

ПАРЦИАЛЬНЫЕ ФЛОРЫ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ КУЗБАССА

В статье рассматриваются парциальные флоры восьми мезо- и микроэкотопов отвалов вскрышных пород. Проведен таксономический анализ в целом по местообитаниям. Показано, что число видов в парциальных флорах отвалов напрямую зависит от уровня благоприятности экологических условий местообитаний, которые детерминируются литологией, орографией и режимом увлажнения.

Ключевые слова: парциальная флора, техногенный экотоп.

Добыча полезных ископаемых карьерным способом неизбежно приводит к катастрофическим изменениям природного ландшафта, поскольку при этом разрушается его литогенная основа, гидрологические условия местности, а также основные компоненты биосферы: почвенный и растительный покров, животное население. Фактически на месте природного создается новый тип ландшафта, который под влиянием внешних биотических и абиотических факторов проходит свой особый путь развития.

Одним из крупнейших угледобывающих районов в мире является Кузбасс. В результате горнодобывающих работ здесь нарушено 91,7 тыс. га земли [1, 2]. Эти техногенные геоморфологические образования длительное время структурно и геохимически нестабильны и трудно поддаются рекультивации с выраженным экологическим и хозяйственным эффектом. На большей части территории карьеров и отвалов растительность восстанавливается естественным образом, без участия человека. С этой точки зрения отвально-карьерные ландшафты являются хорошими моделями для изучения начальных стадий восстановления ландшафтных компонентов, в частности растительности.

Целью данной работы является изучение формирования растительного покрова на отвалах угледобывающих предприятий Кузбасса в различных экологических условиях. Исследования проводились на отвалах вскрышных пород Кедровского угольного разреза, расположенного вблизи областного центра Кемерово (рис. 1), который был выбран в качестве модельного, поскольку здесь используются все основные способы вскрыши надугольных пластов: бестранспортная, транспортная и с использованием средств гидромеханизации. В зависимости от способа вскрыши образуются отвалы горных пород, имеющих ряд различий между собой по форме,

составу горных пород, и в целом по экологическим условиям имеющихся местообитаний. Горные породы отвалов представлены глинами, суглинками, песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Четвертичные породы (глины и суглинки) составляют верхний слой осадочных пород. Под ними располагаются пермские породы, основу которых составляют песчаники (72-78%), меньше алевролитов (28-30%) и очень мало аргиллитов (до 2%) [3]. Возраст отвалов, сложенных песчаниками, составлял в основном до 15 лет, а отвалы суглинков, были отсыпаны не менее 20 лет назад. В соответствии с классификацией отвалов В.В. Тарчевского [4] отвалы Кедровского угольного разреза являются молодыми и средневозрастными. Нами изучались только те отвалы, поверхность которых не была затронута работами по рекультивации.

Основным лимитирующим фактором в условиях рассматриваемого нами отвально-карьерного ландшафта является влажность субстратов, которая зависит от следующих характеристик отвала: типа породы, возраста отвала, экспозиции склона и положения площадки на одной из третей склона отвала.

Мы разделяем мнение А.А. Титляновой с соавторами [5] о том, что не спланированные отвалы горных пород следует рассматривать как формирующиеся катены. Поэтому и для выделения местообитаний мы использовали терминологию авторов для обозначения позиций на склоне отвала: на вершине – элювиальная позиция, собственно на склоне – транзитная и у подножья – аккумулятивная.

На основании проведенных исследований на отвалах вскрышных пород выделено 8 групп экотопов, контрастных по своим экологическим характеристикам, которые определяют степень относительной благоприятности местообитаний.

Следует отметить, что местообитания на отвалах можно называть «благоприятными» только в относительном смысле – более или менее относительно друг друга (рис. 2). При этом необходимо учитывать, что степень благоприятности условий местообитаний наиболее контрастно проявляется на свежих и молодых отвалах, а с возрастом граница становится практически незаметной.

На выровненных или пологих участках поверхности песчаных отвалов благоприятность условий экотопа определяется в основном степенью выветрелости песчаников, иначе говоря, относительной долей содержащихся в субстрате частиц мелкой, средней и крупной фракций.

