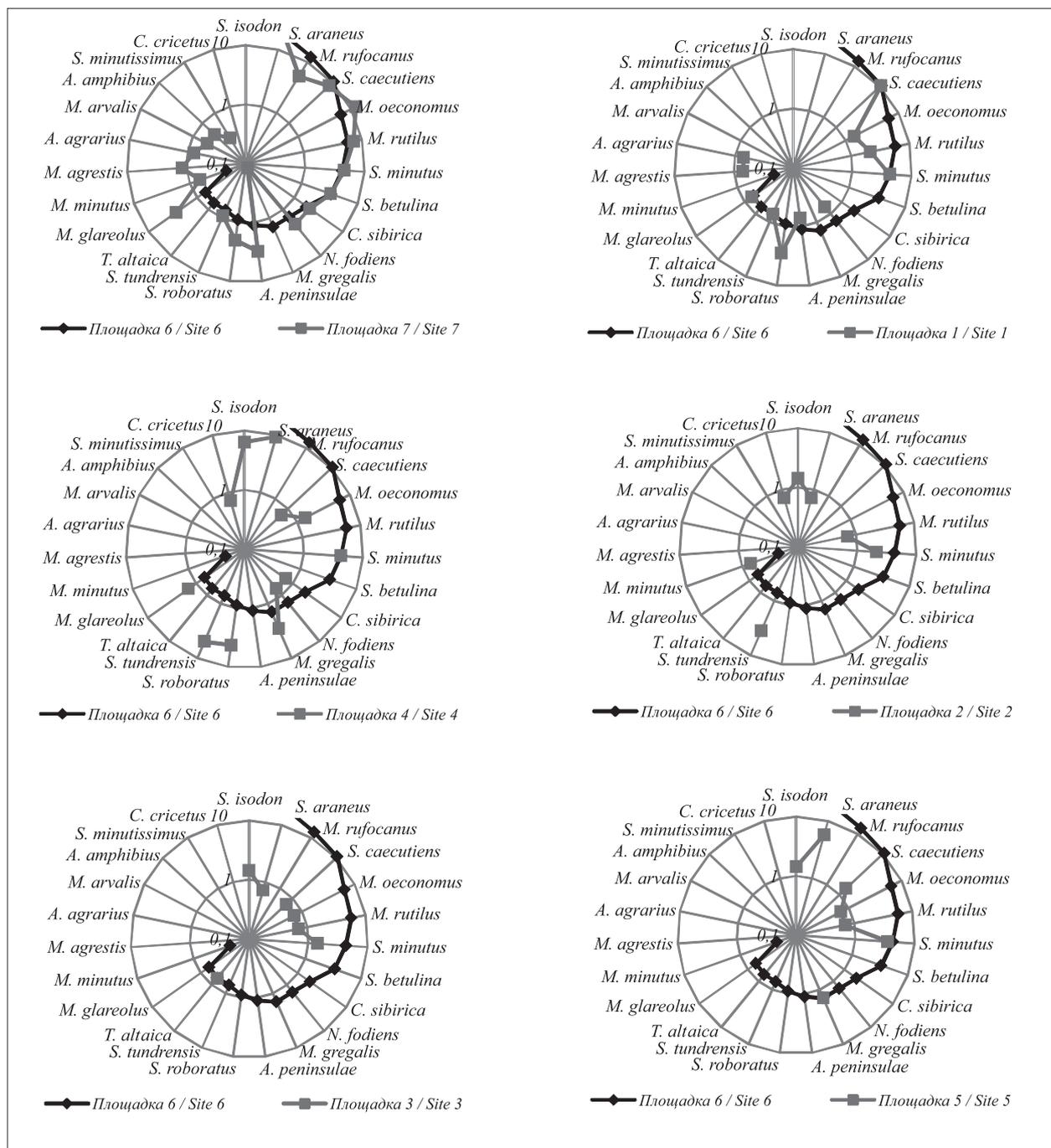


Рис. 3. Характер видо-количественного соответствия сообществ мелких млекопитающих исследуемых площадок относительно контроля
Fig. 3. The rates of the species and quantitative compliance of the communities of small mammals of the studied sites relative to the control

меньше индивидуальных участков у крупных видов зверей, мы можем охарактеризовать лишь основные тенденции привлекательности сформировавшихся биотопов. Малонарушенные участки осиново-пихтовых лесов (коренные сообщества) характеризуются животным населением, типичным для равнинной черневой тайги (контроль 1). Здесь отмечены: заяц-беляк *Lepus timidus* (Linnaeus,

1758); косуля сибирская *Capreolus pygargus* (Pallas, 1771); лисица обыкновенная *Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758; колонок *Mustela sibirica* Pallas, 1773. Погрызы на стволах указывают на обитание речного бобра *Castor fiber* Linnaeus, 1758. На контрольном участке черневой тайги в Бунгарапско-Ажандаровском заказнике (контроль 2) были отмечены: соболь *Martes zibellina* Linnaeus, 1758; степной хорь *Mustela*

