

УДК 581.9(571.17)

Т.О. Стрельникова, О.А. Куприянов, Ю.А. Манаков, С.С. Казьмина, А.Н. Куприянов

## ОСОБЕННОСТИ ЗАРАСТАНИЯ ОТВАЛОВ ГОРНО-ТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ КУЗБАССА

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт экологии человека»  
Федерального исследовательского центра угля и углехимии  
Сибирского отделения Российской академии наук*

В статье представлены результаты исследований по восстановлению растительного покрова на отвалах угледобывающих предприятий Кузбасса, расположенных в низкогорьях Кузнецкого Алатау. На учетных площадках мониторингового полигона обнаружены 334 вида сосудистых растений, в том числе 7 редких и 39 чужеродных. В экологических спектрах преобладают эумезофиты и мезоэутрофиты. Выявлено, что плотность видов и проективное покрытие ярусов природных местообитаний выше, чем техногенных. Сходство флористического состава природных местообитаний и угольных отвалов низкое. Отмечена зависимость флористического состава и активности видов от рельефа (через перераспределение тепла и влаги по поверхности склона). Активность видов варьирует от 51,4 до 0,1. Низкая активность у 60 % видов.

**Ключевые слова:** угольные отвалы, растительный покров, активность видов

### Введение

Кузнецкий угольный бассейн (Кузбасс) занимает ведущее место по добыче каменного угля в Российской Федерации, его доля составляет 58 % от объема добычи в стране [3]. Территориально основная часть месторождений Кузбасса находится в Кемеровской области. В результате угледобычи в этом регионе возникли большие площади нарушенных земель – более 100 тыс. га [11], среди которых породные отвалы занимают 34,3 тыс. га [16]. Изучение отвалов Кемеровской области имеет почти полувековую историю [17]. В настоящее время выявлены основные закономерности зарастания отвалов в 4 природно-климатических зонах Кузбасса (горно-таежной, лесостепной северной и южной, южно-таежной) [10, 11]. Используемые в настоящее время направления биологической рекультивации предлагают небольшой спектр технологий – основной является посадка сосны на отвалах [1, 2]. К настоящему времени максимальный возраст сосновых насаждений на отвалах 30–50 лет.

Модель устойчивого развития территориально-промышленных комплексов все отчетливее прослеживается в действиях крупных горнодобывающих компаний [20, 22]. В России значимые результаты по реализации программ сохранения биологического разнообразия получены в Кузбассе [12, 15]. С 2018 года в Российской Федерации вошел в силу новый ГОСТ Р 57446-2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия». В соответствии с положениями ГОСТа меняется парадигма биологической рекультивации. На первое место выступает не сумма методов повышения плодородия техногенных элювиев отвалов, а восстановление изначального растительного покрова. Поэтому актуальна оценка состояния растительного покрова техногенных территорий и его соответствия зональным растительным комплексам.

### Цель и задачи исследований

Цель работы – изучение флористических особенностей растительного покрова отвалов угольных разрезов горно-таежной подзоны Кузбасса. Задачи исследования – организация мониторинговых полигонов в горно-таежной подзоне; анализ состояния растительного покрова, сформированного на естественных почвах, полях лесной рекультивации и участках самозарастания отвалов.

### Объекты и методики исследований

В качестве модельных выбраны разрезы «Красногорский» и «Сибиргинский» (угольная компания «Южный Кузбасс»), расположенные у юго-восточной границы Кузнецкой котловины в низкогорьях Кузнецкого Алатау, в окрестностях г. Междуреченск (рисунок).



**Рисунок.** Размещение Красногорского и Сибиргинского угольных разрезов

**Figure.** Location of Krasnogorsky and Sibirginsky coal cuts

Район исследования характеризуется преобладанием черневой тайги (пихтово-осиновых лесов) с высокотравьем, слабо отзывавшейся на изменение рельефа; развитием вторичных березово-осиновых и чистых осиновых насаждений [8]; среднегодовая температура  $-0,1^{\circ}\text{C}$ , средняя продолжительность безморозного периода 105–111 дней, среднегодовое количество осадков 700–1500 мм, гидротермический коэффициент Селянинова 1,8–2 [18]. Суровый температурный режим сопровождается повышенной влажностью атмосферного воздуха вследствие расположения между реками Томь и Уса.