Изучение растительного покрова техногенных ландшафтов проводилось методами сравнительной флористики, путем выявления парциальных флор в мезо- и микроэкотопах [6, 7, 8]. Для этого в каждой группе местообитаний составлено от 22 до 61 геоботанических описаний (392 описания по всем ПФ), на основе которых были составлены сводные списки видов с указанием встречаемости и проективного покрытия. Все геоботанические описания были разведены по стадиям сингенетической сукцессии: а) пионерная группировка (C_1), простой фитоценоз (C_2), сложный фитоценоз (C_3). Обработка полученных данных проводилась с использованием программы IBIS, разработанной А.А. Зверевым [9]. Оценка сходства ПФ по видовому составу проводилась с помощью программы «Biostat» v.1.1. [10, 11], методом кластерного анализа, который автоматически ранжирует таксономические спектры. Матрицы видового пересечения мы анализировали, используя меры сходства Жаккара – Малышева.

Парциальные флоры песчаных отвалов представлены следующими типами: ПФ₁ (69 описаний) – в неблагоприятных местообитаниях склонов; растительные сообщества представлены стадиями C_1 и C_2 ; ПФ₂ (61 описание) – в умеренно благоприятных местообитаниях склонов; растительные сообщества представлены C_1 и C_2 ; ПФ₃ (47 описаний) – в благоприятных местообитаниях склонов; растительные сообщества представлены C_1 , C_2 , C_3 ; ПФ₄ (22 описания) – в неблагоприятных местообитаниях на выровненных поверхностях; растительные сообщества представлены C_1 и C_2 ; ПФ₅ (25 опи-

саний) – в умеренных местообитаниях на выровненных поверхностях; растительные сообщества представлены C_2 ; ПФ₆ (55 описаний) – в благоприятных местообитаниях на выровненных поверхностях; растительные сообщества представлены стадиями C_2 и C_3 ; Парциальные флоры лессовидных суглинков – ПФ_с (52 описания); растительные сообщества в большинстве случаев находятся на стадии C_3 ; Парциальные флоры береговой зоны гидроотвалов – ПФ_г (61 описание); растительные сообщества представлены стадией C_3 .

ПФ отвалов лессовидных суглинков и гидроотвалов являются ПФ мезоэкотопов, в то время как все остальные представляют собой ПФ микроэкотопов песчаных отвалов. Сравнение ПФ мезо- и микроэкотопов счита-



Рисунок 1. Расположение Кедровского угольного разреза

		Экспозиции склона		
		Ю-ЮЗ-З	В-ЮВ	С-СВ-СЗ
Зона катены	ЭЛ	Н	Н	У
	ТР	Н	У	Б
	АК	У	Б	Б

Рисунок 2. Степень благоприятности местообитаний на откосах транспортных отвалов, сложенных песчаниковыми породами (Н – неблагоприятные, У – умеренно благоприятные, Б – благоприятные). Зоны катены (ЭЛ – элювиальная; ТР – транзитная; АК – аккумулятивная)

Таблица. Таксономическая структура парциальных флор Кедровского углеразреза

Параметры	Парциальные флоры							
	ПФ ₁	ПФ ₂	ПФ ₃	ПФ ₄	ПФ ₅	ПФ ₆	ПФ _С	ПФ _Г
Общее число:								
видов	110	115	130	121	109	160	158	131
родов	89	91	101	98	86	123	123	94
семейств	32	30	34	32	26	40	39	29
Число видов в семействе:								
1. Asteraceae (всего 40 видов)	26	25	26	27	26	30	25	25
2. Fabaceae (26)	11	11	15	13	12	18	18	15
3. Poaceae (24)	10	9	10	11	11	14	13	14
4. Rosaceae (21)	11	11	11	10	9	13	18	11
5. Brassicaceae (15)	3	7	3	10	4	7	3	4
6. Apiaceae (12)	2	3	4	1	4	5	6	1
7. Salicaceae (12)	4	5	6	5	7	9	5	7
8. Lamiaceae (11)	3	3	6	3	4	5	7	8
9. Ranunculaceae (11)	1	0	1	1	0	2	6	3
10. Caryophyllaceae (11)	3	5	6	5	4	6	6	4

ется вполне допустимым, т. к. соотношения их элементов близки [6].

