

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОЙ ЦЕНОФЛОРЫ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КАРАБАШСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО КОМБИНАТА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© 2011 Е.В. Коротеева, Е.И. Вейсберг, Н.Б. Куянцева

Ильменский государственный заповедник УрО РАН

Поступила в редакцию 13.05.2011

Проанализирована таксономическая, эколого-ценотическая, биоморфологическая, географическая структура лесной ценофлоры района г. Карабаша – зоны экологического бедствия, вызванного деятельностью медеплавильного комбината. Дана оценка экологического пространства и флористического разнообразия лесных сообществ.

Ключевые слова: *лесная ценофлора, медеплавильное производство, структурное разнообразие, экологическое пространство*

Фитомониторинг (отслеживание изменений окружающей среды по состоянию растительного покрова) – важная составная часть системы биологического мониторинга. Челябинская область в силу своего зонального расположения, сложного рельефа и особенностей исторического развития характеризуется повышенным разнообразием растительного покрова. С другой стороны, это населенный регион с интенсивной хозяйственной деятельностью. Область является удобным полигоном для фитомониторинга, так как здесь в полной мере можно реализовать его основные подходы [1]. Для выявления направления процессов изменения растительности под воздействием антропогенных факторов проводится сравнительный анализ нарушенных и эталонных для данной природной зоны растительных сообществ. Объектом исследований в данной работе является растительность окрестностей г. Карабаша. Его территория в геоботаническом отношении относится к подзоне смешанных сосново-березовых лесов лесной зоны [2].

Деятельность Карабашского медеплавильного комбината в течение почти столетнего периода привела к сильной и порой необратимой деградации природных сообществ вокруг города, включая растительность и почвенный покров, вплоть до образования техногенных пустынь. Основными загрязняющими агентами, связанными с медеплавильным производством являются, прежде всего, сернистый газ (около 82% газовой фазы) и продукт его взаимодействия с водой – серная кислота, пылевые выбросы, в состав которых входят первичные минералы перерабатываемых

медных концентратов, минералы, образование которых связано с производством (шлаки), частички сажи; твердые отходы представлены старыми пиритсодержащими хвостохранилищами, имеющими выраженную ультракислую реакцию, гранулированными шлаками и отвалами вскрышных пород кварц-серицит-хлоритового состава с участием сульфидов. Все это привело к тому, что воздух в значительной степени загрязнен сернистым газом; вокруг города образовалась техногенная почвенная аномалия с суммарным показателем загрязнения для почв, превышающим 150 [3]. Таким образом, данная территория является зоной экологического бедствия. Несмотря на предпринимаемые в последнее время меры по очистке и утилизации отходов и выбросов, обстановка остается угрожающей для окружающей среды и населения. Изучение состояния экосистем здесь чрезвычайно актуально и в научном, и в социальном плане.

В Челябинской области одной из наименее нарушенных территорий, расположенных в этой же зоне, является Ильменский государственный заповедник (ИГЗ). Растительность его представлена на 85% различными типами лесов, что дает возможность сравнить природные сообщества, находящиеся под действием запредельного антропогенного пресса, с эталонными и на этой основе определить степень их деградации и выявить механизмы действия стрессирующих факторов. Оценке экологической обстановки, накоплению и распределению загрязняющих веществ, в том числе и в биологических объектах, состоянию древостоя посвящено немало работ [4-6]. Однако комплексному изучению биоты, динамики разнообразия видов и их сообществ уделяется недостаточно внимания, что касается и растительности. Так как на обследованной территории из сохранившихся фитоценозов наиболее представлены лесные (или то, что от них осталось),

*Коротеева Елена Викторовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник биологического отдела. E-mail: elka@ilmey.ac.ru*

*Куянцева Надежда Борисовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник биологического отдела. E-mail: borisovna@ilmey.ac.ru*

*Вейсберг Елена Ивановна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник биологического отдела. E-mail: veisberg@mineralogy.ru*

данный тип и был выбран для исследований. Селитебная зона не учитывалась. Для сравнения были выбраны эталонные сообщества (постоянные площади фитомониторинга) ИГЗ как предполагаемые аналоги в сходных биотопических условиях [7].