Таблица 4 / Table 4

Расчётная плотность промысловых зверей на различных участках рекультивации в феврале 2020 г.
Estimated density of hunting animals in different areas of reclamation in February 2020

Вид Species	Расчётная численность на исследованных площадках, ос./1000 га Estimated density on studied sites, specimens per 1000 hectares				
	рекультивированные reclaimed			черневая тайга dark coniferous taiga	
	Номера площадок / No. of sites				
	1	2	3	6	7
Колонок / <i>Mustela sibirica</i>	1,4	0	12,8	25,6*	3,9
Степной хорь / <i>Mustela eversmannii</i>	0	0	0	0	1,95
Соболь / <i>Martes zibellina</i>	0	0	0	0	21,6
Обыкновенная лисица / <i>Vulpes vulpes</i>	12,7	3,3	11,6	15,6	1,45
Заяц-беляк / <i>Lepus timidus</i>	33,7	19,3	25,3	25,8	110,2
Сибирская косуля / <i>Capreolus pygargus</i>	0	5,1	0	9,3	1,21
Европейский лось / <i>Alces alces</i>	0	0	0	0	14,3

Примечание: * Наибольшая плотность вида.
Note: * Maximum density of species.

eversmannii Lesson, 1827; европейский лось *Alces alces* (Linnaeus, 1758).

На каждой из рекультивированных площадок, как и в случае с мелкими млекопитающими, выявлялась только часть видов крупных зверей, относительно контрольных участков. Анализ сопряжённости выявленной численности видов на рекультивированных территориях и ближайшей точке контроля (площадка 6) позволяет предположить наличие логичной взаимосвязи по типу хищник-жертва между лисицей и грызунами ($R = 0,94$; $p = 0,051$), а также с зайцем ($R = 0,80$; $p = 0,20$). Между кунными и грызунами данная зависимость просматривается хуже ($R = 0,63$) и не значима при ограниченном наборе одновременно сравниваемых площадок.

На каждой из исследованных площадок сложился свой набор защитных и кормовых условий для исследуемых видов млекопитающих. Мозаичные посадки облепихи крупновидной (площадка 3) создают хорошие защитные условия для зайца-беяка и привлекают сюда обыкновенную лисицу. Разбор следов показал, что плотное переплетение кустов способствует укрытию зайца, а преследование его лисицей сквозь густой кустарник затрудняет. Также на этом участке изредка встречается колонок.

Опушки мёртвопокровных сосняков (площадка 1) создают благоприятные условия для зайца-беяка, численность которого здесь оказалась на треть выше, чем на примыкающих нетронутых контрольных участках черневой тайги (площадка 6), при этом в глубину леса

заяц почти не заходит. Численность лисицы здесь также достаточно высока. Косуля не обнаружена, что связано с дефицитом кормовой базы. Перегущенные сосновые насаждения не позволяют развиваться травянистому и кустарниковому ярусам [15] и в конечном итоге оказываются наименее предпочтительными биотопами для травоядных зверей.

Отвалы, самозарастающие берёзой (площадка 2), в целом оказались не слишком благоприятными для крупных животных. Здесь были отмечены заяц-беяк, лисица и сибирская косуля, но численность этих видов ниже, чем на таёжных участках. Наибольшая концентрация следов косули и зайца отмечается на участках с высокой мозаичностью и вдоль опушечной линии, где развитый кустарниковый подрост создаёт кормовую базу.

Таким образом, все рекультивированные участки не обеспечивают условий для поддержания как видового разнообразия, так и плотности большинства видов зверей, характерных для черневой тайги. Сложившиеся на них условия сформировали обеднённые и специфичные сообщества млекопитающих, функционирование которых ограничено сложившимися растительными ассоциациями и характером почвенного горизонта.

Заключение

Проведённые исследования показывают, что ни один из рекультивированных участков не создаёт полноценных условий для сообщества млекопитающих – обитателей тайги даже

спустя 30–40 лет после проведения рекультивации. Наиболее показательны в этом плане сообщества мелких млекопитающих рекультивированных территорий, которые существенно обеднены по сравнению с коренными таёжными. В целом сосновые разреженные насаждения для мелких млекопитающих оказались более привлекательны, нежели лиственные леса или сомкнутые мёртвопокровные сосновые боры. Формирующиеся здесь сообщества мелких млекопитающих характеризуются наибольшим сходством с коренными и приближаются к ним по показателям абсолютной численности.

Помимо состава древостоя, для мелких млекопитающих важным фактором является толщина почвенного слоя. Территории с незначительным нанесением плодородного слоя характеризуются наименьшим биологическим разнообразием этой группы, поэтому при рекультивации должен обязательно наноситься почвенный слой и глинистая фракция толщиной не менее 0,5–1 м. Это создаст благоприятные условия не только для растений, но и целой группы млекопитающих и беспозвоночных, тесно связанных с почвенным слоем. Наибольшее предпочтение у более крупных млекопитающих (заяц-беляк, лисица, косуля сибирская) вызвали территории с высокой степенью мозаичности и развитым кустарниковым ярусом.

