

DOI: 10.26730/1999-4125-2019-6-64-71

УДК 58.072*574.23

**ПЛОДОРОДНЫЙ СЛОЙ ПОЧВЫ КАК ФАКТОР ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ЗОНАЛЬНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**FERTILE SOIL LAYER AS A FACTOR OF RECOVERY OF ZONAL
PHYTOCENOSSES ON COAL INDUSTRY DUMPS**

Уфимцев Владимир Иванович¹,

к.б.н., заведующий лабораторией, e-mail: uwy2079@gmail.com

Vladimir I. Utimtsev,

C. Sc. in Biology., head of the laboratory, e-mail: uwy2079@gmail.com

Андроханов Владимир Алексеевич²,

д.б.н., заместитель директора, e-mail: androhan@rambler.ru

Vladimir A. Androkhonov,

Dr. Sc. in Biology, deputy director for scientific work e-mail: androhan@rambler.ru

Куприянов Олег Андреевич¹,

к.б.н., научный сотрудник, e-mail: kuproa@gmail.com

Oleg A. Kupriyanov,

C. Sc. in Biology, researcher, e-mail: kuproa@gmail.com

Уфимцев Федор Георгиевич³,

студент, e-mail: ufimcevf@gmail.com

Fyodor G. Utimtsev,

student, e-mail: ufimcevf@gmail.com

¹Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, 650065, Россия, г. Кемерово, пр-т Ленинградский 10

Federal research center of coal and coal chemistry of the SB RAS, Russia, 10 Ave Leningradsky, Kemerovo, 650065, Russian Federation

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева 8/2

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, Ac. Lavrentieva ave., 8/2, Russian Federation

³Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, филиал в г. Междуреченске 652877, Россия, Кемеровская обл., г. Междуреченск, пр-т Строителей 36

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Branch in Mezhdurechensk, 36 Ave Stroiteley, Kemerovo Region, Mezhdurechensk, 652877, Russian Federation

Аннотация:

Исследованы участки самозарастания отвалов угольной промышленности в сухостепной подзоне (Хакасия), лесостепной подзоне Красноярского края (КАТЭК) и подтаежной подзоны Кемеровской области (Кузбасс). Изучены эколого-ценотические характеристики травянистых сообществ при нанесении плодородного слоя почвы и на техногенных элювиях без нанесения почвоулучшителей. В качестве контроля в каждой подзоне выбраны бывшие пахотные земли соответствующего возраста. Проведены геоботанические описания по стандартным методикам с учетом нескольких повторностей, флористические списки обработаны с помощью программного обеспечения IBIS. Отмечается снижение видового разнообразия по мере возрастания аридности подзон: в подтаежной подзоне отмечено 38-52 вида по типам местообитаний, в лесостепной – 34-40, сухостепной – 20-31 вид. Установлено, что во всех трех зонах на отвалах эколого-ценотическая структура травянистых сообществ отвалов смещена на одну ступень в сторону ксероморфизма: на отвалах подтаежной подзоны формируются луговые

фитоценозы, лесостепной подзоны – луговые и лугово-степные, в сухостепной – рудеральные. Нанесение плодородного слоя почвы способствует увеличению параметров травостоя: в подтаежной зоне на таких участках видовое обилие на 18 % выше, чем на залежах, а в сухостепной подзоне проективное покрытие на 33 % выше, чем на техногенных элювиях без нанесения почвоулучшителей. Таким образом, наличие гумусированного горизонта способствует ускорению формирования травянистых экосистем, но не является безусловным фактором достижения ими стадии зональных формаций.

Ключевые слова: отвалы вскрышных пород, КАТЭК, Кузбасс, Хакасия, плодородный слой почвы, фитоценозы, эколого-ценотические группы, эдификаторы, ассектаторы.

Abstract:

Areas of self-attack of coal industry dumps in the dry-steppe sub-zone of Khakasia, forest-steppe sub-zone of Krasnoyarsk Krai (KATEK) and subtaiga sub-zone of Kemerovo region (Kuzbass) were investigated. Ecological-cenotic characteristics of herbaceous communities are studied at application of fertile flat of soil and on man-made elution without application of soil-improving agents. Former arable land of the appropriate age is chosen as a control in each late. Geobotanical descriptions were carried out according to standard methods taking into account several repeats, floristic lists were processed using IBIS software. There is a decrease in species diversity as the aridity of the subzone increases: 38-52 species by habitat types are noted in the subtaiga, 34-40 species are noted in the forest-steppe, 20-31 species are noted in the dry-steppe. It has been established that in all three zones on the dumps the ecological-cenotic structure of grass communities of dumps is shifted by one step towards xeromorphism: on the dumps of the subtaiga late there are formed meadow phytocenoses, forest-steppe - meadow and meadow-steppe phytocenoses, in dry-steppe – ruderal phytocenoses. Application of fertile soil layer contributes to increase of herbal parameters: in the subthareal zone on such areas species abundance is 18% higher than on deposits, and in the dry-steppe subzone projective coating is 33% higher than on man-made elution without application of soil emitters. Thus, the presence of a humus horizon contributes to the acceleration of the formation of herbaceous ecosystems, but is not an unconditional factor in their achievement of the stage of zonal formations

Key words: open rock dumps, KATEK, Kuzbass, Khakasia, fertile soil layer, phytocenoses, ecological-cenotic groups, edifiers, assemblers.