**Цель работы:** оценка флористического разнообразия лесных фитоценозов района г. Карабаша, находящихся под влиянием факторов, связанных с медеплавильным производством.

**Материал и методика.** В 2004-2007 гг. обследованы пробные площади (ПП), расположенные на разных расстояниях от источника эмиссии с учетом розы ветров, в которой преобладают южные и юго-западные направления (рис. 1, табл. 1).

1) Сосновый лес к югу от комбината, в месте впадения реки Сак-Елга в Богородский пруд (ПП 1).

2) Березовый лес к югу от комбината. Находится в непосредственной близости от хвостохранилища (ПП 2).

3) Сосново-березовый лес на холме к западу от комбината (ПП 3).

4) Остаточная растительность склонов и вершины горы Карабаш (ПП 4-6). Находится под прямым воздействием дымов, распространяющихся по направлению розы ветров к востоку – северо-востоку от комбината. На вершине горы почва деградирована, грунт представлен россыпями серпентинитов, лесная растительность полностью уничтожена. Свидетельством присутствия здесь древесных пород являются остатки пней сосны и лиственницы. Травянистая растительность развита фрагментарно в виде отдельных куртин, в основном в ложбинах на смытых почвах.

5) Березовый лес к северу от комбината (ПП 7, 8). Рядом расположены отвалы шлаков.

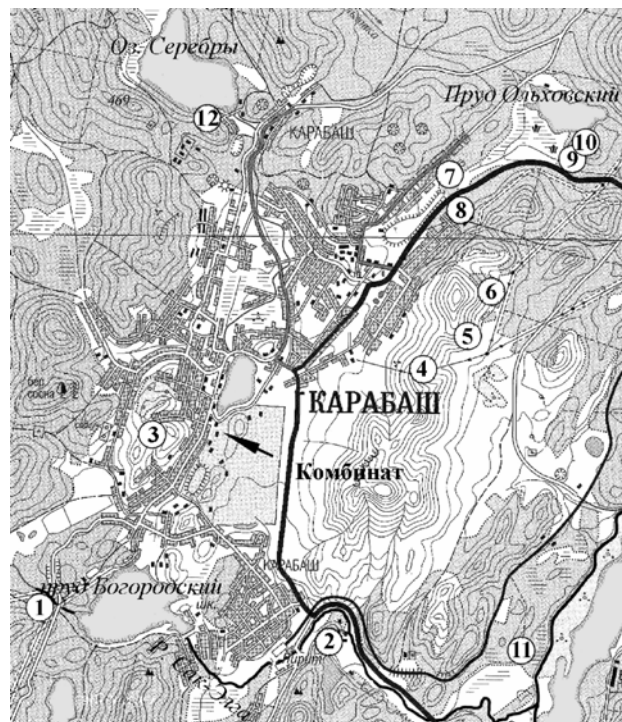
6) Сосновый лес к северу от комбината (ПП 9, 10).

7) Мертвопокровный березово-сосновый лес к юго-востоку от комбината (участок 11). Граничит с деградированной под воздействием размывов мертвой долиной р. Сак-Елга. Травостой полностью уничтожен, древостой представлен угнетенными экземплярами с отклонениями в развитии.

8) Березовый лес к северу-северо-западу от комбината рядом с оз. Серебры (ПП 12). Находится рядом с жилой зоной.

Всего обследовано 12 ПП, все они представляют зону воздействия, которая составляет около 35 км<sup>2</sup> [4]. Лесные сообщества описывались на ПП 400 м<sup>2</sup>. Для характеристики травостоя под пологом леса закладывались пробные площадки 100 м<sup>2</sup>, количество которых (1-5) варьировало в зависимости от мозаичности покрова. Составлялись стандартные геоботанические описания, где отмечались видовой состав

сообществ, обилие и проективное покрытие видов, отмечались также жизненность растений, аномалии развития. Определение парциальной активности (ПА) производилась по 7-бальной шкале на основе экспертной оценки сочетания баллов проективного покрытия и константности вида в данном типе экотопов [8]. Высокоактивным видам соответствует балл 7, среднеактивным – баллы 5-6, низкоактивным – баллы 3-4, неактивным – баллы 1 и 2.