В 2015–2017 гг. исследованы автомобильные отвалы: средне- (10–20) и старовозрастные (свыше 30 лет). На основе карт и космоснимков выбраны 3 типа мониторинговых полигонов (отра-

жающих характер антропогенного воздействия): ненарушенные горными работами земли (контроль); поля лесной рекультивации на отвалах; участки отвалов, оставленные под самозарастание. Важным фактором перераспределения тепла и влаги в экотопах является рельеф – поэтому в каждом из трех типов делали серию описаний (на ровных участках, пологих ( $\leq 15^{\circ}$ ) и крутых ( $> 15^{\circ}$ ) склонах). Таким образом, получено девять вариантов опыта: ровные поверхности участков контроля, рекультивации, самозарастания; пологие склоны контроля, рекультивации, самозарастания; крутые склоны контроля, рекультивации, самозарастания. Сделано 260 полных геоботанических описаний, в том числе: в контроле – 37, на полях лесной рекультивации – 100, участках самозарастания – 123. Описания выполнены по стандартным методикам [13]; для лесных фитоценозов учетная площадь принята 400, для луговых 100 м<sup>2</sup>. Камеральную обработку данных производили на базе Кузбасского ботанического сада (KUZ) (ФИЦ УУХ СО РАН). Виды распределяли по экологической [6, 14] и эколого-ценотической [11] принадлежности. Слияние видовых списков вариантов опыта в сводную таблицу производили при помощи ПО IBIS [5]; используя ПО PAST полученную таблицу кластеризировали по методу невзвешенного попарного среднего (UPGMA), в качестве меры сходства использовали индекс Дайса ( $K_{Dice}$ ) [21]. Активность видов рассчитывали по формуле [9]:

$$Act = \sqrt{\frac{C \times 100\%}{N} \times \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{N}} = 10 \times \frac{\sqrt{C \times A_{\Sigma}}}{N} \%,$$

где  $Act$  – расчетная активность таксона для мониторинговой площади в процентах ( $0 \div 100\%$ );  $N$  – число учетных площадок (элементарных метровых проб);  $C$  – постоянство таксона – абсолютное число учетных площадок, где зарегистрирован таксон;  $A_i$  – проективное покрытие таксона на  $i$ -ой учетной площадке;  $A_{\Sigma}$  – сумма проективных покрытий таксона на всех учетных площадках.

Виды были разделены по встречаемости в массиве описаний на пять классов постоянства: I – 1–20 %, II – 21–40 %, III – 41–60 %, IV – 61–80 %, V – 81–100 %. Обработка данных проведена в программе MS Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение**

В пределах мониторинговых полигонов отмечены участки разного генезиса – природные (естественные местообитания с сохранившимся почвенным и мало нарушенным растительным покровом) и техногенные (карьеры, отвалы). Отвалы по способу восстановления растительного покрова разделены на две группы – рекультивированные (участки лесной рекультивации сосной и облепихой, реже темнохвойными и лиственными породами) и оставленные под самозарастание.

На учетных площадках зафиксировано 334 вида сосудистых растений; в том числе в контроле 190, на полях лесной рекультивации 246, участках самозарастания 267 видов. Обнаружены 7 редких, нуждающихся в охране вида [7]: *Cypripedium macranthum* Sw. var. *atropurpureum* Aver., *Dactylorhiza sibirica* Efimov, *D. fuchsii* (Druce) Soó, *Erythronium sibiricum* (Fisch. & C.A.Mey.) Krylov, *Listera ovata* (L.) R. Br., *Ophioglossum vulgatum* L., *Osmorhiza aristata* (Thunb.) Rydb. Группа чужеродных растений включает 39 видов, из них 18 отнесены к инвазионным в Сибири [19]: *Acer negundo* L., *Amoria hybrida* (L.) C. Presl, *Coryza canadensis* (L.) Cronqist, *Echium vulgare* L., *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *Fragaria ananassa* Duchesne, *Hordeum jubatum* L., *Lactuca serriola* L., *Lepidotheca suaveolens* Nutt., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Medicago sativa* L., *M. officinalis* E.H.L.Krause, *Pastinaca sylvestris* Mill., *Plantago lanceolata* L., *Saponaria officinalis* L., *Solidago canadensis* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip.