Введение

Достижение первоначального состояния природных ландшафтов, нарушенных угледобычей – процесс неопределенно долгий. Предметом дискуссий является сам факт, возможно ли при современных или даже перспективных технологиях рекультивации воссоздать исходные биосферные свойства экосистем [1]. В то же время, различные рекультивационные приемы позволяют достичь определенного уровня сходства техногенных экосистем с природными [2]. Одним из первых условий успешности восстановления былого биоразнообразия является восстановление ведущей базисной характеристики природных ландшафтов умеренного пояса – почвенного покрова. Немаловажную роль в этом процессе играют, очевидно, природно-климатические факторы, лимитирующие как физиологические процессы отдельной растительной особи, так сообщества в целом.

Цель настоящей работы – провести анализ процессов восстановления растительных сообществ на искусственно созданных почвоподобных образованиях на территории угольных разрезов в различных природно-климатических и эдафических условиях.

Объекты и методы

Объектами исследования выбраны

старовозрастные (25-35 лет) самозарастающие отвалы угольной промышленности, расположенные в трех регионах Сибири, различающихся по природно-климатическим условиям и растительному окружению: сухостепная зона – республика Хакасия (Черногорский угольный разрез), лесостепная зона – лесостепь Красноярского края (Назаровский угольный разрез), и подтаежная зона [3] предгорий Горной Шории Кемеровской области (Листвянский угольный разрез). В каждом регионе в качестве вариантов выбраны участки с нанесением почвоулучшителей (плодородный слой почвы – ПСП, или слой потенциально плодородных пород – ППП – лессовидные суглинки) [4], а также контроль – на залежных землях близкого возраста. В каждом варианте заложены серии из пяти модельных пробных площадей, размером, принятым изучения травянистых сообществ – 10×10 м [5]. Проводилось распределение видов по жизненной стратегии [6] и принадлежности к эколого-ценотическим группам [7] – одной из ведущих характеристик динамики растительного покрова как в естественных местообитаниях [8], так и на отвалах [9]. Для анализа геоботанических описаний использовано ПО IBIS А.А. Зверева [10], для последующей обработки с построением матрицы сходства. Для оценки сходства

растительных сообществ применена ассиметричная шкала Чекановского-Дайса-Соренсона, проведена кластеризация полученной матрицы сходства с помощью программы статистического анализа PAST [11] по методу анализа Брея-Кертиса [12].

Результаты и обсуждение

На пробных площадях обнаружено 146 видов высших сосудистых растений, относящихся к 32 семействам. Отмечается прямая зависимость количества видов от мезофитизации условий произрастания, как на отвалах, так и на залежах: в степи отмечен 20-31 вид, в лесостепи – 34-40, в подтайге – 38-52. В степной зоне видовое обилие напрямую зависит эдафического фактора: без ПСП оно на 35,5 % ниже, чем в контроле, с ПСП – на 28,3 % ниже. В лесостепи подобной зависимости не отмечается, а в подтайге на отвалах с нанесением ПСП количество видов выше, чем в контроле, на 18 % (рис. 1).

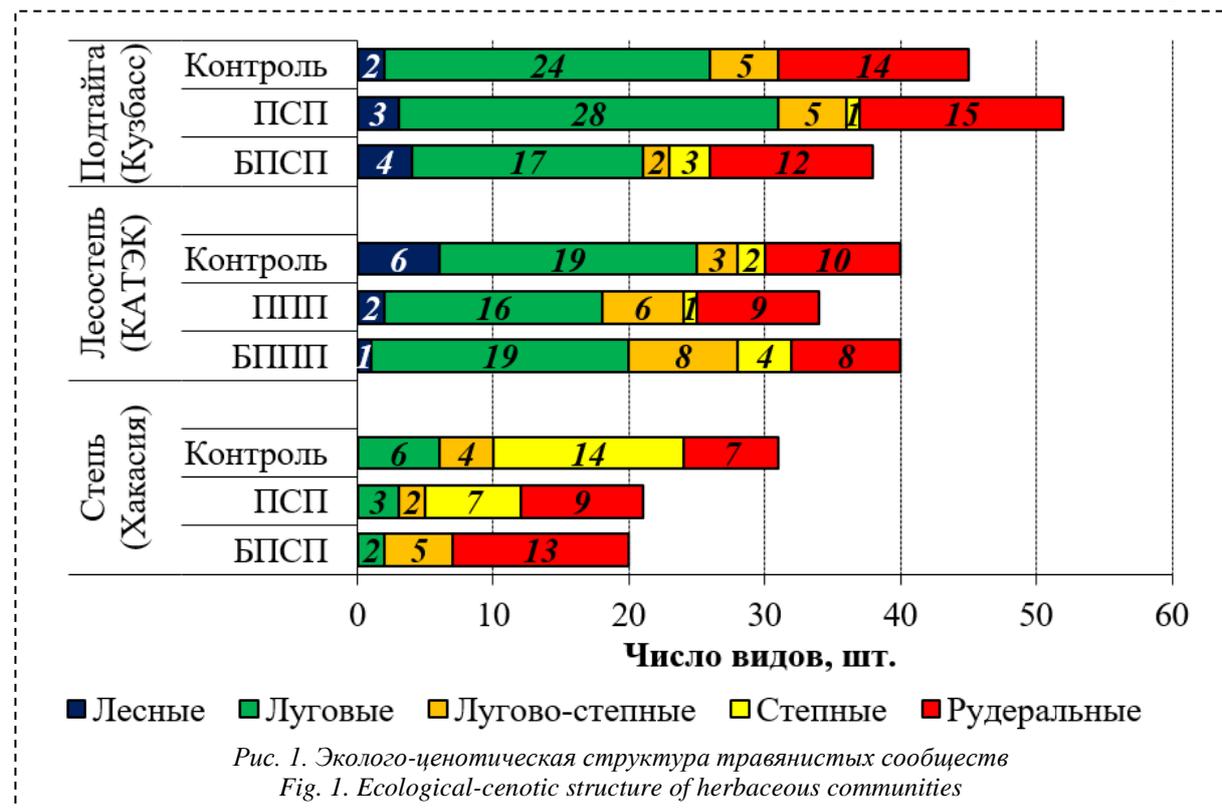
Представлены виды, относящиеся к пяти эколого-ценотическим группам: лесные, луговые, лугово-степные, степные и рудеральные.