**Рис. 1.** Схема расположения пробных площадей лесной растительности в районе г. Карабаша. 1-12 – номера пробных площадей

Ранее показано, что в стрессирующих условиях на первый план выступают свойства экотопа, а не биотопа. Наиболее важными абиотическими факторами, характеризующими экологические особенности среды, считаются увлажнение и богатство почв элементами минерального питания. Рассмотренные показатели оценивались по шкалам Д.Н. Цыганова [9]. Балловые ранги вычисляли, опираясь на видовой состав и обилие растений нижних ярусов лесных фитоценозов. Сходство между ПП анализировалось методом кластерного анализа с применением коэффициента сходства Чекановского-Сьеренсена (Ics) для качественных данных. Дендрограмма строилась способом присоединения по среднему [10]. Под альфа-разнообразием в нашем случае понималось число видов в сообществе. Выделяя лесную ценофлору (ЦФ), мы исходили из представлений о конкретной флоре [11, 12].

Таблица 1. Характеристика лесных фитоценозов в районе г. Карабаша

Характеристики	Пробные площади											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Расст. от завода, км	3,8	3,3	1,2	2,5	2,5	2,5	4,5	4,8	6,0	6,0	5,0	4,0
Расположение по розе ветров	пв*	пв	нв	нв	нв	нв	нв	нв	нв	нв	нв	пв
Tг (трофность) экологическая амплитуда среднее	3-10 6,6	4-11 7,4	3-10 6,7	5-11 7,8	5-10 7,1	5-10 7,1	4-10 6,6	5-10 7,5	4-9 5,9	3-9 5,8	- 5	3-10 6,0
Hd (увлажнение) экологическая амплитуда среднее	8-15 12,5	8-14 10,7	9-15 11,7	9-13 11,3	9-16 12,1	9-14 12,0	9-15 12,5	9-14 12,0	10-15 12,4	10-15 11,7	14-15 14,5	9-15 12,6
Состав древостоя	8С2Б	10Б	9Б1С+Е	-	-	-	10Б	10Б	10С	10С	7С3Б	10Б+Л
Количество видов	18	23	17	8	14	16	7	4	9	23	2	8

Примечание: пв – подветренная сторона, нв – наветренная сторона

## Обсуждение результатов

### 1. Структурное разнообразие флоры

#### 1.1. Таксономическая структура.

Флора исследованного района включает 76 видов, относящихся к 59 родам и 29 семействам (табл. 2). При этом в составе ЦФ только сосновых лесов ИГЗ выявлено 168 видов сосудистых растений, 125 родов, 45 семейств. Коэффициент сходства между флорами  $I_{cs} = 0,26$ . Первые члены спектра ведущих семейств лесной ЦФ окрестностей г. Карабаш расположены в следующем порядке: 1) Poaceae (12 видов/15,8%; 2-3); Asteraceae (9/11,8); 2-3) Rosaceae (9/11,8); 4) Fabaceae (8/10,5); 5) Caryophyllaceae (6/7,9). Остальные таксоны содержат не более одного или двух видов. Включение в первую триаду Rosaceae по-

зволяет рассматривать ЦФ лесов как условно-европейскую [13]. Как отмечает П.Л. Горчаковский [7], эти особенности характерны как для всей флоры ИГЗ, так и для ведущей десятки семейств ЦФ сосновых лесов. Четвертый член общего списка определяет подтип флоры. Присутствие Fabaceae является специфичным для аридных территорий, характеризующихся внутриконтинентальным климатом. Виды семейства Caryophyllaceae представлены, в основном, скально-петрофитно-степными ценоэлементами. Наблюдаемые закономерности опосредованно свидетельствуют об иссушении почв, вызванным дегидратационными свойствами сернокислотных осадков.