Растительные сообщества на не нарушенных горными работами участках (контроле) представлены черневыми лесами, с выраженным крупнотравьем. Это пихтовые (*Abies sibirica* Ledeb.) насаждения с большой долей участия *Betula pendula* Roth и *Populus tremula* L. Древостой III, реже II класса бонитета; полнота 0,4–0,5; в составе 6П+3Ос+1Б, единично встречаются *Picea obovata* Ledeb. и *Pinus sibirica* (Ledeb.) Turcz. Подлесок хорошо развит (сомкнутость до 0,6), в составе *Padus avium* Mill., *Sorbus sibirica* Hedl., *Viburnum opulus* L., *Ribes atropurpureum* C.A.Mey. Травостой двухъярусный, в верхнем ярусе (высотой 1,2–1,8 м) участвуют *Aconitum septentrionale* Koelle, *Brachypodium pinnatum* P.Beauv., *Cacalia hastata* L., *Cirsium helenioides* All., *Crepis sibirica* L., *Festuca gigantea* (L.) Vill.

Встречаемость более 40 % (III–IV классы постоянства) выявлена у 26 видов, таким образом только 13 % от общего количества растений являются «обычными» для контрольных вариантов (табл. 1). Активность, выше 10 баллов, у доминантов древесного и травянистого ярусов; для субдоминантов тех или иных сообществ показательна активность 5 баллов и выше.

Активность выше 5 баллов отмечена для 10 видов II класса постоянства, образующих моновидовые заросли в специфических местообитаниях (переувлажненных экотопах, местах старых вырубок, гарей и др.): *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. (15,08), *Carex macroura* Meinsh. (8,71), *Aegopodium podagraria* L. (8,45), *Myosotis krylovii* Serg. (7,00), *Brachypodium pinnatum* (6,53), *Salix cinerea* L. (5,85), *Carex sylvatica* Huds. (5,55), *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (5,21), *Dactylis glomerata* L. (4,96), *Melica nutans* L. (4,89). Доля случайных видов (I класс) 70 %.

Ценотическая характеристика показывает преобладание в контроле лесных и луговых видов (табл. 2). Сорные виды характеризуются низким обилием, невысокой встречаемостью 2–5 % и отнесены к I классу постоянства – *Arctium leiospermum* Juz. & Ye.V.Serg., *A. tomentosum* Mill., *Crepis tectorum* L., *Plantago major* L., и др. Как сорные в контроле отмечены *Epilobium adenocaulon* и *Plantago lanceolata*, внесенные в Черную книгу Сибири [19] со статусом 2 (чужеродные виды, активно расселяющиеся и натурализующиеся в нарушенных полуестественных и естественных местообитаниях) в Кемеровской области. К сорным видам отнесена *Hippophae rhamnoides* L., которая используется для рекультивации отвалов и успешно осваивает окружающие экотопы. В экологическом спектре преобладают эумезофиты и мезоэутрофиты.

Таким образом, контрольные участки, представляющие территории с ненарушенным почвенным и мало нарушенным растительным покровом вполне соответствуют естественным гемибореальным лесам, характерным для западного макросклона Кузнецкого Алатау, относящимся к классу Quercus-Fagetalia, порядку Fagetalia sylvaticae, подпорядку Abietinalia sibiricae [4].

На полях лесной рекультивации растительные сообщества находятся на разных этапах сингенеза – на стадиях простого и сложного фитоценозов. Эдификаторами древесного яруса чаще всего вы-