Число видов сосудистых растений в ПФ колеблется незначительно: самые богатые насчитывают 158-160 видов, самые бедные – около 110-115 видов. Различия по числу видов наблюдаются между ПФ относительно благоприятных местообитаний (ПФ₆, ПФ_С, ПФ_Г) и ПФ умеренных, неблагоприятных местообитаний (ПФ_{2,4,5}). Самыми богатыми по числу видов оказались благоприятные местообитания на выровненных поверхностях песчаниковых отвалов (161 вид), очень близкими по этому показателю – ПФ_С на отвалах лессовидных суглинков (158 видов). Наименьшее число видов (по 110) – в ПФ неблагоприятных местообитаний склонов и умеренных местообитаний на выровненных поверхностях песчаниковых отвалов. Изменение числа видов в ПФ отвалов в значительной степени зависит от уровня благоприятности экологических условий местообитаний, а именно от типа горных пород и степени их выветрелости, а также от экспозиции склона и местоположения площадки на склоне. Наибольшее видовое богатство присуще ПФ экотопов с высоким содержанием в субстрате частиц мелких фракций, а также в местообитаниях отвалов лессовидных суглинков (табл.). В этой связи хотелось бы отметить, что экотопы ПФ₆ обладают самым широким спектром экологических условий, что обеспечивает поселение видов с разными экологическими требованиями. В данной ПФ число видов больше, чем в других.

Из таблицы следует, что в сем. *Asteraceae* число видов варьирует в основном незначительно: 25-27 видов (рис. 3 а), при этом больше половины из них являются общими для всех парциальных флор – *Artemisia sieversiana*, *Cirsium setosum*, *Lactuca serriola*, *Matricaria perforata* и др. Это виды с широкой экологической амплитудой, которые долго удерживают свои позиции в составе растительных сообществ в ходе восстановительной сукцессии. В более благоприятных экотопах (ПФ₆, ПФ_С, ПФ_Г) сорные виды замещаются более конкурентоспособными видами зональных сообществ (*Crepis sibirica*, *Inula salicina*, *Cacalia hastata*). Поэтому равное количество видов определенного семейства в ПФ не предполагает одинаковость флористических списков.

В семействах *Apiaceae*, *Salicaceae*, *Lamiaceae* хорошо прослеживается тенденция к повышению числа видов в ПФ с более благоприятными условиями местообитаний на песчаниковых отвалах (рис. 3 е, ж, з). Наименее благоприятными для видов *Apiaceae* являются местообитания с высокой каменистостью субстрата, а также местообитания гидроотвалов, где встречен всего один вид – *Pastinaca sylvestris*, встречающийся во всех других ПФ. Больше всего видов этого семейства обнаружено на отвалах лессовидных суглинков, на которых сформировались фитоценозы, по составу и структуре близкие к зональным. Большинство видов из *Salicaceae* и *Lamiaceae* предпочитают экотопы с повышенным увлажнением, что соответствует их распределению на склоновых и выровненных местах

отвалов. В распределении видов *Lamiaceae* выявляются следующие особенности (рис. 3з): в наиболее неблагоприятных экотопах (ПФ_{1,2,4}) стабильно встречаются широко распространенные на отвалах сорняки *Dracocephalum nutans*, *Galeopsis bifida*, а также луговой ксерофит *Phlomis tuberosa*. Тяготение видов этого семейства к местообитаниям с повышенным уровнем влажности проявляется в том, что половина из них отмечена в ПФ₃ и ПФ₆, а затем число видов растёт от ПФ₄ к ПФ₈ и в последней достигает максимума – 8 видов из 11, причем *Lycopus europaeus* и *Scutellaria galericulata* встречаются только на гидроотвалах.

Также обнаруживается некоторое сходство в распределении числа видов по ПФ отвалов в сем. *Rosaceae* и *Ranunculaceae* (рис. 3г, и). В целом розоцветные в каждой ПФ представлены обильно. В различных местообитаниях отвалов постоянно встречаются *Potentilla chrysantha*, *P. argentea*, *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus* и др. Однако наилучшие условия для обитания розоцветных обнаруживаются на бестранспортных отвалах (ПФ₁). На отвалах лессовидных суглинков, где растительные сообщества находятся в максимуме своего сукцессионного развития, встречается 90% всех розоцветных, входящих во флору отвалов. Такая же тенденция наблюдается в распределении видов по парциальным флорам в сем. *Ranunculaceae*, но общая активность видов значительно ниже (рис. 3и). Практически везде встречается только 1 вид, индифферентный к степени напряженности фактора влажности, – *Thalictrum minus*. В отношении других видов наблюдается характерная специализация. Так, *Ranunculus repens*, *Ranunculus sceleratus* растут во влажных местообитаниях на гидроотвалах. *Aconitum septentrionale*, *Ranunculus acris*, *R. monophyllus*, *R. polyanthemos*, *Anemonoides caerulea* – в молодых лесных и луговых сообществах на отвалах лессовидных суглинков. Можно заключить, что виды этого семейства на отвалах встречаются в наибольшей полноте только в самых благоприятных местообитаниях.