В степной зоне на отвалах резко преобладают рудеральные виды – на участках с нанесением ПСП их видовое участие составляет 42,8 %, а без нанесения ПСП – 65 %, что существенно выше, чем в контроле – 22,5 % - где налицо зональная направленность растительной сукцессии. Доля степных видов на ПСП составляет 33 % - второе место после рудеральных. Степные виды не отмечаются. Доля луговых на отвалах минимальна

– 10-14 %, что связано с резким дефицитом влаги в субстрате как эмбриоземов, так и техноземов. В контроле преобладают степные виды – 45 %, и дополняющие их группа лугово-степных – 12,9 %, что свидетельствует зональной направленности растительных сукцессий на залежах, доля рудеральных составляет 22,5 %, значительна доля луговых – 19,3 % – как признак более благополучного водного режима старопашотных почв, по сравнению с местообитаниями на отвалах. Лесные виды в степной зоне не встречаются ни на одном из участков.

В лесостепной подзоне преобладающей является группа луговых видов, они представлены равными долями как на отвалах, так и в контроле – 47-47,5 %. На отвалах несколько выше доли лугово-степных и степных видов – 20,5-30 % в совокупности, в контроле – 12,5 %. Доля лесных видов выше в контроле – 15 %, на отвалах – только 2,5-5,8 %, что свидетельствует о сохранении неустойчивого водного режима старовозрастных отвалов. Рудеральные виды занимают вторую позицию после луговых – 20-26,5 %. Лугово-степные виды выступают ассектаторами сообществ, составляя 7,5-20 %, степные виды встречаются спорадически – 2,9-10 %.

В подтаежной зоне группа луговых видов, как на отвалах, так и в контроле, формируют половину видового состава – 44-53 %. Значительно участие рудеральных видов – 28,8-31,5 % – как на отвалах, так и в контроле. Повсеместно присутствуют лугово-степные виды – 5,2-11,1 %, и лесные виды – 4,4-10,5 % – последние выступают индикаторами



растительного окружения черневой тайги. Степные виды встречаются случайным образом или отсутствуют.

Важнейшим показателем направленности растительной сукцессии и характеристики условий произрастания является проективное покрытие эколого-ценотических групп растений и их представительных видов (рис. 2).

локальные куртины, и были, вероятно, привнесены на отвал в субстрате ПСП. Луговые виды представлены единичными экземплярами.

В контроле, при сохранении высокого участия сорняков – *A. vulgaris* (до 40 %), *Linaria vulgaris* L. (до 10 %), основу проективного покрытия формируют степные – *Poa stepposa* (Krylov) Roshev (до 20 %), *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski

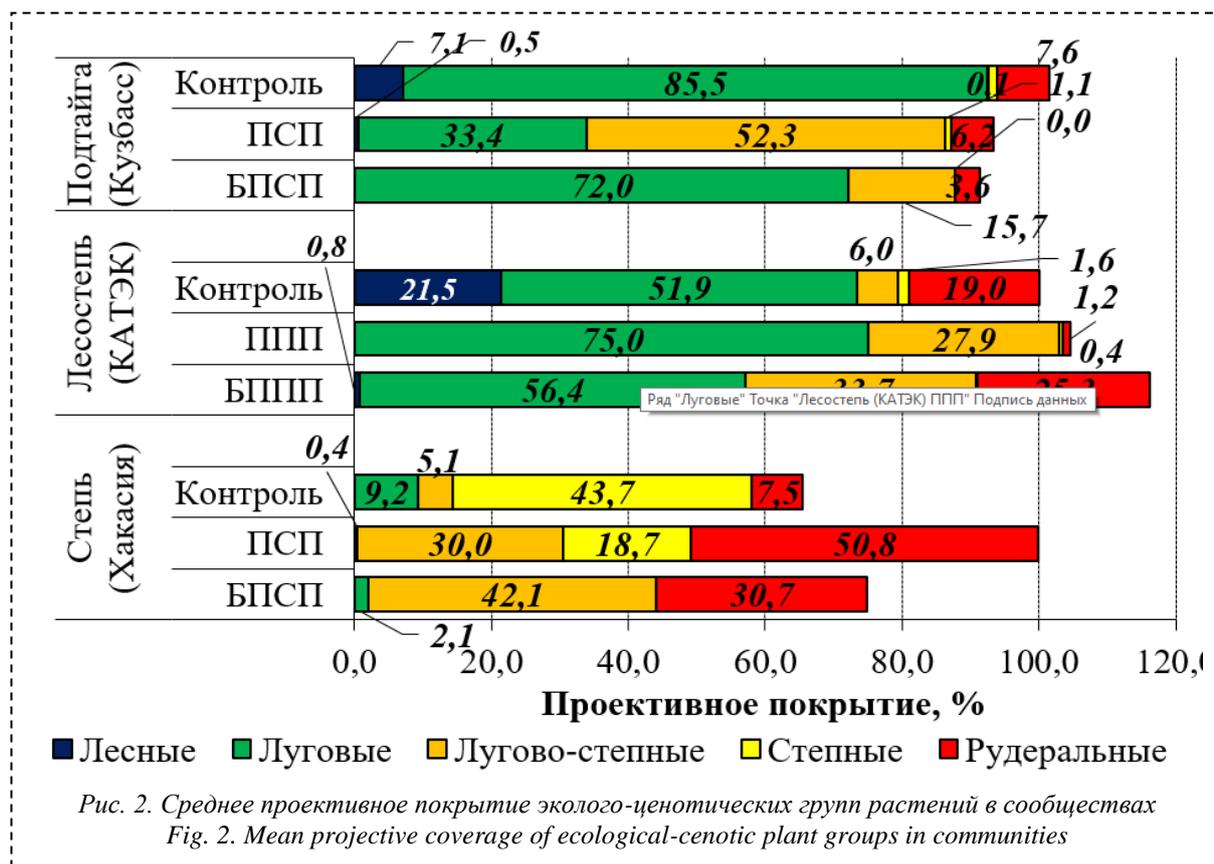


Рис. 2. Среднее проективное покрытие эколого-ценотических групп растений в сообществах
 Fig. 2. Mean projective coverage of ecological-cenotic plant groups in communities

В степной зоне на отвалах без ПСП основу проективного покрытия составляет *Calamagrostis epigeios* L. (до 70 % на различных участках), который, хотя и относится к лугово-степным видам, является представителем ранне- и среднесукцессионных видов простых растительных группировок [13], что не позволяет рассматривать его как элемент зональной направленности сукцессии [14]. Среди рудеральных видов наиболее активны *Elytrigia repens* (L.) Devs. ex Nevski (до 80 %), *Artemisia vulgaris* L. (до 40 %), *Cirsium setosum* (Willd.) Bes (до 30 %), *Convolvulus bicuspidatus* Fisch. ex Link (до 20 %), *Carduus nutans* L. (до 5 %), которые растут фрагментарно, куртинами площадью до нескольких десятков квадратных метров. Прочие виды проективного покрытия не формируют.

На участках с нанесением ПСП рудералы сохраняют лидирующие позиции, однако появляются степные виды, из которых наибольшее участие принадлежит *Allium senescens* L. (до 20 %), *Artemisia annua* L. (до 30 %), *Vincetoxicum thesioides* Freyn (до 10 %), которые также формируют строго

(до 20 %), *Potentilla longifolia* Willd. ex Schldl. (до 20 %), *Stipa capillata* L. (до 5 %) и др., и лугово-степные виды – *Galium verum* L. (до 5 %), *Medicago falcata* (5 %) и др.

В лесостепной зоне на участках без ПСП облик проективного покрытия формируют луговые виды при высокой активности рудералов. Среди первых преобладают *Poa pratensis* L. (до 40 %), *Equisetum arvense* L. (до 15 %), *Achillea millefolium* L. (до 5 %), *Medicago lupulina* L. (до 5 %), *Vicia amoena* Fisch. (до 5 %), *Vicia cracca* L. (до 5 %), среди рудералов сохраняется высокая доля *Melilotus officinalis* (до 30 %) и *Tussilago farfara* L. (до 10 %), характерных для ранних стадий сукцессии.

На отвалах с нанесением ПСП луговые виды безусловно преобладают, абсолютным доминантом является *Poa pratensis* L. (до 70 %), содоминанты – *Equisetum arvense* L. (до 20 %), *Geranium pratense* L. (до 5 %), *Thalictrum simplex* L. (до 5 %), *Vicia cracca* L. (до 5 %) и лугово-степные *Galium verum* L. (до 10 %), *Pimpinella saxifraga* L. (до 5 %) и др. Прочие виды зональной

растительности являются ассектаторами сообщества, доля участия каждого не превышает 1-2 %, распределены равномерно. Рудеральные виды представлены единичным экземплярами – 1,2 % - что свидетельствует о переходе сообщества в стадию замкнутого (зонального) фитоценоза [15].