Таблица 2. Видовой состав лесной ценофлоры района г. Карабаша

Виды*	Характеристики**				
	1	2	3	4	5
1. Сем. Hypolepidaceae (Подчешуйниковые)					
1. <i>Pteridium aquilinum</i> **	1	дк	км	оп-лс	гкос пл
2. Сем. Equisetaceae (Хвощевые)					
2. <i>Equisetum arvense</i>	1	дк хв	м	пр-лг	гл пл
3. <i>E. sylvaticum</i>	1	дк хв	м	лс	бор нм
3. Сем. Pinaceae Lindl. (Сосновые)					
4. <i>Pinus sylvestris</i>	2	вч д	м	лс	еа
5. <i>Picea obovata</i>	1	вч д	м	лс	еа
4. Сем. Liliaceae (Лилейные)					
6. <i>Lilium pilosiusculum</i>	1	лук	м	оп-лс	е-сиб сбор
5. Сем. Poaceae Barnhart (Злаки)					
7. <i>Agrostis vinialis</i>	2	кк-рк	км	лг-ст	еа
8. <i>Brachypodium pinnatum</i>	3	дк	м	оп-лс	еа
9. <i>Calamagrostis arundinacea</i>	3	рк	м	оп-лс	еа
10. <i>Calamagrostis epigeios</i>	1	дк	км	оп-лг	еа пл
11. <i>Elymus caninus</i>	1	рк	м	лс	еа бор-нм
12. <i>Elytrigia elongate</i>	1	дк	м	ск	еа
13. <i>Elytrigia intermedia</i>	1	дк	км	адв, сн	еа
14. <i>Elytrigia lolioides</i>	1	дк	км	пт-ст	еа
15. <i>Elytrigia reflexiaristatum</i>	1	рк	км	ск	ур эн, сбор-монт
16. <i>Elytrigia repens</i>	2	дк	м	сн-лг	еа пл

Продолжение таблицы 2					
17. <i>Poa angustifolia</i>	4	рк	км	оп-лг-ст	еа
18. <i>Poa pratensis</i>	3	дк-рк	м	лг	пл
6. Сем. Cyperaceae (Осоковые)					
19. <i>Carex pediformis</i>	1	кк	км	пт-ст	еа
7. Сем. Convallariaceae (Ландышевые)					
20. <i>Maianthemum bifolium</i>	1	дк	м	лс	гл бор
21. <i>Polygonatum odoratum</i>	1	кк	м	оп-лс	еа
8. Сем. Orchidaceae (Ятрышниковые)					
22. <i>Epipactis helleborine</i>	1	кк	м	оп-лс	еа, бор-нм
9. Сем. Salicaceae (Ивовые)					
23. <i>Populus nigrum</i>	1	д	м	лс	еа
10. Сем. Betulaceae (Березовые)					
24. <i>Betula pendula</i>	5	д	м	лс	еа
11. Сем. Urticaceae (Крапивные)					
25. <i>Urtica dioica</i>	1	дк	м	пр-лс, сн	еа
12. Сем. Caryophyllaceae (Гвоздичные)					
26. <i>Dianthus acicularis</i>	1	пд стк пз	мк	ск-пт-ст	еа
27. <i>Eremogone saxatilis</i>	1	кк	км	ск-пт-ст	еа, сбор-лсст, ст
28. <i>E. micradenia</i>	1	кк	км	ск-пт-ст	е, сст, ст
29. <i>Minuartia krasheninnikovii</i>	1	пд стк пз	км	ск-пт-ст	урал эн г-лсст
30. <i>Silene amoena</i>	2	дк	км	ск	еа
31. <i>S. wolgensis</i>	1	дв, мн мк	мк	ст	еа
13. Сем. Ranunculaceae (Лютиковые)					
32. <i>Thalictrum foetidum</i>	1	кк	км	ск-пт-ст	еа
14. Сем. Brassicaceae (Капустные)					
33. <i>Alyssum tortuosum</i>	1	полукч	мк	ск-пт-ст	еа
15. Сем. Rosaceae (Розоцветные)					
34. <i>Agrimonia pilosa</i>	1	кк	м	оп	еа
35. <i>Cotoneaster melanocarpus</i>	1	кч	км	оп-лг-ст	еа
36. <i>Sorbus aucuparia</i>	1	д, куст	м	оп-лс	еа
37. <i>Filipendula vulgaris</i>	1	кл	км	лг-ст	еа, нм лсст-ст
38. <i>Fragaria vesca</i>	1	нс	м	оп-лс	еа
39. <i>Potentilla supina</i>	2	одн-дв	м	рд, сн	а
40. <i>Rubus idaeus</i>	1	куст	м	оп-лс	еа
41. <i>Rubus saxatilis</i>	1	нс	м	оп-лс	еа
42. <i>Sanguisorba officinalis</i>	3	кк	м	лг	бор-нм
16. Сем. Fabaceae (Бобовые)					
43. <i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	1	куст	км	оп-лс	е
44. <i>Lathyrus pisiformis</i>	1	лн	м	оп-лг	еа
45. <i>Lathyrus pratensis</i>	1	лн	м	оп-лг	еа
46. <i>Lathyrus vernus</i>	1	кк	м	лс	еа
47. <i>Lupinaster albus</i>	1	кл	м	оп-лс	еа
48. <i>Trifolium medium</i>	1	стк	м	оп-лг	еа
49. <i>Vicia cracca</i>	1	лн	м	оп-лг	еа
50. <i>Vicia tenuifolia</i>	1	лн	км	оп-лг, ст	еа
17. Сем. Euphorbiaceae (Молочайные)					
51. <i>Euphorbia cyparissias</i>	1	кор	м	адв	е
52. <i>Euphorbia virgata</i>	1	кор	км	ст, сн	еа, ст-лсст
18. Сем. Tiliaceae (Липовые)					
53. <i>Tilia cordata</i>	1	д	м	лс	еа
19. Сем. Violaceae (Фиалковые)					
54. <i>Viola canina</i>	1	кк	м	оп-лг	еа
20. Сем. Onagraceae (Кипрейные)					
55. <i>Chamaenerion angustifolium</i>	1	кор	м	оп	гл
21. Сем. Apiaceae (Зонтичные)					
56. <i>Kadenia dubia</i>	1	мн мк	м	оп-лс	еа
57. <i>Seseli libanotis</i>	1	мн мк	мк	лг-ст	еа
22. Сем. Rufolesaeae (Грушанковые)					
58. <i>Ortilia secunda</i>	2	дк, кч	м	лс	гл бор