В условиях отвалов экологически сходными оказываются сем. *Fabaceae* и *Caryophyllaceae*, включающие в себя виды в основном из зональных фитоценозов, поэтому чаще всего они встречаются в сукцессионно более развитых молодых луговых и лесных сообществах. Например, в благоприятных местообитаниях транс-

портных отвалов и средневозрастных отвалов лессовидных суглинков (рис. 3б, к). Из *Fabaceae* можно выделить *Lathyrus gmelinii*, *L. vernus*, *Trifolium pratense*, *Vicia amoena*, *V. sylvatica*; из гвоздичных – *Cerastium holosteoides*, *Gypsophila altissima*, *Stellaria graminea*, *Silene nutans*. Довольно высокий процент видов обоих семейств отмечается в благоприятных экотопах на склонах транспортных отвалов.

Интересно проследить распределение видов сем. *Poaceae*. В целом количество видов этого семейства по парциальным флорам варьирует незначительно – от 9 до 14 видов (рис. 3в). При этом 9 из них – виды, встречающиеся во всех 8-ми ПФ: *Elytrigia repens*, *Dactylis glomerata*, *Calamagrostis epigeios*, *Phleum pratense* и др. Но все они имеют приуроченность к определенным экотопам, где их встречаемость выше. Например, *Bromopsis inermis*, *Festuca pratensis*, *Poa angustifolia* наиболее активны в ПФ выположенных поверхностей транспортных отвалов (ПФ_{4,5,6}). *Phleum pratense*, *Phragmites australis*, *Poa palustris* резко повышают свою активность на гидроотвалах. В относительно благоприятных местообитаниях (ПФ₆, ПФ_с и ПФ₁) наряду с остальными встречаются такие злаки, как *Brachypodium pinnatum*, *Melica nutans*, *Milium effusum*, *Poa trivialis*, *Alopecurus aequalis*, *A. pratensis*, в то время как на транспортных отвалах, сложенных песчаниками, выступают неприхотливые виды (*Setaria viridis*, *Elymus caninus*, *E. sibiricus*).

Наиболее оригинальное распределение видов в ПФ отмечается для сем. *Brassicaceae*. (рис. 3д). Наибольшее число видов отмечено в ПФ_{2,4} и ПФ₆ – 7, 10 и 7 видов соответственно; наименьшее – в ПФ_{1,3,5}, а также в ПФ_с и ПФ_г –

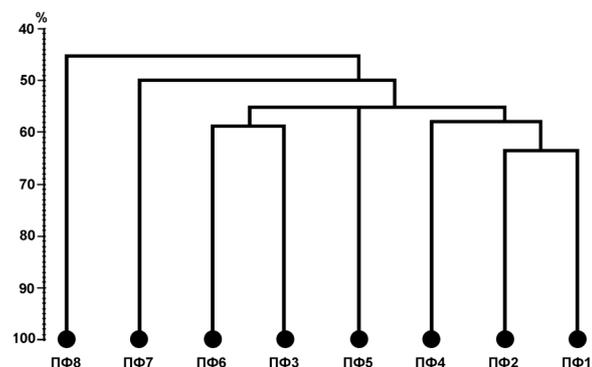


Рисунок 4. Дендрограмма сходства парциальных флор по видовому составу (мера сходства Жаккара - Малышева).