В контроле основу проективного покрытия формируют луговые виды, характерные для отвалов: высокая доля принадлежит *Bromopsis inermis* L. (до 30 %), сохранившегося, вероятно, как признак бывших культурфитоценозов [16]. Значителен вклад лесных видов, в первую очередь, *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. (до 20 %) и *Heracleum dissectum* L. (до 10 %), вследствие значительной мезофитизации бывших пахотных угодий, по сравнению с местообитаниями отвалов [17]. Среди лугово-степных видов проективное покрытие формируют *G. Verum* (до 5 %), среди рудеральных широко распространен полупаразит *Rhinanthus autemnalis* L. (до 50 %). Из степных видов выраженным ассектатором выступает *Vicia unijuga* A. Br. (до 5 %).

В подтаежной зоне на отвалах без ПСП формируются луговые травянистые сообщества: доля луговых в проективном покрытии в пять раз превышает все остальные группы, вместе взятые. Эдификатором выступает верховой позднесукцессионный злак *Dactylis glomerata* L. (до 60 %) – типичный представитель сложных растительных группировок отвалов [9]. Содоминантом является *Festuca pratensis* L. (до 15 %), ассектаторы – в основном – злаки: *Phleum pratense* L. (до 10 %), *Agrostis gigantea* L. (до 3 %), *Poa angustifolia* L. (до 1 %), из бобовых – *Amoria repens* (L.) C. Presl. (до 2 %) и *Vicia cracca* L. (до 2 %), из разнотравья – *Potentilla canescens* Bess (до 3 %), *Achillea millefolium* L. (до 2 %); прочие луговые виды менее, чем по 1 %. Среди лугово-степных отмечаются *Pimpinella saxifraga* L. (до 20 %) и *Centaurea scabiosa* L. (до 10 %). Рудеральный компонент представлен *Convolvulus arvensis* L., *Taraxacum officinale* L. *Stellaria graminea* L. (по 1 %), остальные – единично. Лесные виды в сложении проективного покрытия не участвуют.

На участках с нанесенным ПСП ведущую роль в проективном покрытии выполняют лугово-степные виды: *Centaurea scabiosa* L. (до 30 %), *Pimpinella saxifraga* L. (до 30 %), *Fragaria viridis* L. (до 30 %). Однако, следует отметить, что эти виды – типичные представители средне- и позднесукцессионных сложных растительных группировок отвалов Кузбасса [17], и являются маркерами ксероморфного эоклина, которым являются местообитания отвалов в условиях достаточного общего увлажнения, а их высокое проективное покрытие не характерно для зональных лугово-степных фитоценозов [18]. Луговым видам в проективном покрытии принадлежит второе место, среди них наиболее обильны *Festuca pratensis* L. (до 40 %), *Galium*

mollugo L. (до 10 %), *A. millefolium* (до 5 %), *Potentilla canescens* Bess (до 5 %), *D. glomerata* (до 2 %), *Leucanthemum vulgare* L. (до 2 %), *Phleum pratense* L., *Trifolium pratense* L., *V. amoena*, *V. cracca* (по 2 %). Рудералы занимают второстепенное место, среди них наиболее активны *Malva neglecta* Wallr. (до 2 %) и *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. (до 2 %). Отмечен степной вид *Senecio jacobaea* L. (до 2 %). Из лесных видов повсеместно встречается *Lathyrus pisiformis* L. (1 %), другие – единичными экземплярами.

В контроле доля проективного покрытия луговых видов максимальна среди всех изученных пробных площадей. Эдификаторами сообщества выступают *D. glomerata* (до 60 %), *V. amoena* (до 40 %), *H. perforatum* (до 20 %), *Ph. pratense* (до 15 %) – в верхнем подъярусе, *P. angustifolia* (до 15 %) – в нижнем подъярусе, ассектаторами – *A. millefolium* (до 5 %), *F. pratensis* (до 15 %), *T. pratense* L. (до 3 %), куртинами встречается *Bromopsis inermis* L. (до 3 %). Спорадически попадает полупаразит *Rhinanthus vernalis* L. (до 5 %), что является признаком начального этапа формирования лугового фитоценоза. По сравнению с местообитаниями отвалов возрастает присутствие лесного компонента, в частности, *Fragaria vesca* L. (до 5 %) и *Chamerion angustifolium* L. (до 3 %). Среди рудералов наибольшей активностью обладает *Taraxacum officinale* L. (до 3 %) и *Pastinaca sylvestris* L. (до 1 %), остальные фитоценологического значения не имеют.

Таким образом, травянистые сообщества, произрастающие на старовозрастных отвалах и залежных землях, обладают следующими основными характеристиками:

1. Степь (Хакасия).

БПСП – простая растительная группировка, ОПП до 60 %;

ПСП – простая растительная группировка с высокой степенью мозаичности, ОПП 85 %;

Контроль – злаково-разнотравная залежь, ОПП 80 %

2. Лесостепь (КАТЭК).

БПСП – сложная бобово-разнотравно-злаковая растительная группировка, ОПП 90 %.

ПСП – сложная разнотравно-злаковая группировка, ОПП 90 %.

