

ЕСТЕСТВЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОТВАЛАХ ДОБЫЧИ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. КОПЕЙСКА (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2023

Назаренко Н.Н.^{1,2}, Долгонос К.А.¹

¹Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет
(г. Челябинск, Российская Федерация)

²Южно-Уральский государственный медицинский университет (г. Челябинск, Российская Федерация)

Аннотация. В статье охарактеризованы растительность и биотопы, формирующиеся в результате естественного зарастания территорий, нарушенных при добыче каменных углей в окрестностях г. Копейска (Челябинская область). В результате проведенных исследований на терриконах и межтерриконных пространствах обнаружено 88 видов сосудистых растений, из которых 7 – древесные виды. Установлено, что в процессе естественного зарастания отвалов из пионерных рудеральных и галофитных сообществ активно формируются лесные и луговые растительные сообщества. Методами многомерной статистики определено 15 фитоценозов, выделение которых определяется и древесными породами, формирующими лесной полог. Выявленные растительные сообщества характеризуются специфическими режимами ведущих абиотических факторов биотопов и образуют ряды биотопического и ценоотического замещения, формирующие сylvантную (лесную) и пратантную (луговую) сукцессионные серии. Показано, что в процессе естественного зарастания формирование лесных (в первую очередь березовых) и луговых ценозов идет параллельно, а активную роль в сylvатизации играет инвазивный вид *Acer negundo* L. Установлено, что ведущая роль в формировании ценоотической структуры сообществ принадлежит минерализации, кислотности, аэрации и переменной увлажненности почв. Полученные данные о биотопах и сукцессионных сериях могут быть использованы при разработке биологического этапа рекультивации отвалов после добычи каменных углей с формированием древесных либо травянистых растительных сообществ.

Ключевые слова: естественное зарастание; отвалы добычи каменных углей; терриконы; классификация растительности; ординация растительности; пионерные сукцессии; ценоотическая структура; фитоиндикация; ценозы; биотопы; абиотические факторы; Копейский каменноугольный бассейн; Челябинская область; Южный Урал.

NATURAL FORMING OF VEGETATION COVER ON BLACK COAL MINING DUMPS IN THE ENVIRONS OF KOPEYSK (CHELYABINSK OBLAST)

© 2023

Nazarenko N.N.^{1,2}, Dolgonos X.A.¹

¹South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation)

²South Ural State Medical University (Chelyabinsk, Russian Federation)

Abstract. The article considers the current forming of vegetation and biotopes as a result of natural overgrowth of territories disturbed during black coal mining in the environs of Kopeysk town (Chelyabinsk Oblast). The 88 species of vascular plants were detected on the waste banks and spaces between them, the 7 species of vascular plants are woody species. It has been established that in the process of natural overgrowth of dumps, forest and meadow plant communities are actively formed from pioneer ruderal and halophytic communities. By methods of multidimensional statistics, 15 phytocoenoses have been determined and the discriminate of which is identified by the tree species, which are forming the forest canopy. The identified plant communities are characterized by specific regimes of the fundamental abiotic factors of biotopes and make up a series of biotopic and coenotic substitution, forming a sylvant (forest) and pratant (meadow) successional series. It has been shown that in the process of natural overgrowth, the formation of forest (primarily birch) and meadow coenoses proceeds in parallel, and the invasive species *Acer negundo* L. plays an active role in sylvatization. It has been established that the leading hand in the formation of the coenotic structure of communities belongs to soil mineralization, acidity, aeration and variability of soil moisture. The obtained data on biotopes and successional series can be used in the development of the biological stage of land-fill revegetation after coal mining impacts with the formation of woody or grass plant communities.

Keywords: natural overgrowth; coal mining dumps; waste banks; vegetation classification; vegetation ordination; pioneer successions; coenotic structure; phytoindication; coenoses; biotopes; abiotic factors; Kopeysk black coal basin; Chelyabinsk oblast; Southern Urals.

Введение

Добыча полезных ископаемых закрытым (шахтным) способом сопровождается выемкой «пустых» шахтных горных пород или некондиционных иско-

паемых с образованием породных (горных) отвалов. Такие отвалы образуют систему искусственно созданных возвышенностей или терриконов (в Челябинской области говорят «терриконники»). При этом

кардинально меняется ландшафт территории, а на дневную поверхность выносятся грунты различного генезиса, минералогического состава и литологии, разнородности, гранулометрического состава, физических и физико-химических свойств, химизма и токсичности. Вступая во взаимодействие с абиотическими факторами среды, эти грунты формируют экотопы, характеризующиеся высочайшей пестротой и комплексностью субстратов, зачастую нехарактерных для данной территории.