Таблица 1. Активность видов по типам мониторинговых полигонов

| Название вида                                | Act <sub>k</sub> | C <sub>k</sub> | Act <sub>r</sub> | C <sub>r</sub> | Act <sub>s</sub> | C <sub>s</sub> |
|----------------------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| <i>Abies sibirica</i> Ledeb.                 | 30,28            | IV             | 7,83             | III            | 6,37             | III            |
| <i>Aconitum septentrionale</i> Koelle        | 5,20             | IV             | —                | —              | —                | —              |
| <i>Artemisia vulgaris</i> L.                 | —                | —              | 4,44             | III            | 4,35             | III            |
| <i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth       | 15,57            | IV             | —                | —              | —                | —              |
| <i>Betula pendula</i> Roth                   | 41,44            | IV             | 24,68            | V              | 30,15            | IV             |
| <i>Brunnera sibirica</i> Steven              | 8,90             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Cacalia hastata</i> L.                    | 5,55             | IV             | —                | —              | —                | —              |
| <i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop. | —                | —              | 4,63             | III            | 5,51             | III            |
| <i>Cirsium helenioides</i> All.              | 7,24             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Crepis sibirica</i> L.                    | 5,72             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Dactylis glomerata</i> L.                 | —                | —              | 16,14            | IV             | 13,17            | III            |
| <i>Equisetum sylvaticum</i> L.               | 8,84             | IV             | —                | —              | —                | —              |
| <i>Euphorbia lutescens</i> C.A.Mey.          | 3,16             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.           | 8,65             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Fragaria vesca</i> L.                     | —                | —              | 10,14            | III            | —                | —              |
| <i>Galium odoratum</i> Scop.                 | 13,03            | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Hieracium umbellatum</i> L.               | —                | —              | 10,18            | IV             | 4,58             | III            |
| <i>Lamium album</i> L.                       | 3,54             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Lathyrus gmelinii</i> Fritsch             | 3,81             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.             | —                | —              | 7,39             | III            | —                | —              |
| <i>Milium effusum</i> L.                     | 8,99             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Oxalis acetosella</i> L.                  | 15,35            | IV             | —                | —              | —                | —              |
| <i>Padus avium</i> Mill.                     | 13,78            | IV             | —                | —              | —                | —              |
| <i>Paris quadrifolia</i> L.                  | 2,98             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Pinus sibirica</i> (Ledeb.) Turcz.        | —                | —              | 9,11             | III            | 3,90             | III            |
| <i>Pinus sylvestris</i> L.                   | —                | —              | 33,85            | III            | —                | —              |
| <i>Polemonium caeruleum</i> L.               | 3,16             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Populus tremula</i> L.                    | 21,82            | III            | 9,31             | III            | 12,53            | III            |
| <i>Prunella vulgaris</i> L.                  | —                | —              | 9,26             | III            | —                | —              |
| <i>Pulmonaria mollis</i> Wulfen ex Hornem.   | 5,07             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Pyrola rotundifolia</i> L.                | —                | —              | 9,48             | III            | —                | —              |
| <i>Ribes atropurpureum</i> C.A.Mey.          | 3,70             | III            | —                | —              | —                | —              |
| <i>Rubus idaeus</i> L.                       | 5,92             | III            | 7,09             | III            | 12,27            | III            |
| <i>Salix caprea</i> L.                       | —                | —              | 9,95             | III            | 13,36            | III            |
| <i>Sorbus sibirica</i> Hedl.                 | 9,50             | III            | 4,73             | III            | 5,93             | III            |
| <i>Stellaria bungeana</i> Fenzl              | 11,80            | IV             | —                | —              | —                | —              |
| <i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.        | —                | —              | 7,30             | IV             | 5,11             | III            |
| <i>Trifolium pratense</i> L.                 | —                | —              | 8,32             | III            | —                | —              |
| <i>Tussilago farfara</i> L.                  | —                | —              | 9,60             | III            | 14,97            | IV             |
| <i>Urtica dioica</i> L.                      | 10,14            | IV             | —                | —              | —                | —              |
| <i>Viburnum opulus</i> L.                    | 7,50             | IV             | —                | —              | —                | —              |

Примечание: Act – активность. C – класс постоянства. Типы мониторинговых полигонов: <sub>k</sub> – контроль; <sub>r</sub> – рекультивация; <sub>s</sub> – самозарастание. Прочерк (–) в ячейке означает, что класс постоянства вида ниже III