Общепринятая практика использования монокультур приводит к формированию крайне обеднённых сообществ животных, которые не могут там найти ни пропитания, ни укрытия. Даже в случаях невозможности проведения экологической реставрации необходимо проводить комплексную рекультивацию, применять мозаичную посадку биогруппами с чередованием хвойных, смешанных и лиственных площадок и большим количеством различных кустарников.

Так как животные концентрируются на экотонных участках, необходимо предусмотреть формирование протяжённой опушечной линии, то есть закладывать «лесные поляны», окружённые деревьями и плотным кольцом кустарников, что позволит свести к минимуму фактор беспокойства.

Сохранение таёжных массивов, примыкающих к рекультивируемым территориям, создаёт благоприятные возможности для естественного расселения видов коренной фауны.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-44-420008.

References

1. Strel'nikova T.O., Kupriyanov A.N., Manakov Yu.A., Kupriyanov O.A. Impact of coal mining on the diversity and ecological structure of the vegetation cover of the low mountains of the Kuznetsk Alatau // *Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazahstana*. 2016. No. 22. P. 90–99 (in Russian).
2. Kondakova L.V., Dabakh E.V., Kislitsina A.P. Biocenosis formation on technogenic wastes // *Theoretical and Applied Ecology*. 2020. No. 4. P. 129–135 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2020-4-129-135
3. Brenner F.J., Kelly R.B., Kelly J. Mammalian community characteristics on surface mine lands in Pennsylvania // *Environmental Management*. 1982. V. 6. P. 241–249. doi: 10.1007/BF01866887
4. McGowan K.J., Bookhout T.A. Small mammal populations on Ohio strip-mined lands reclaimed with herbaceous vegetation under old and new reclamation laws // *The Ohio Journal of Science*. 1986. V. 86. P. 29–32.
5. Burger J.A. Sustainable mined land reclamation in the eastern U. S. coalfields: a case for an ecosystem reclamation approach // *Proceedings of the National Meeting of the American Society of Mining and Reclamation*. 2011. V. 28. P. 113–141. doi: 10.21000/JASMR11010113
6. Buehler D.A., Percy K. Coal mining and wildlife in the Eastern United States: a literature review. Final report to the appalachian Wildlife Habitat Foundation. University of Tennessee, Knoxville TN, 2012. 38 p.
7. Attuquayefio D.K., Owusu E.H., Ofori B.Y. Impact of mining and forest regeneration on small mammal biodiversity in the Western Region of Ghana // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2017. V. 189. Article No. 237. doi: 10.1007/s10661-017-5960-0
8. Pyashenko V.B., Luchnikova E.M., Skalon N.S., Grebentschikov I.S., Kovalevsky A.V. Long-term dynamics of small-mammal communities in anthropogenically disturbed territories in the south-east of West Siberia // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. No. 224. Article No. 012055. doi: 10.1088/1755-1315/224/1/012055
9. Lawer E.A., Mupepele A.C., Klein A.M. Responses of small mammals to land restoration after mining // *Landscape Ecology*. 2019. V. 34. P. 473–485. doi: 10.1007/s10980-019-00785-z
10. Pyashenko V., Luchnikova E., Kovalevskiy A., Zubko K. Database state registration certificate No. 2021620036 Small mammal population monitoring at the “Azhendarovo” Biological Station from 1978 to 2019 (Kemerovo Region, Russia). No. 2020622761. Date of admission 21.12.2020. Date of state registration in the database registry 12.01.2021. doi: 10.13140/RG.2.2.20287.74402
11. Onishchenko S.S., Il'yashenko V.B., Luchnikova E.M., Teplova N.S., Bibik E.V., Skalon N.V. A practical guide to studying small mammals. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2010. 99 p. (in Russian).

12. Kuzyakin V.A. Accounting for the number of hunting animals. Moskva: KMK Scientific Press Ltd., 2017. 320 p. (in Russian).

13. Luchnikova E., Ilyashenko V., Teplova N., Kovalevsky A., Zubko K. Impact of agrocenoses on the populations of small mammals of recreational pine forests in the Tom River valley // E3S Web of Conferences. XIII International scientific and practical Conference "State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2020". 2020. V. 175. Article No. 14002. doi: 10.1051/e3sconf/202017514002

14. Ravkin Yu.S., Bogomolova I.N., Tsybulin S.M., Panov V.V., Vartapetov L.G., Chesnokova S.V., Oni-

shchenko S.S., Ilyashenko V.B., Babina S.G. Spatial and typological inhomogeneity of small mammal communities in plains and mountains of West Siberia // Contemporary Problems of Ecology. 2009. V. 2. No. 3. P. 275–283. doi: 10.1134/S1995425509030187

15. Kovalevskiy A.V., Tarasova I.V., Luchnikova E.M., Filippova A.V., Voronina L.A., Gashkov S.I., Ilyashenko V.B., Zubko K.S., Smetanin A.V., Efimov D.A. Environmental direction of reclamation of disturbed lands of the Kuznetsk coal basin (Kuzbass) // Modern Biotechnology: Current Issues, Innovations and Achievements: Sbornik tezisov Vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiem onlayn-konferencii. Kemerovo, 2020. P. 204–206 (in Russian).