Такие нарушенные территории должны рекультивироваться, как в процессе добычи полезных ископаемых, так и по окончании работ. Однако в силу разного рода причин, среди которых отметим политико-экономические, наиболее ярко проявившиеся с 1990-х гг., рекультивационные работы далеко не всегда проводились в должном объеме или не проводились вообще. В результате чего территории забрасывались и на них активно начали развиваться процессы естественного зарастания с формированием своеобразных растительных сообществ.

В Челябинской области примером такой территории являются отвалы добычи каменных углей в окрестностях г. Копейска. Город расположен в 12 км юго-восточнее от административного центра Челябинской области г. Челябинска в лесостепной зоне резко континентального климата с удаленностью около 160 км к востоку от Уральских гор, на границе Западной Сибири и Южного Урала. История копейских шахт уходит своими корнями в начало XX века, когда в окрестностях поселка Тугайкуль Челябинской станицы Оренбургского казачьего войска инженером С.А. Подъяконовым были разведаны угольные пласты [1]. Первая шахта «Екатерина» была открыта в 1907 г. – фактически, год основания Копей (будущего Копейска), что и ознаменовало появление одной из «угольных столиц» страны.

После установления Советской власти по распоряжению В.И. Ленина на копейские рудники были посланы специалисты и рабочие из других промышленных центров. В 20-е годы к рудникам подвели железнодорожную ветку. С 1933 г. начался бурный рост города и строительство новых шахт, среди которых необходимо отметить «Подозёрную» (разработки велись под осушенным оз. Камышное), «Комсомольскую» и «Капитальную», располагавшихся в 1–2 километрах друг от друга.

Однако с начала 1990-х гг. шахты начали активно закрываться исходя из экономических соображений, а сам процесс консервации затянулся вплоть до текущего времени [2]. По окончании разработок и консервации шахт работы по рекультивации не были проведены должным образом. На данный момент, фактически, территория шахтных полей вместе с терриконами оказалась заброшенной. Объекты не регулируются и не охраняются – доступ к ним свободный. В результате этого в течение порядка 30 лет на терриконах и пространствах между ними идут процессы естественного формирования растительного покрова.

Подобные процессы естественного зарастания шахтных отвалов на территории Южного Урала изучаются достаточно давно. В частности, еще в 1960–70-е годы детально были исследованы процессы ес-

тественного зарастания отвалов Челябинского бурого угольного бассейна (Красносельского, Еманжелинского и Коркинского участков) с оценкой видового состава и экоморф видов, формирующих пионерные сообщества [3]. В настоящее время эти исследования для Челябинского бурого угольного бассейна актуализированы с детальной биоэкологической оценкой формирующихся парциальных флор и характеристик динамики растительных сообществ [4; 5].

Для Копейского бассейна актуальных исследований сравнительно немного. В первую очередь они связаны с исследованиями физических свойств и химизма грунтов терриконов и прилегающих территорий, а также их токсичности и влияния на состояние окружающей среды [6; 7]. Данные о видовом составе флоры, формирующейся при зарастании терриконов Копейского бассейна, изучены частично [5] и, хотя и показывают их сходство с флорой, формирующейся на отвалах Коркинского бурого угольного бассейна, однако требуют более детального рассмотрения.

Таким образом, задачей данной работы является оценка растительности и биотопов, формирующихся в результате процессов естественного зарастания терриконов и межатерриконных участков Копейского каменноугольного бассейна.

Объект и методы

Геоботанические исследования в окрестностях г. Копейска проводились в летние периоды 2022–2023 гг. Пробные площадки закладывались и описывались согласно общепринятой методике. Всего проведено 51 геоботанических описаний терриконов и межатерриконных участков шахт «Подозёрная», «Центральная» и «Комсомольская». Флористический список, сформированный по результатам обработки описаний, выверялся по сводке П.В. Куликова [8].

Предварительная классификация описаний выполнялась кластерным анализом с использованием индекса Сёренсена–Чекановского с группировкой кластеров по бета-гибкой стратегии Ланса [9; 10], а ординация – методом неметрического многомерного шкалирования [10; 11]. В связи с тем, что растительный покров не является сформированным с точки зрения классических биогеоценотических подходов, а классификация растительных группировок опиралась в первую очередь на формальные методы многомерной статистики, то выделенные группировки рассматривались как фитоценохоры [12].