Таблица 2. Эколого-ценотические спектры исследуемой флоры (по типам мониторинговых полигонов, %)

| Группы растений                    | Контроль | Рекультивация | Самозарастание |
|------------------------------------|----------|---------------|----------------|
| Ценотические группы                |          |               |                |
| Лесная                             | 62,1     | 41,4          | 45,5           |
| Луговая                            | 23,7     | 25,3          | 23,0           |
| Степная                            | 0,5      | 0,4           | 1,1            |
| Болотная                           | 4,7      | 5,2           | 7,8            |
| Рудеральная                        | 8,9      | 27,7          | 26,7           |
| Экологические группы по увлажнению |          |               |                |
| Эумезофиты                         | 54,2     | 42,2          | 41,9           |
| Ксеромезофиты                      | 38,4     | 46,2          | 45,2           |
| Гидромезофиты                      | 3,2      | 5,2           | 6,7            |
| Гемиксерофиты                      | 2,1      | 4,4           | 4,1            |
| Гипоксерофиты                      | 0        | 0,4           | 0,4            |
| Гемигидрофиты                      | 2,1      | 1,6           | 1,5            |
| Гипогидрофиты                      | 0        | 0             | 0,4            |
| Экологические группы по трофности  |          |               |                |
| Мезоэутрофиты                      | 92,1     | 86,3          | 87,0           |
| Мезотрофиты                        | 6,8      | 5,0           | 4,8            |
| Эутрофиты                          | 1,1      | 7,6           | 8,1            |

ступают *Betula pendula* и *Pinus sylvestris* L. В подлеске обычны *Sorbus sibirica*, *Salix caprea* L. и *S. cinerea* L., *Rubus idaeus* L. и *Padus avium*. В травянистом ярусе часто доминируют сорные и луговые виды *Taraxacum officinale* F.H.Wigg., *Hieracium umbellatum* L., *Tussilago farfara* L., *Prunella vulgaris* L.

Обычными на участках рекультивации являются 19 видов (табл. 1). С одной стороны, высокая активность у *Tussilago farfara*, *Trifolium pratense* L., *Taraxacum officinale*, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop – растений характерных для стадии группово-зарослевого сообщества, а с другой у деревьев, кустарников и *Pyrola rotundifolia* – лесных видов, определяющих будущий облик лесных сообществ (табл. 1). Высокая активность ( $\geq 5$  баллов) отмечена у видов со средней (II класс) встречаемостью *Agrostis gigantea* Roth (8,89), *Salix cinerea* (8,31), *Melilotus albus* Medik. (8,04), *Hippophae rhamnoides* (7,54), *Populus nigra* L. (5,83), *Poa angustifolia* L. (5,7), *Amoria repens* C.Presl (5,66), *Cirsium setosum* (Willd.) Besser ex M.Bieb. (4,93); в том числе у адвентивных *Amoria hybrida* (5,43) и *Epilobium adenocaulon* (3,06). Доля случайных видов возрастает до 85%.

Фракция рудеральных видов на участках рекультивации больше, несколько возрастают доли

ксерофитов и эутрофитов, по сравнению с контрольными вариантами (табл. 2).

На участках самозарастания выделены три стадии сукцессии [11]: пионерная, группово-зарослевая, простого фитоценоза. Большинство участков самозарастания находится на стадии группово-зарослевых сообществ, для которой характерно увеличение видового состава за счет рудеральных растений – *Sonchus arvensis* L., *Taraxacum officinale*, *Tussilago farfara*, *Urtica dioica* L., *Pastinaca sylvestris*, *Lactuca serriola*, *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Convolvulus arvensis* L., *Crepis tectorum*. Стадия простого фитоценоза характеризуется образованием лесных сообществ из *Betula pendula* и *Salix caprea*; под их пологом отмечен подрост *Abies sibirica* и *Pinus sibirica*. Травянистый ярус обычно разреженный (проективное покрытие редко превышает 15 %), состоит из сорно-луговых растений.

Обычными на участках самозарастания являются 13 видов (табл. 1). Высокая активность отмечена у 6 видов со средней (II класс) *Fragaria vesca* L. (6,80), *Agrostis gigantea* (6,00), *Populus nigra* (5,76), *Amoria hybrida* (5,17), *Pyrola rotundifolia* (5,12), и низкой (I класс) *Salix cinerea* (5,60) встречаемостью. Доля случайных видов составляет 87%.

Эколого-ценотические спектры участков самозаращения, смещены относительно контрольных вариантов (табл. 2). Здесь встречаются растения-трансформеры [19]: *Conyza canadensis*, *Epilobium adenocaulon*, *Hordeum jubatum*, *Trip-leurospermum inodorum*; общее число чужеродных видов 25, в их числе *Acer tataricum* L., *Malus baccata*, *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert, *Solidago canadensis*.