Контроль – бобово-злаково-разнотравный низинный лесной луг, ОПП 100 %.

3. Подтайга (Кузбасс).

БПСП – сложная злаково-бобово-разнотравная группировка с выраженными двумя подъярусами, ОПП 95 %.

ПСП – сложная бобово-злаково-разнотравная группировка, ОПП 95 %.

Контроль – умеренно нарушенный разнотравно-злаковый суходольный луг, ОПП 95 %.

На отвалах в сухостепной подзоне отмечается самая высокая степень различия растительного покрова: на участках без ПСП она составляет 58-82

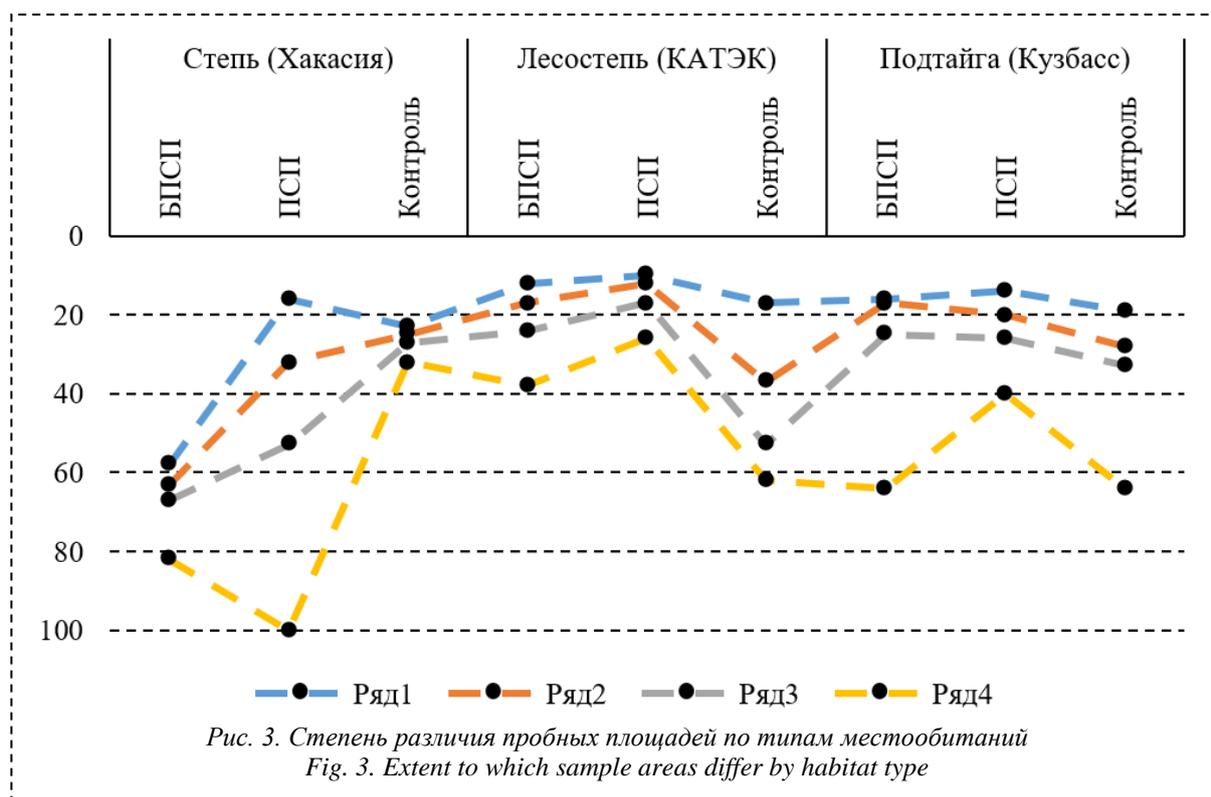


Рис. 3. Степень различия пробных площадей по типам местообитаний
 Fig. 3. Extent to which sample areas differ by habitat type

единиц, с ПСП – еще выше – 16-100, что указывает на локальность распределения популяций отдельных видов и отсутствие ценотических связей в травостое (рис. 3). Вероятно, на отвалах сухостепной зоны, наличие ПСП способствует поселению, локальному закреплению и длительному сохранению в виде моновидовых микрогруппировок популяций устойчивых видов, получающих за счет ПСП удовлетворительное минеральное питание и влагообеспечение. Таким образом, несмотря на положительный эффект продуктивности, наличие ПСП на отвалах не оказывает ускоряющего действия на ход растительной сукцессии. В контроле на залежах, наоборот, выявлена самая низкая степень различия – 23-32, что характеризует сообщества как закономерно организованное сочетание видов с определенными зональными чертами строения, сложившимися отношениями видов, как друг с другом, так и со средой.

На отвалах лесостепной подзоны налицо сложная, закономерно формирующаяся, структура сообществ – степень различия низкая, составляет 10-38 единиц, с незначительными колебаниями на участках с ПСП и без ПСП. В контроле различие выше – 17-62, несмотря на обилие и высокую долю проективного покрытия зональных видов – что связано, с высокой динамичностью формирования сообществ на залежах, присутствию в растительном окружении видов как лугово-степного, так и лесного компонента.