Соответствующие фитоценохорам биотопы оценивались с использованием унифицированных экологических шкал почвенного увлажнения (hd) и его переменности (fh), солевого (sl), азотного (nt) и кислотного (rc), режимов, режима кальция (Ca) и почвенной аэрации (ae), термо- (tm) омбро- (om) и криоклимата (Cr), континентальности (Kn) и освещенности (lc) [13] с оценкой классификации в осях неметрического многомерного шкалирования и экологических шкал дискриминантным анализом [9]. Оси ординации сопоставлялись с показателями режимов ведущих экологических факторов методом корреляционного анализа [14] с использованием коэффициента тау-Кэндалла.

Расчеты выполнялись в пакетах прикладных программ Microsoft Excel, Statistica и PC-ORD.

Результаты и обсуждение

Всего в описаниях было определено 88 видов со- судистых растений. В рассмотренных выше работах указывается, что естественное зарастание отвалов идет с формированием травянистых сообществ [3] и только в отдельных случаях обнаружен подрост бе- рез (Betula pendula Roth и B. pubescens Ehrh.) [5]. До- ля древесно-кустарниковых видов в описаниях воз- растает при длительных (свыше 10 лет) наблюдениях за процессами зарастания и при наличии источников диаспор древесных пород [4]. В наших исследовани- ях обнаружено 7 представителей древесной расти- тельности (около 11% флоры) с порядка 40% встре- чаемостью и высоким обилием как, например, Betula pendula и Acer negundo L., формирующих разрежен- ный (на отдельных участках уже сомкнутый) древе- сный полог. Клен американский в насаждениях уже представлен активно плодоносящими генеративны- ми особями. При этом именно древесные виды игра- ли одну из ведущих ролей при выделении фитоцено- хор.

Всего при кластеризации определяется 15 фито- ценохор:

1) травяно-рудеральная, кластер объединяет опи- сания с небольшим числом различных видов травя- нистых рудерантов, для описаний общим является наличие Convolvulus arvensis L.;

2) тонконоговая (Koeleria cristata (L.) Pers.);

3) гривистоячменеве-вейниковая (Hordeum juba- tum L. + Calamagrostis epigeios (L.) Roth), также ви- дами, определяющими выделение ценохоры, являют- ся Berteroa incana (L.) DC. и Melilotus officinalis (L.) Pall.;

4) рудерально-гривистоячменно-полынная (Hor- deum jubatum + Artemisia absinthium L.), рудеральная компонента представлена Saussurea amara (L.) DC., Cicerbita uralensis (Rouy) Beauverd и галофильным Halimione verrucifera (Bieb.) Aell., вероятно данная ценохора является одной из сукцессионных стадий формирования травянистых сообществ на галофиль- ных субстратах в процессе снижения уровня минера- лизации эдафотопов;

5) американскокленовник гривистоячменно-по- лынный (Acer negundo L. – Hordeum jubatum + Arte- misia campestris L. + Artemisia vulgaris L.), вероятно, данная ценохора является одной из стадий сукцессии по формированию древесного ценоза из гривистояч- менно-полынных сообществ в связи с активной ин- вазией клена американского, образующего древес- ный полог;

6) галофильные бассиевые (Bassia hirsuta (L.) Aschers.), также для ценохоры характерна Artemisia absinthium;

7) березняк вейниковый (Betula pendula Roth – Ca- lamagrostis epigeios), ценохора, вероятно, представ- ляет собой одну из сукцессионных стадий формиро- вания березовых сообществ, анализ описаний пока- зывает два пути их образования в связи с особенно- стями увлажнения, также в описаниях отмечается единичное появление Pinus sylvestris L., что указыва- ет на возможное дальнейшее направление сукцессии в сторону формирования сосняков;

8) горькополынно-вейниковые (Calamagrostis epi- geios + Artemisia absinthium);

9) обыкновеннополынно-вейниковые (Calamagros- tis epigeios + Artemisia vulgaris);

10) американскоклено-березняк типчаковый (Be- tula pendula + Acer negundo – Festuca valesiaca Gaud.) для ценохоры также характерен иван-чай (Chamae- rion angustifolium (L.) Holub);

11) американскоклено-березняк рудеральный (Be- tula pendula + Acer negundo) для травостоя характер- ны Cicerbita uralensis, Achillea millefolium L., а также другие рудеральные виды;

12) иван-чай-полынные (Chamaerion angustifolium + Artemisia campestris);

13) рудерально-вейниковые (Cicerbita uralensis + Calamagrostis epigeios);

14) американскоклено-вязо-березняк разнотравный (Acer negundo + Ulmus glabra Huds. + Betula pendula) – кластер объединяет описания вязо-березняков с участием клена американского, для которых в травос- тое в разных описаниях встречаются Calamagrostis epigeios, Festuca valesiaca, Koeleria cristata, Hordeum jubatum, вероятно, данная ценохора характерна для начальных стадий формирования березовых и вязо- вых лесных сообществ из травянистых;

15) американскокленовник обыкновеннополынный (Acer negundo – Artemisia vulgaris), ценохора, судя по всему, характеризует одну из стадий инвазии клена американского в полынные сообщества.