В естественных местообитаниях все параметры растительных сообществ выше по сравнению с техногенными. В техногенных сообществах видовая плотность (количество видов на учетную площадь) и сомкнутость крон выше на участках рекультивации; общее проективное покрытие травостоя, проективное покрытие мохового яруса, напротив, выше на участках самозаращения (табл. 3).

Проведено сравнение видового состава и активности видов в вариантах. Уровень сходства флористического состава естественных и техногенных местообитаний: в контуре Красногорского разреза на уровне  $K_{Dice} = 0,36$ , Сибиргинского –  $K_{Dice} = 0,42$ . Заметно обособленное положение крутых склоновых поверхностей участков рекультивации от других вариантов отвалов (сходство на уровне 0,52 и 0,54 соответственно), что указывает на высокую неблагоприятность подобных местообитаний. Проявляется зависимость флористического состава местообитаний от рельефа – даже в естественных сообществах крутые склоны имеют наименьшее сходство с двумя другими орографическими вариантами. Максимально высокий уровень сходства ( $K_{Dice} = 0,72$ ) у флористических списков ровных поверхностей участков самозаращения и рекультивации; на высоком уровне (0,64 и 0,66) к ним присоединяется группа объединяющая склоновые варианты самозаращения.

Расчетная активность видов по массиву описаний ( $n = 260$ ) измеряется в пределах от максимальной 51,4 (*Betula pendula* на пологих склонах естественных местообитаний) до минимальной 0,1 у видов с низким проективным покрытием отмеченных единично. Низкая активность ( $< 1$ ) у 60% видов. Высокая активность ( $\geq 5$ ) у 59 видов. В естественных сообществах это доминанты и эдификаторы древесного яруса *Abies sibirica*, *Betula pendula*, *Populus tremula* (табл. 1); другие виды первого яруса древостоев – *Pinus sibirica* (4,4–0), *Picea obovata* (1,4–0) и *Pinus sylvestris* (6,3–0) в контроле имеют невысокую активность (здесь и далее в тексте представлены максимальное или максимальное–минимальное значения показателя активности по вариантам опыта). Для естественных местообитаний характерно развитие мощного подлеска, высокую активность на ровных площадках имеет *Sorbus sibirica* (11,5), на склонах *Padus avium* (20,0), *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar (29,7), *Spiraea media* F.Schmidt (7,1), *Viburnum opulus* (11,2). Доминантами травянистого яруса в разных условиях выступают: *Stellaria bungeana* Fenzl (12,3), *Oxalis acetosella* L. (20,8), *Galium odoratum* Scop (16,2), *Brunnera sibirica* Steven (9,5), *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. (19,1); во вторичных лесах на месте старых вырубок *Aegopodium podagraria* L. (10,0), *Brachypodium pinnatum* (7,3), *Carex macroura* Meinsh. (12,7), *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (11,6), *Urtica dioica* (11,1). На отвалах активность *Abies sibirica* снижается в 4 и более раз по сравнению с контролем. *Betula pendula* во всех вариантах отличается высокой активностью. *Pinus sylvestris* и *Pinus sibirica* имеют высокую активность только на участках рекультивации (в 4 и 6–90 раз выше, чем в контроле). На отвалах возрастает активность интродуцентов – *Hippophae*

**Таблица 3.** Параметры растительного покрова (по типам мониторинговых полигонов)

| Параметры            | Контроль  | Рекультивация | Самозаращение |
|----------------------|-----------|---------------|---------------|
| Видовое богатство    | 190       | 246           | 267           |
| Видовая плотность    | 32,3±1,54 | 24,4±0,90     | 21,6±0,71     |
| Сомкнутость крон     | 0,6±0,03  | 0,4±0,02      | 0,3±0,02      |
| ОПП травостоя, %     | 56,5±3,98 | 40,9±2,51     | 45,2±2,38     |
| ПП мохового яруса, % | 27,6±3,33 | 21,9±1,50     | 24,1±1,44     |

Примечание:  $M \pm m$  – среднее значение показателя плюс ошибка среднего; ОПП – общее проективное покрытие; ПП – проективное покрытие

*ramnoides*, видов природной флоры – *Populus nigra*, *Salix caprea* и *S. cinerea*, *Rubus idaeus*; снижается у *Caragana arborescens* Lam., *Duschekia fruticosa*, *Sorbus sibirica*, *Viburnum opulus*.