Продолжение таблицы 2					
59. <i>Pyrola rotundifolia</i>	1	дк, кч	м	лс	гл бор
23. Сем. Vacciniaceae (Брусничные)					
60. <i>Vaccinium myrtillus</i>	1	кч	м	лс	гл бор
61. <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	2	вч кч	м	оп-лс	гл бор
24. Сем. Solanaceae (Пасленовые)					
62. <i>Solanum dulcamara</i>	1	лн пкч	мг	пр-бл	е
25. Сем. Rubiaceae (Мареновые)					
63. <i>Galium boreale</i>	1	дк	м	оп-лг	еа
64. <i>Galium album</i>	1	дк	мк	лг-ст	еа
26. Сем. Scrophulariaceae (Норичниковые)					
65. <i>Linaria vulgaris</i>	1	кор	м	оп-лг, сн	еа
27. Сем. Lamiaceae (Яснотковые)					
66. <i>Thymus marshallianus</i>	1	полукчк	км	лг-ст	еа лс,ст
28. Сем. Plantaginaceae (Подорожниковые)					
67. <i>Plantago media</i>	1	стк	м	оп-лг	еа
29. Сем. Asteraceae (Сложноцветные)					
68. <i>Artemisia latifolia</i>	1	дк	км	лг-ст	еа
69. <i>Echinops crispus</i>	1	стк	км	пт-ст	а, лсст-ст
70. <i>Cirsium setosum</i>	2	кор	м	сн	еа, пл
71. <i>Lactuca tatarica</i>	1	кор	км	гл-лг и сн, ад	еа
72. <i>Leontodon autumnalis</i>	2	стк	м	оп-лг сн	еа
73. <i>Scorzonera glabra</i>	2	стк	км	оп-ск	еа
74. <i>Sonchus arvensis</i>	1	кор	м	сг-сн	еа
75. <i>Sonchus oleraceus</i>	1	одн	м	сг-сн	еа
76. <i>Tussilago farfara</i>	2	дк	м	пр-сн	еа