Рассчитанные по геоботаническим описаниям фи- тоиндикационные величины ведущих экологических факторов показали биотопическую специфичность выделенных фитоценохор – правильность классифи- кации при дискриминантном анализе в пространстве этих факторов и осей неметрического шкалирования 100% практически для всех фитоценохор. Исключе- ние составили американскоклено-березняки типчако- вые (75%), биотопически близкие американскоклено- березнякам рудеральным.

Статистически значимыми факторами дискрими- нации оказались все функции неметрического шка- лирования (ценотические факторы), криорежим, тер- морежим, переменность почвенного увлажнения и освещенность. Фактически, из имеющихся факторов только переменность увлажнения определяется осо- бенностями грунтов отвалов, остальные факторы в первую очередь указывают на влияние полога дре- весных пород или его отсутствие.

Фитоиндикационными методами режимы веду- щих абиотических факторов биотопов обследован- ных ценохор указывают на их биотопические осо- бенности (табл. 1).

Во-первых, наиболее экстремальными показате- лями биотопов, резко отличающихся от прочих, ха- рактеризуется галофильная бассиевая ценохора (6) – см. табл. 1. Для нее определяются наибольшие пока- затели режимов почвенного увлажнения (переход- ный от свежих к влажным лесолуговым с полным промачиванием корнеобитаемого слоя), кислотности почв (щелочной), солевого режима почв (переход- ный от слабо- к средnezасоленному), достаточно обеспеченные азотом почвы умеренно азрированные, а также самые низкие показатели переменности поч- венного увлажнения – переходный от умеренно до неравномерно переменного. По климатическим ре- жимам биотопы бассиевых ценохор характеризуются высокими показателями термо- (субмезотермный) и криорежима (мягких зим), достаточно резкими пере- падами температур (режим континентальности), са- мым низким показателем омброрежима и самыми высокими показателями освещенности.

Таблица 1 – Характеристика биотопов, формирующихся при естественном зарастании отвалов добычи каменного угля в окрестностях г. Копейска, балл

Фитоценохора	Режим биотопа											
	hd	fh	rc	sl	Ca	nt	ae	tm	om	Kn	Cr	lc
1	10,4	6,7	8,7	8,4	7,0	6,8	6,6	9,5	11,6	9,2	8,2	7,4
2	10,1	6,6	8,2	8,0	7,3	5,5	5,9	8,8	12,0	9,1	8,1	7,6
3	10,3	7,1	8,3	8,0	6,8	5,7	5,8	8,5	12,0	9,6	7,6	7,7
4	11,4	6,7	9,3	9,0	6,5	6,6	6,7	8,7	11,9	9,9	7,5	7,8
5	10,5	6,2	8,7	8,8	7,2	6,1	6,0	9,0	11,2	9,7	8,2	7,5
6	11,5	5,6	10,9	11,8	7,0	7,2	6,8	9,4	9,6	10,0	8,6	8,1
7	10,6	7,1	7,4	7,1	6,2	5,5	5,7	8,8	12,1	9,8	7,7	7,6
8	10,6	7,6	8,0	8,2	6,7	5,9	5,8	8,4	12,3	9,6	7,4	7,8
9	10,9	7,3	7,3	7,5	6,7	5,5	5,7	8,5	11,9	9,4	7,7	7,4
10	11,0	6,5	7,6	7,4	6,8	5,6	6,1	8,8	12,1	9,4	7,5	7,2
11	10,9	6,5	7,5	7,3	6,7	5,7	6,0	8,8	12,1	9,5	7,8	7,2
12	10,4	6,6	7,5	7,7	7,4	5,5	6,1	8,8	11,7	9,6	7,8	7,3
13	11,1	6,5	7,8	7,9	6,6	6,5	6,1	8,5	11,8	9,6	7,8	7,2
14	10,7	6,8	7,9	7,9	6,8	6,0	6,1	8,7	12,0	9,2	8,0	7,3
15	10,9	6,1	7,7	7,7	7,1	6,0	6,2	9,3	11,4	9,9	8,3	6,3

Второй по экстремальности биотопов является ценохора рудерально-гравистоячно-полынная (4) – см. табл. 1, со сходными с бассейновой режимами почвенного увлажнения, аэрации почв, амплитуды температур и освещенности, но значительно меньшими величинами режимов почвенной кислотности (нейтральный) и солевого режима почв (богатые солями без явных признаков засоления). Также ценохора характеризуется сравнительно низким показателем криорежима (умеренные зимы).