Активность редких, нуждающихся в охране видов повсеместно низкая. Интересно, что в контроле в учеты не попали *Cypripedium macranthum* и *Ophioglossum vulgatum* (на отвалах активность видов соответственно 0,1 и 0,2). Активность *Dactylorhiza fuchsii* в контроле (0,4) – это ниже, чем на отвалах (0,8); у *D. sibirica* и других закономерно снижается по сравнению с контролем (от 0,4 до 0,1 на участках самозарастания), *Listera ovata* (от 0,6 до 0,4 на участках рекультивации), *Osmorhiza aristata* (от 3,7 до 0,9 на участках рекультивации возраста выше 35 лет). В группе чужеродных растений высокая активность ( $\geq 5$ ) у 4 видов – *Amoria hybrida*, *Hippophae rhamnoides*, *Melilotus albus*, *Oenothera rubricaulis* Kleb.

В экологических спектрах преобладают: по отношению к увлажнению эумезофиты и ксеромезофиты; по трофности – мезоэутрофиты. Ксеромезофиты имеют оптимум увлажнения [6] в сухолуговых и свежелуговых условиях, к этой же ступени относится увлажнение лесов (на исследуемой территории градации ступени соответствуют интервалу 53–63): *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Geranium albiflorum* Ledeb., *Humulus lupulus* L., *Lamium album* L., *Paeonia anomala* L.; эумезофиты – оптимум увлажнения во влажнолуговых условиях (65–73): *Abies sibirica*, *Salix caprea*, *Rubus idaeus*, *Euphorbia lutescens* C.A.Mey., *Festuca gigantea*, *Angelica sylvestris* L., *Brunnera sibirica*, *Urtica dioica*. На отвалах возрастает число и активность гемиксерофитов и ксеромезофитов (за счет случайных видов с низкой встречаемостью).

Мезоэутрофиты предпочитают довольно богатые почвы (градации 10–13): *Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm., *Melica nutans*, *Betula pendula*, *Lilium pilosiusculum* Miscz., *Melilotoides platycarpus* (L.) Sojak, *Pinus sylvestris*, *Rubus saxatilis* L., *Allium microdictyon* Prokh., *Bromopsis benekenii* (Lange) Holub, *Abies sibirica*. В числе мезоэутрофитов на отвалах так же случайные виды с низкой встречаемостью; высокая активность группы на полях рекультивации поддерживается, в том числе за счет интродуцентов (*Pinus sylvestris*, *Hippophae rhamnoides*, *Larix sibirica* Ledeb.) и сорных видов (*Chamaenerion angustifolium*, *Cirsium setosum*).

## Выводы

Исследования показали, что на территории угольных разрезов в горно-таежной подзоне Кузбасса формируются три блока флористических комплексов: зональные природные сообщества пихтовых, березово-пихтовых и осиновых лесов на участках с неповрежденным почвенным покровом; на отвалах формируются березово-сосновые леса (на полях лесной рекультивации сосной), их максимальный возраст 35 лет; а также ивово- и осиново-березовые леса (на крутых склонах, оставленных под самозарастание). В техногенных экотопах средне- и старовозрастных отвалов представлен полный сукцессионный ряд (от пионерных группировок до первого этапа формирования сложных фитоценозов). Видовая плотность техногенных сообществ ниже, чем естественных. В сложении общего видового богатства на отвалах высока доля случайных видов, с низкой активностью. Причиной низкого видового разнообразия на полях лесной рекультивации служит отсутствие ухода в загущенных посадках. Перераспределения тепла и влаги по элементам рельефа на отвалах контрастнее, чем в естественных местообитаниях низкогорий Кузнецкого Алатау, это ведет к изменению состава экологических групп и показателей активности видов. Уровень сходства видового состава и структуры сообществ техногенных и естественных местообитаний низкий.