Подобное сочетание отмечается и в подтаежной зоне, причем как в контроле, так и на отвалах. На участках с ПСП степень различия

несколько ниже – 14-40, что указывает на состояние фитоценозов, близкое к замкнутому. На участках без ПСП травостой находится в менее стабильном состоянии – различие описаний составляет 16-64, как и на залежах – 19-64. Таким образом, наличие ПСП на отвалах в лесостепной и подтаежной подзонах способствует ускорению сукцессий травянистых сообществ.

Заключение

Самозарастание местообитаний отвалов вскрышных пород в каждой природно-климатической подзоне приводит к формированию травянистых сообществ с внутренней структурой, смещенной на одну ступень в сторону ксероморфизации по сравнению с растительным окружением ненарушенных территорий. Так, на отвалах подтаежной подзоны Кузбасса формируются луговые фитоценозы, в лесостепной подзоне КАТЭЖа – луговые со значительной долей лугово-степного и рудерального компонентов, а в сухостепной подзоне Хакасии сохраняются рудеральные сообщества с незначительным привнесением степных и лугово-степных растений. Вместе с тем, подобная тенденция отмечается и для бывших пахотных угодий подтаежной и лесостепной подзон, но не для сухостепной подзоны, где на залежах сукцессия идет по выраженному степному типу, в отличие от отвалов.

Нанесение в качестве почвоулучшителя зонального гумусированного плодородного слоя почвы способствует улучшению количественных и качественных характеристик травянистого покрова. В сухостепной подзоне при нанесении

ПСП отмечается увеличение общего проективного покрытия, однако по видовому обилию такие участки не достигают контрольных показателей залежей, в лесостепной подзоне эти различия несущественны, а в подтаежной подзоне видовое обилие участков отвалов с ПСП даже выше, чем таковое на залежах. Последнее связано, вероятно, с

формированием на отвалах более благоприятных условий водно-воздушного режима для произрастания луговых видов, по сравнению с условиями зональных серых лесных почв.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант 19-29-05086

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куприянов, А. Н. Закономерности восстановления растительного покрова на отвалах Кузбасса / А.Н. Куприянов, Ю.А. Манаков. Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 2. – С. 51-58.
2. Методические рекомендации по реставрации лугово-степной растительности на отвалах угольной промышленности в Кузбассе / Куприянов, А.Н., Уфимцев В.И., Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов О.А. Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2017. – 44 с.
3. Лашинский, Н.Н. Лесные луга подтайги Обь-иртышского междуречья / Н.Н. Лашинский, М.Н. Тищенко. Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2011. – № 3 (15). С. 92-97.
4. Гаджиев, И.М. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель / И.М. Гаджиев, В.М. Курачев, В.А. Андроханов. – Новосибирск, ЦЭРИС, 2001. – 38 с.
5. Полевая геоботаника / Ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагин. – Т. 5. – М., Л., 1976. – 320 с.
6. Богатырев, Л.Г. Словарь терминов и показателей, используемых при изучении биологического круговорота / Л.Г. Богатырев, В.М. Телеснина. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 184 с.
7. Работнов, Т.А. Фитоценология. 3-е изд. перераб., и доп. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 351 с.
8. Ковылина, О.П. Развитие травянистой растительности в полевых полосах разного породного состава в условиях Ширинской степи Хакасии / О.П. Ковылина, Н.В. Ковылин, Н.В. Сухенко. Сибирский экологический журнал. – 2009. – № 5. – С. 673-680.
9. Манаков, Ю.А. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса / Ю.А. Манаков, Т.О. Стрельникова, А.Н. Куприянов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 167 с.
10. Зверев, А.А. Информационные технологии в изучении растительного покрова. – Томск, 2007. – 304 с.
11. Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Paleontologia Electronica 4 (1). Режим доступа: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. [10.10.2019].
12. Новаковский, А. Электронный журнал “Jahrbuch für EcoAnalytic und EcoPatologic”. Методы ординации в современной геоботанике. Режим доступа: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A26/Ordinate.htm>. [13.10.2019].
13. Куприянов, А.Н. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса / А.Н. Куприянов, Ю.А. Манаков, Л.П. Баранник. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. – С. 124.
14. Ламанова, Т.Г. Особенности естественного зарастания вскрышных отвалов в аридных районах республики Хакасия / Т.Г. Ламанова, О.С. Сафронова. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47. № 1 (254). – С. 25-31.
15. Стрельникова, Т.О. Особенности флоры отвалов угольных разрезов Кемеровской области / Т.О. Стрельникова, Ю.А. Манаков. Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2010. – № 2 (10). – С. 44-57.
16. Ламанова, Т.Г. Агрофитоценозы на отвалах в южной части кузнецкой котловины / Т. Г. Ламанова, Н. В. Шеремет. – Новосибирск: Изд-во «Офсет», 2010. – 224 с.
17. Манаков, Ю. А. Парциальные флоры техногенных экотопов Кузбасса. Вестник ОрГУ. – 2009. – № 9 (103). – С. 104-109.
18. Растительный мир Караканского хребта / Н.Н. Лашинский, С.А. Шереметова, Н.И. Макунина, Т.Е. Буко, О.Ю. Писаренко. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011. – 120 с.