Для остальных биотопов шахтных отвалов окрестностей г. Копейска фитоиндикационными показателями определяются следующие режимы ведущих абиотических факторов:

- почвенное увлажнение в пределах степного – сухолесолугового (мезоксерофитного – ксеромезофитного) типов с преимущественно весенним промачиванием и дефицитом влаги во второй половине лета, наименьший режим характерен для тонконоговых ценохор;

- переменность почвенного увлажнения в пределах умеренно неравномерного и неравномерного промачивания, максимальные показатели (переходный к чрезвычайно неравномерному режиму промачивания) характерны для горькополынно-вейниковых ценохор;

- кислотность почв в пределах слабокислого режима с наименьшими показателями, характерными для обыкновеннополынно-вейниковых ценохор;

- солевой режим в пределах режима достаточно богатых солями эдафотопов с минимальными показателями (обогащенные солями почвы – аналог солевого режима выщелоченных черноземов), характерными для березняков вейниковых;

- для биотопов в среднем характерно незначительное содержание почвенного кальция (аналог серых лесных почв или солонцов), однако наименьший (отсутствие карбонатов) режим кальция идентифицируется для березняков вейниковых;

- биотопы характеризуются как бедные минеральным азотом (0,2–0,3%), при этом достаточно обеспеченные азотом биотопы идентифицируются для травяно-рудеральных сообществ;

- биотопы определяются как переходные между значительно и умеренно аэрированными с недостаточным промачиванием корнеобитаемого слоя почвы;

- терморегим субмезотермного типа (близкий к неморальному типу), омброрегим (атмосферные осадки) переходный от гумидного к пергумидному типу, контрастопы (континентальность) переходного к субконтинентальному типу (близкий к резко континентальному) при переходном к мягким зимам режиме криоклимата;

- режим освещенности – от полутеневого (американсколеновники) к осветленному и светлому.

Поскольку оси неметрического многомерного шкалирования (NMS) по результатам дискриминантного анализа определяются как статистически значимые для дискриминации выделенных фитоценохор, то чрезвычайно важным является характер связи этих осей с режимами ведущих абиотических факторов (табл. 2). Все три оси ординации статистически значимо связаны с режимами кислотности почв и их минерализацией. При этом вторая ось является антагонистом первой и третьей. Также вторая и третья оси статистически значимо коррелируют с режимом почвенного азота и аэрации, являясь также антагонистами по этим режимам. Первая ось определяется увеличением кислотности и уменьшением минерализации почвенного раствора при росте терморегима и затененности. Судя по всему, это ось силватизации, связанная с формированием лесных сообществ при зарастании отвалов. Вторая ось, наоборот, связана с ростом щелочности и минерализации почвенного раствора, а также нарастанием содержания в почве азота и снижением аэрации почв. Также она отрицательно коррелирует с омброрегимом (нарастание аридности) и положительно с криорежимом (рост суровости зим). Судя по всему, это факторы, определяющие травянистые полынные и галофильные ценозы. Третья ось коррелирует, преимущественно, с эдафическими факторами, связанными с рассолением и ростом кислотности, снижением азота и ростом аэрации, а также нарастанием переменности почвенного увлажнения. Предварительно эту ось можно определить как связанную с сукцессией негалофитных травянистых сообществ.

В связи с тем, что первая и вторая оси неметрического многомерного шкалирования (NMS) выявлены как антагонисты по абиотическим факторам среды, то ординация фитоценозов выполнялась в этих осях (рис. 1: А). А в эколого-ценотическом пространстве – двумя способами: по матрице квадрата расстояния Махаланобиса методом максимального корреляционного пути [15] (рис. 1: Б) и в пространстве первых двух дискриминантных функций (рис. 1: В).