1. Баранник Л.П. Лесопосадки на послепромышленных землях в Кузбассе // Проблемы рекультивации земель в СССР. Новосибирск: Наука, 1974. С. 237–240.
2. Баранник Л.П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации. Новосибирск: Наука, 1988. 84 с.
3. Департамент угольной промышленности Администрации Кемеровской области [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ugolprom-kuzbass.ru/industry/> (дата обращения 29.11.19).
4. Ермаков Н.Б. Разнообразие бореальной растительности Северной Азии. Гемибореальные леса. Классификация и ординация. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 232 с.
5. Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.

6. *Королюк А.Ю.* Экологические оптимумы растений юга Сибири // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул; Кемерово, 2006. Вып. 12. С. 3–38.
7. *Красная книга Кемеровской области: Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. 2-е изд-е, перераб. и дополн. / отв. ред. А.Н. Куприянов. Кемерово: Азия принт, 2012. 208 с.*
8. *Куминова А.В.* Растительность Кемеровской области: ботанико-географическое районирование. Новосибирск, 1950. С. 88–94.
9. *Куприянов А.Н., Казьмина С.С., Зверев А.А.* Изменение флористического состава растительных сообществ Караканского хребта вблизи угольных разрезов // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2018. N 43. С. 66–88. DOI: 10.17223/19988591/43/4
10. *Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Баранник Л.П.* Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности. Новосибирск, 2010. 165 с.
11. *Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов А.Н.* Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. 180 с.
12. *Мониторинг, оценка и прогноз состояния окружающей природной среды на основе современных информационных технологий / отв. ред. А.Н. Куприянов. Кемерово: Азия, 2013. 112 с.*
13. *Полевая геоботаника / ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагин. М.; Л., 1976. Т. 5. 320 с.*
14. *Прокопьев Е.П.* Экология растений (особи, виды, эко группы, жизненные формы). Томск, 2001. 340 с.
15. *Сборник инновационных решений по сохранению биоразнообразия для угледобывающего сектора / отв. ред. С.А. Шейнфельд, О.И. Литвин, Ю.А. Манаков. Кемерово; Новокузнецк: ИнЭКА, 2017. 254 с.*
16. *Счастливец Е.Л.* Формирование геоэкологической ситуации в угледобывающем комплексе Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово, 2005. Вып. 1. С. 15–35.
17. *Тарчевский В.В., Чибрик Т.С.* Естественная растительность отвалов при открытой добыче каменного угля в Кузбассе // Растения и промышленная среда. Свердловск, 1970. С. 65–77.
18. *Трофимов С.С.* Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. Новосибирск: Наука СО, 1975. 299 с.
19. *Черная книга флоры Сибири / отв. ред. А.Н. Куприянов, Ю.К. Виноградова. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. 440 с.*
20. *Good practice guidance for mining and biodiversity. International Council on Mining and Metals / ed. L. Starke. London, UK: ICMM, 2006. 142 p.*
21. *Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D.* 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica, 2001. Vol. 4(1). 9 p. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) [Электронный ресурс]. URL: [http://palaeoelectronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) (дата обращения 10.12.2016).
22. *Mining and biodiversity: A collection of case studies. International Council on Mining and Metals. London, UK: ICMM, 2010. 34 p.*

Поступила в редакцию: 24.04.2020

UDC 581.9(571.17)

**FEATURES OF OVERGROWING OF COAL DUMPS  
IN THE MOUNTAIN-TAIGA SUBZONE OF THE KUZBASS**

**T.O. Strelnikova, O.A. Kupriyanov, Yu.A. Manakov, S.S. Kazmina, A.N. Kupriyanov**

*Federal State Budget Scientific Institution «Institute of Human Ecology»  
of the Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry  
of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*

The study presents research results on the vegetation restoration of the dumps of coal mining enterprises of Kuzbass located in low-hill terrain of Kuznetsk Alatau. In the course of the study 334 vascular plant species, including 7 rare and 39 alien were found in the registered sites of monitoring test area. Ecological spectra are dominated by eumezophytes and mesoeutrophytes. The species density and projective cover of the storeys of natural habitat are higher than those in technogenic land. The similarity of the floristic composition of natural habitats and coal dumps is low. The study has shown the dependence of floristic composition and activity of species on the relief (due to heat and water redistribution along the slope surface). The activity of species varies from 51.4 to 0.1. Low activity is characteristic of around 60 % of species.

**Key words:** coal dumps, plant cover, activity of species