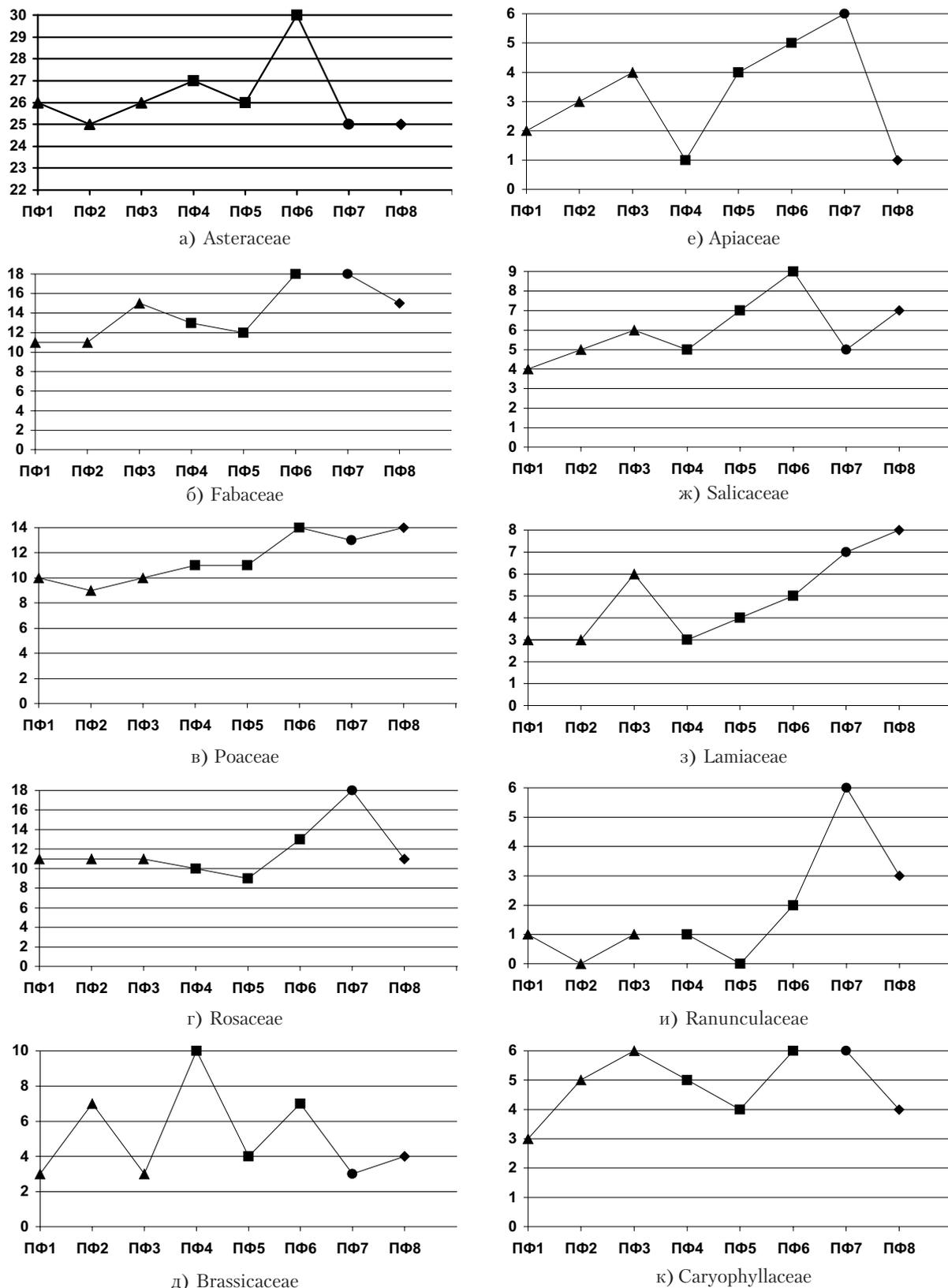


Рисунок 3. Изменение количества видов в парциальных флорах 10-ти ведущих семейств на отвалах Кедровского угольного разреза. Треугольниками обозначены местообитания на склонах песчаных отвалов; квадратами – местообитания на плакорных участках песчаных отвалов; кружком – местообитания отвалов лессовидных суглинков; ромбом – местообитания гидроотвалов.

по 3-4 вида. Такое распределение вполне закономерно: практически все виды этого семейства – сорные одно-, двулетники, которые поселяются на первых стадиях сукцессии в умеренно благоприятных местообитаниях транспортных отвалов, а также там, где субстрат еще недостаточно выветрелый, однако для малолетних растений количество содержащегося мелкозема достаточно для успешного роста. Среди пионеров, общих для ПФ₂ и ПФ₄ можно отметить *Camelina microcarpa*, *Lepidium densiflorum*, *Erysimum hieracifolium*. Только в ПФ₄ выявлены *Berteroa incana* и *Brassica juncea*. В более сукцессионно продвинутых сообществах количество видов этого семейства снижается.