Выделенные ценозоны в ценотических осях формируют систему рядов ценотических замещения в виде «креста». В «центре» него расположены американско-кленово-вязо-березняки разнотравные (14) и травяно-рудеральные группировки (1). Влево вверх наблюдается ряд от гривистоячменевых (3) и горькопыльнично-вейниковых (8) и, далее, рудерально-гривистоячменно-пыльничных (4) ценозов к бассейновым галофильным сообществам. Данный ряд указывает на

галофильную ценотическую сукцессионную серию естественного зарастания. Вправо вниз идут ценозоны березняков вейниковых (7) и тонконоговых (2) – гидрофильная серия. Справа расположена группа ценозов американско-кленово-березняков типчаковых (10), американско-кленово-березняков рудеральных (11) и иван-чай-пыльничных. Это ряд силватизации, связанный с березняками вейниковыми (7) и американско-кленово-вязо-березняками разнотравными (14). Наконец, вправо вверх идут ряды вейниковых и пыльных сообществ, в которых отмечается активная инвазия клена американского. Необходимо отметить, что в указанном «кресте» одновременно прослеживаются как ряды травянистых фитоценозов, так и сообществ с участием древесных пород, что указывает на параллельно идущие в сходных экологических условиях сукцессии травянистых и древесных сообществ.

Таблица 2 – Идентификация осей многомерного шкалирования биотопов, формирующихся при естественном зарастании отвалов добычи каменного угля в окрестностях г. Копейска

Оси	Режим биотопа											
	hd	fh	rc	sl	Ca	nt	ae	tm	om	Kn	Cr	lc
NMS 1	0,11	-0,18	-0,37	-0,39	0,01	-0,18	0,00	0,24	0,03	-0,06	0,04	-0,59
NMS 2	0,12	-0,12	0,28	0,35	0,07	0,43	0,22	-0,03	-0,45	0,31	0,20	0,05
NMS 3	0,04	0,32	-0,37	-0,23	-0,31	-0,25	-0,30	-0,19	0,14	0,08	-0,28	0,03

Примечание. Полу жирным выделены статистически значимые величины тау-Кендалла.