\*Примечания: Характеристики видов (названия видов даны по П.В. Куликову [2]): 1 – парциальная активность видов; 2 – жизненные формы (по И. Г. Серебрякову [14]): дерево – д, кустарник – куст, кустарничек – кч, полукустарничек – полукч, стержнекорневой – стк, длиннокорневищный – дк, короткокорневищный – кк, рыхлокустовой – рк, надземностолонный – нс, ползучий – пз, клубнеобразующий – кл, корнеотпрысковый – кор, лиановидный – лн, подушковидный – пд, монокарпик – мк, однолетник – одн, двулетник – дв, многолетний – мн; вечнозеленый – вч; 3 – экологические группы: мезофит – м, мезоксерофит – мк, ксеромезофит – км, ксерофит – кс; 4 – ценоотические группы: лесной – лс, луговой – лг, скальный – ск, степной – ст, адвентивный – адв, сорный – сн, рудеральный – рд, сегетальный – сг, петрофитный – пт, опушечный – оп, галофитный – гл, прибрежный – пр, болотный – бл; 5 – тип ареала: голарктический – гл, пльоризональный – пл, европейский – е, азиатский – а, евроазиатский – еа, уральский – ур, южноуральский – южноур, сибирский – сиб, поволжский – повол, гемикосмополитный – гкос, гипоарктобореальный – гп-ар-бор, бор – бореальный, суббореальный – сбор, неморальный – нм, г – горный, ст – степной, лс – лесной, эндемик – энд, монтанный – монт.

**1.2. Эколого-ценоотическая структура.** В экологическом спектре исследованной флоры преобладают мезофиты (61,8%), ксеромезофиты (30,3%), мезоксерофиты (6,5%). По фитоценоотической приуроченности сосудистые растения исследуемой ЦФ подразделяются следующим образом: лесные – 35,6%, луговые – 18,5%, степные и петрофитно-степные – 24,8%, рудеральные и сорные – 14,5%, скальные – 5,3%; прибрежно-болотные – 1,3%, соответственно. В сравнении с ИГЗ возрастает в 9 раз доля видов нарушенных местообитаний, а также увеличивается число скальных растений.

**1.3. Биоморфологическая структура.** В формировании ЦФ лесов принимают участие травянистые поликарпики, среди которых распространенными следует считать длиннокорневищные (23 вида/30,3%), короткокорневищные (10/13,1%), корнеотпрысковые (7/9,2%) и рыхлокустовые (5,2%). Остальные биоморфы довольно редки (меньше 5 %).

**1.4. Географическая структура.** Для географического анализа мы применили метод

биогеографических координат, разработанный Б.А. Юрцевым [15]. К бореальной группе относятся 11,8% видов. Неморальный элемент представлен *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. Наиболее разнообразна евразийская группа, на долю которой приходится 71,0% видов. Европейские виды составляют 5,2%. Интерес вызывают растения, придающие самобытность южноуральским основным лесам: уральский эндемик горнолесостепной *Minuartia krasheninnikovii* Schischk. и уральский эндемик суббореально-монтанный *Elytrigia reflexiaristatum* (Nevski) Nevski. Эти виды представляют преобладающие здесь скальные и скально-петрофитно-степные ценоотипы.

**1.5. Парциальная активность видов.** Выскоактивные виды в изученной ЦФ отсутствуют вследствие снижения общей жизненности и низкого проективного покрытия. К среднеактивным видам относится *Betula pendula* Roth (ПА=5); низкоактивные виды (ПА=3-4) составляют 6,6% (*Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Poa angustifolia* L., *Poa pratensis* L., *Sanguisorba officinalis* L.); неактивные

(ПА=1-2) – 92,1%. *Pinus sylvestris* на территории ИГЗ относится к первой группе (ПА=7), а в районе воздействия кислых выбросов снижает свои ценоотические позиции в сложении растительного покрова до 2, переходя в неактивные.

**2. Характеристика экологического пространства и флористическое разнообразие лесных сообществ.** Использование экологических шкал упрощает процедуру прямой ординации описаний по градиентам факторов среды. При их верификации доказано наличие соответствия между измеренными показателями и расчетными оценками [16-18]. Общеизвестно, что большинство березняков являются вторичными на месте сведения в результате рубок и пожаров сосновых лесов. Несмотря на свою «производность», березовые леса должны входить в «экологическое пространство» сосновых лесов, на месте которых они сформировались. В литературе показано [19], что лесным сообществам с доминированием сосны характерны: Тг (трофность) – экологическая амплитуда укладывается в интервале от 2 до 8, экологический оптимум – 4-6,5; Hd (увлажнение) – 54-96 с двумя оптимумами (61-64 и 81-86), это соответствует увлажнению от сухих и свежих лугов до болотного. Для березняков показатель трофности равен 3,5-11,5; экологический оптимум – 4,5-9,5; увлажнение – 64-88 (от влажнотравяного до сыростепного). Экологическое пространство сосны по Hd полностью включает березу, при этом лиственная порода предпочитает более богатую почву.