На дендрограмме сходства видового состава (рис. 4) видно, что на очень низком уровне связи все ПФ разбиваются на 2 группы: ПФ_Г – гидроотвалов и ПФ транспортных и бестранспортных отвалов, что отражает сильное различие условий местообитаний. Затем наибольшее сходство обнаруживают ПФ₁ и ПФ₂, а также ПФ неблагоприятных (ПФ₄) и умеренно благоприятных (ПФ₃) местообитаний на несклоновых поверхностях песчаных отвалов.

Наибольшей степенью схожести обладают ПФ неблагоприятных и умеренно благоприятных местообитаний на склонах и плакорных участках транспортных отвалов песчаных горных пород, что объясняется сходством условий их формирования.

Таким образом, число видов в парциальных флорах отвалов напрямую зависит от уровня благоприятности экологических условий местообитаний, которые детерминируются типом горных пород, степенью их выветрелости, а также экспозицией склона отвала и местоположением площадки на склоне. Наибольшее количество видов по парциальным флорам выявлено в ПФ₆ и ПФ_С, что достигается благодаря наличию относительно благоприятных и более разнообразных экотопов на плакорных участках транспортных песчаных отвалов и отвалах лессовидных суглинков.

Число видов и состав в ПФ сходны в типах местообитаний, которые сходны по своему местоположению в ландшафте и составом слагающих пород. Наиболее близки ПФ₁ и ПФ₂; ПФ₄ и ПФ₃; ПФ₆ и ПФ_С. Состав ПФ_Г имеет наиболее резкие отличия от других ПФ.

Список использованной литературы:

1. Счастливцев Е.Л. Об экологической безопасности угледобывающих районов Кузбасса // Региональные проблемы устойчивого развития природоресурсных регионов и пути их решения. Труды IV международной научно-практической конференции. Т. 2. Кемерово: ИУУ СО РАН, 2003. – С. 199.
2. Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастливцев Е.Л., Н.Ю. Вашлаева. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. – Новосибирск: Наука, 2005. – С. 7.
3. Манаков Ю.А. Сосудистые растения отвалов вскрышных пород Кедровского угольного разреза // Бот. иссл. Сибири и Казахстана. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1997. – Вып. 3. – С. 41-54.
4. Тарчевский В.В. Классификация промышленных отвалов // Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. – Свердловск, 1970. – С. 84-89.
5. Сукцессии и биологический круговорот /А.А. Титлянова, Н.А. Афанасьев, Н.Б. Наумова и др. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1993. – 157 с.
6. Юрцев Б.А. О некоторых дискуссионных вопросах сравнительной флористики //Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. – СПб., 1994. – С. 15-33.
7. Юрцев Б.А. Некоторые тенденции развития метода конкретных флор //Бот. ж. 1975. – Т.60. – №1. – С. 69-83.
8. Юрцев Б.А., Семкин Б.И. Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов // Бот. ж. 1980. – Т. 65. – №12. – С. 1706-1718.
9. Зверев А. А. Современное состояние развития информационной ботанической системы IBIS // Чтения памяти Ю. А. Львова. – Томск, 1998. – С. 44-45.
10. Зверев А.А. Сравнительный анализ флор с помощью компьютерной системы «IBIS» //Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики: Мат-лы IV рабочего совещания по сравнительной флористике, Березинский биосферный заповедник, 1993. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 1998. – С. 284-288.
11. Пяк А.И., Зверев А.А. Опыт сравнительного анализа локальных флор с помощью прикладного статистического пакета Biostat // Ботан. журн., 1997. – Т. 82. – №5. – С. 64-75.

Manakov Yu. A.

PARTIAL FLORAS OF INDUSTRIAL ECOTOPES OF KUZBASS

The article covers partial floras of 8- meso- and microecotopes of overburden refuse. Taxonomic analysis in ecotopes has been carried out in general. It is shown that the number of species in partial floras of refuses depends directly upon how favourable ecotope is, which in turn is determined by lithology, orography and moisture regime.

Key words: partial flora, industrial ecotope

Информация об авторе:

Манаков Ю.А., заведующий лабораторией фитомелиорации Института экологии человека СО РАН (ИЭЧ СО РАН), кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, г. Кемерово, тел. (3842) 287289, 575119, e-mail: kem401@gmail.com