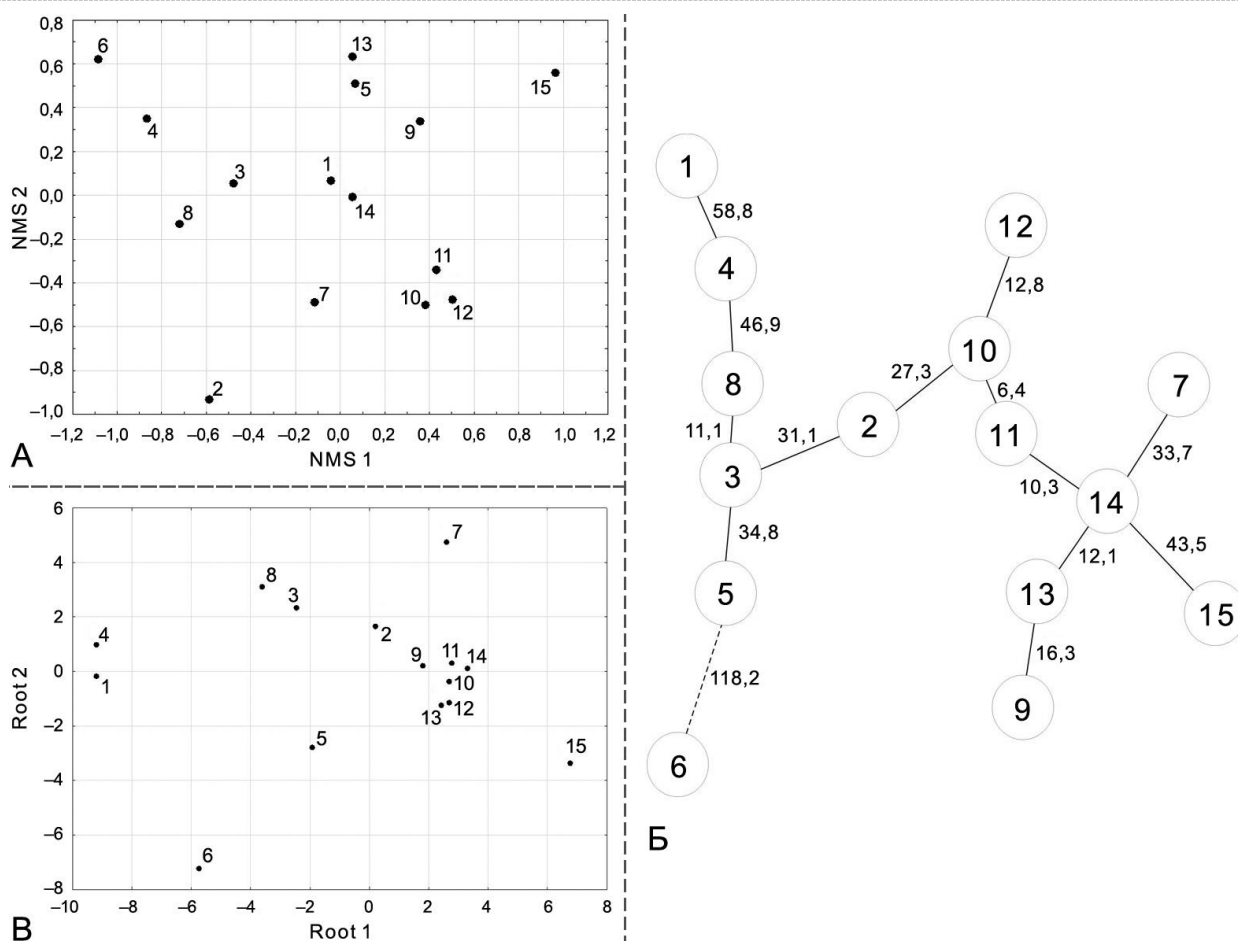


Рисунок 1 – Ординация фитоценозов, формирующихся при естественном зарастании отвалов добычи каменного угля в окрестностях г. Копейска:

А – в первых осях неметрического многомерного шкалирования (NMS 1, NMS 2);

Б – методом максимального корреляционного пути (цифрами указан квадрат расстояния Махаланобиса);

В – в первых осях дискриминантных функций (Root 1, Root 2)

Однако в эколого-ценотическом пространстве ряды фитоценозов и их биотопические «центры» определяются более четко. Так, в пространстве расстования Махаланобиса (рис. 1: Б) видны два биотопических «центра» – силвантный лесной и пратантный луговой:

1) силвантный формируют американскоклено-березняки типчаковые (10) и рудеральные (11), с которыми биотопически и сукцессионно связаны американскоклено-вязо-березняки разнотравные (14) и рудерально-вейниковые (13) и иван-чай-полынные (12) ценохоры (рис. 1: В), с этим центром связаны и американскокленовники обыкновеннополынные (15), отличающиеся условиями климатопы;

2) пратантный центр образуют гривистоячменно-вейниковая (3) и горькополынно-вейниковые (8) ценохоры, с ним связан достаточно специфический рудеральный сукцессионный ряд гривистоячменно-полынной (4) и травяно-рудеральной (1) ценохор, судя по всему являющийся начальными этапами пратантной экологической серии.

Оба эти центра достаточно изолированы, тонконоговые сообщества (2) занимают промежуточное между ними положение, как наиболее ксерофильные и в зависимости от динамики увлажнения, включающиеся в сукцессионную серию как пратантных, так и силвантных сообществ.

Галофильная бассиевая (6) ценохора и американскокленовники гривистоячменно-полынные (5) как крайне специфичные по ценотической структуре и биотопам «выпадают» из общего ряда биотопического и ценотического замещения. Судя по всему, необходимы дополнительные исследования для выявления промежуточных между ними и пратантным или силвантным «центрами» сообществ и биотопов.

Наконец, отдельно в эколого-ценотическом пространстве определяются березняки вейниковые (7). Судя по всему, это начальная стадия образования южно-уральских березняков вейниковых, которые могут формироваться как из силвантного, так и пратантного рядов, что требует дополнительных исследований.

Выводы

Таким образом, проведено геоботаническое обследование территории терриконов и межтерриконных участков Копейского каменноугольного бассейна. В результате исследований определено 88 видов сосудистых растений, из которых 7 относятся к древесным видам, что указывает на формирование лесных сообществ на обследуемой территории.

Методами многомерной статистики выделено 15 групп описаний, рассматриваемых в качестве фитоценозов. Выделенные ценохоры характеризуются биотопами и растительными сообществами, специфичными по режимам экологических факторов и ценотической структуре. Установлено, что в обследованных растительных сообществах наряду с формированием луговых ценозов идут процессы силвантизации с формированием березовых лесных сообществ. Активную роль в формировании лесных сообществ играет такой инвазивный вид как *Acer negundo* L.

Методами фитоиндикации для обследованных отвалов Копейского каменноугольного бассейна опре-

делены ведущие режимы эдафических и климатических факторов, которые связаны с выделенными растительными ценохорами. В формировании ценотической структуры исследованных сообществ ведущую роль играют минерализация и кислотность почвенного раствора, аэрация и переменность увлажнения почв. В связи с образованием древесного полога в формировании травостоя начинают играть роль изменение факторов климатопы.

Для обследованных отвалов Копейского каменноугольного бассейна установлены силвантные (лесные) и пратантные (луговые) ряды эколого-ценотического (биотопического) замещения, которые также являются и сукцессионными рядами растительных сообществ, формирующихся в процессе естественного зарастания терриконов и межтерриконных пространств. Показано, что процессы образования луговых и лесных ценозов идут параллельно. Поставлен вопрос о дополнительных исследованиях для выявления в сукцессиях промежуточных стадий, с целью определения единой схемы естественного зарастания каменноугольных отвалов с возможным ее использованием при планировании биологического этапа рекультивации.