REFERENCES

1. Kupriyanov A. N., Manakov A. Yu. Zakonomernosti vosstanovleniya rastitel'nogo pokrova na otvalakh Kuzbassa [Regularities of restoration of plant cover on the dumps of the Kuznetsk Basin]. Sibirskij Lesnoj Zurnal = Siberian Journal of Forest Science. 2016. N. 2: 51-58
2. Kupriyanov A.N., Ufimtsev V.I., Manakov Yu.A., Strel'nikova T.O., Kupriyanov O.A. Metodicheskie

rekomendatsii po restavratsii lugovo-stepnoy rastitel'nosti na otvalakh ugol'noy promyshlennosti v Kuzbasse [Guidelines for the restoration of meadow-steppe vegetation on the dumps of the coal industry in Kuzbass]. Kemerovo: Irbis publ., 2017. 44 p. (rus)

3. Lashchinskiy N.N., Tishchenko M.N. Lesnye luga podtaygi Ob'-irtyshskogo mezhdurech'ya [Subtaiga forest meadows from ob-irtish watershed]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology. 2011. № 3 (15). 92-97. (rus)

4. Gadzhiev I.M., Kurachev V.M., Androkhonov V.A. Strategiya i perspektivy resheniya problem rekul'tivatsii narushennykh zemel' [Strategy and prospects for solving the problems of reclamation of disturbed lands]. Novosibirsk, TsERIS publ., 2001. 38 p. (rus)

5. Polevaya geobotanika [Field geobotany]. Editors: Lavrenko E.M., Korchagin A.A.. Vol. 5. M., L., 1976. 320 p. (rus)

6. Bogatyrev L.G., Telesnina V.M. Slovar' terminov i pokazateley, ispol'zuemykh pri izuchenii biologicheskogo krugovorota [Dictionary of terms and indicators used in the study of the biological cycle]. M.: MAKS Press publ., 2010. 184 p. (rus)

7. Rabotnov T.A. Fitotsenologiya [Phytocenology]. 3rd edition supplemented and revised. M.: Publ. of Moscow State University, 1992. 351 p. (rus)

8. Kovylyina O.P., Kovylin N.V., Suhenko N.V. Development of grass vegetation in field-protective belts of different species composition under the conditions of the Shira Steppe in Khakasia. Sibirskiy Ekologicheskyy Zhurnal = Contemporary Problems of Ecology. 2009. N16(5). 673-680.

9. Manakov Yu.A. Strel'nikova T.O., Kupriyanov A.N. Formirovanie rastitel'nogo pokrova v tekhnogennykh landshaftakh Kuzbassa [The formation of vegetation in the technogenic landscapes of the Kuzbass]. Novosibirsk: SO RAS publ., 2011. 167 p. (rus)

10. Zverev A.A. Informatsionnye tekhnologii v izucheniyakh rastitel'nogo pokrova [Information technology in land cover studies]. Tomsk, 2007. 304 p. (rus)

11. Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1). Access mode: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm [10.10.2019].

12. Novakovskiy A. Elektronnyy zhurnal "Jahrbuch fur EcoAnalytic und EcoPatologic". Metody ordinatsii v sovremennoy geobotanike [The electronic journal "Yearbook for EcoAnalytic and EcoPatologic". Ordination methods in modern geobotany]. Access mode: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A26/Ordinate.htm>. [13.10.2019].

13. Kupriyanov A.N. Manakov Yu.A., Barannik L.P. Vosstanovlenie ekosistem na otvalakh gornodobyvayushchey promyshlennosti Kuzbassa [Restoration of ecosystems on the dumps of the mining industry of Kuzbass]. Novosibirsk: Academic publ. «Geo», 2010. 124 p. (rus)

14. Lamanova T.G., Safronova O.S. Osobennosti estestvennogo zarastaniya vskryshnykh otvalov v aridnykh rayonakh respubliky Khakasiya [Features of natural overgrowing overburden dumps in arid regions of the Republic of Khakassia]. Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki = Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2017. Vol. 47. N 1 (254). 25-31. (rus)

15. Strelnikova TO, Manakov YuA. Features of coal mines dumps flora of Kemerovo region. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology. 2010. N 2(10). 44-57.

16. Lamanova T.G., Sheremet N.V. Agrofitotsenozy na otvalakh v yuzhnoy chasti kuznetskoy kotloviny [Agrophytocenoses on dumps in the southern part of the Kuznetsk depression]. Novosibirsk: Publ. «Ofset», 2010. 224 p. (rus)

17. Manakov, Yu. A. Partzial'nye flory tekhnogennykh ekotopov Kuzbassa [Partzial'nye flory tekhnogennykh ekotopov Kuzbassa]. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Orenburg State University. 2009. N 9 (103). 104-109. (rus)

18. Lashchinskiy N.N., Sheremetova S.A., Makunina N.I., Buko T.E., Pisarenko O.Yu. Rastitel'nyy mir Karakanskogo khrebtta [Flora of the Karakan ridge]. Novosibirsk: Academic publ. «Geo», 2011. 120 p. (rus)

Поступило в редакцию 15.11.2019

Received 15 November 2019