Список литературы:

1. Колмогоров В.В. С чего начиналась угольная история Копейска // Гороховские чтения: мат-лы седьмой региональной музейной конференции / под науч. ред. Н.А. Антипина. Челябинск: ОГБУК Государственный исторический музей Южного Урала, 2016. С. 376–378.
2. Осипчук А.И., Тюнин А.И. Геоэкологические последствия, связанные с добычей угля в Челябинской области // Педагогическая и гуманитарная сферы: история и современность: мат-лы III всерос. науч.-практ. конф. Шадринск: Шадринский государственный педагогический университет, 2021. С. 67–75.
3. Колесников Б.П., Махонина Г.И., Чибрик Т.С. Естественное формирование почвенного и растительного покровов на отвалах Челябинского бурогоугольного бассейна // Растения и промышленная среда. Вып. 4. Свердловск: Свердловский ГУ, 1976. С. 70–122.
4. Глазырина М.А. Особенности формирования флоры и растительности в условиях отвалов и карьеров открытых угольных разработок (на примере Челябинского бурогоугольного бассейна): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16, 03.00.05. Екатеринбург, 2002. 17 с.
5. Глазырина М.А., Чибрик Т.С., Филимонова Е.И., Лукина Н.В. Восстановление растительности на терриконках Челябинского бурогоугольного бассейна // Проблемы экологии Южного Урала: сб. мат-лов IX всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. М.: Дом педагогики, 2019. С. 76–80.
6. Чернышева С.В., Сокол Э.В., Максимова Н.В. Копейский угольный район: реконструкция источников техногенного запыления // Минералогия техногенеза. 2005. Т. 6. С. 214–228.
7. Зенкина А.А. Воздействие угольных терриконов г. Копейска на почву и воды прилегающих территорий // Научные исследования молодых ученых: сб. ст. V междунар. науч.-практ. конф., 27 июля 2020 г. Пенза: Наука и просвещение, 2020. С. 21–25.
8. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург–Миасс: Геотур, 2005. 537 с.

9. Ханина Л.Г., Смирнов В.Э., Бобровский М.В. Новый метод анализа лесной растительности с использованием многомерной статистики (на примере заповедника «Калужские засеки») // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2002. Т. 107, вып. 1. С. 40–48.

10. McCune B., Grace J.B. Analysis of ecological communities. MjM SoftWare Design, 2002. 300 p.

11. Legendre L., Legendre P. Numerical ecology. Amsterdam: Elsevier Science B.V., 1998. 853 p.

12. Заугольнова Л.Б. Иерархический подход к анализу лесной растительности малого речного бассейна

(на примере Приокско-террасного заповедника) // Ботанический журнал. 1999. Т. 84, № 8. С. 42–56.

13. Didukh Ya.P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kiev: Phytosociocentre, 2011. 176 p.

14. Persson S. Ecological indicator values as an aid in the interpretation of ordination diagrams // Journal of Ecology. 1981. Vol. 69, № 1. P. 71–84.

15. Терентьев П.В. Метод корреляционных плеяд // Вестник Ленинградского государственного университета. 1959. № 9. С. 137–141.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
Назаренко Назар Николаевич, доктор биологических наук, профессор кафедры химии, экологии и методики обучения химии; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск, Российская Федерация); профессор кафедры биохимии им. Р.И. Лифшица; Южно-Уральский государственный медицинский университет (г. Челябинск, Российская Федерация). E-mail: 1000nnn@rambler.ru. Долгонос Ксения Александровна, студент естественно-технологического факультета; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск, Российская Федерация). E-mail: dornersken02@gmail.com.	Nazarenko Nazar Nikolayevich, doctor of biological sciences, professor of Chemistry, Ecology and Chemistry Methodology Department; South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation); professor of Biochemistry Department named after R.I. Lifshits; South Ural State Medical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: 1000nnn@rambler.ru. Dolgonos Xenia Alexandrovna, student of Natural Sciences and Technologies Faculty; South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: dornersken02@gmail.com.

Для цитирования:

Назаренко Н.Н., Долгонос К.А. Естественное формирование растительного покрова на отвалах добычи каменных углей в окрестностях г. Копейска (Челябинская область) // Самарский научный вестник. 2023. Т. 12, № 4. С. 71–77. DOI: 10.55355/snv2023124110.