Анализ ПП (табл. 1) выявил:

1. Диапазон изменения фактора Тг для сосновых лесов соответствует 3-9 (среднее 5,85), для березовых – 3-11 (среднее 6,95);

2. Экологическая амплитуда показателя Hd для сообществ с доминированием сосны равна 8-15, среднее – 12,2, для березовых ценозов 8-16 и 12,0, соответственно. Следовательно, подтверждаются литературные данные о перекрывании экологических пространств рассматриваемых пород. В целом при сравнении всех площадок средние показатели для фактора Hd изменяются в интервале от 10,7 до 12,6, что соответствует луговостепному и сухолуговому типу увлажненных местообитаний, несмотря на существование древесного яруса. Можно предположить, что выявленное несоответствие связано с воздействием кислотных осадков.

Анализ дендрограммы сходства видового состава ПП показал, что все исследованные фитоценозы группируются в 4 кластера (рис. 2):

1. Сосновые леса (ПП 1, 9, 10) объединяются на уровне сходства 0,5 и 0,4. Данные ПП расположены с подветренной стороны от источника эмиссии на значительном удалении. Альфа-разнообразие ПП изменяется от 9 до 23; при этом рассматриваемая группа содержит 33 вида, имеющих высокие значения ПА в ИГЗ и характерных для нижних ярусов зеленомошно-брусничных, разнотравно-злаковых и широколиственных сосновых лесов. Она включает 8 бореальных

видов, например *Pyrola rotundifolia* L.; *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Rubus saxatilis* L., *Fragaria vesca* L..

2. Березовые леса (ПП 2, 3) имеют уровень сходства 0,25. Значение альфа-разнообразия равно 17 и 23 вида; общий список составляет 37 видов; из бореальной эколого-ценоотической группы присутствуют только *Pinus sylvestris* L. и *Ortilia secunda* (L.) House. С достаточно низким уровнем сходства (0,16) объединяются в кластер с деградированными ПП горы Золотая.

3. Березовые леса с маловидовым травостоем (ПП 7, 8, 11, 12) имеют максимальное сходство, равное 0,54-0,68. Альфа-разнообразие меняется от 2 до 8 видов. Флористический комплекс образуют 12 видов, среди которых к бореальным относятся *Ortilia secunda*, *Vaccinium vitis-idaea*.

4. Наиболее деградированные ПП, расположенные с наветренной стороны и лишённые древесного яруса (4, 5, 6), группируются на отметке 0,62 и 0,35. Значения альфа-разнообразия укладываются в интервале от 8 до 16, флористический комплекс включает 23 вида, бореальные виды отсутствуют.

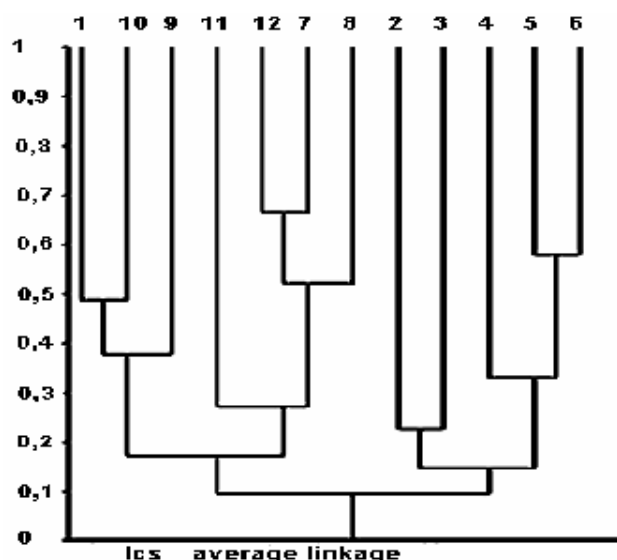


Рис. 2. Дендрограмма сходства флористического состава пробных площадей растительности в районе г. Карабаша. 1-12 – номера пробных площадей

**Выводы:** исследования показали, что флора лесов окрестностей г. Карабаша в значительной степени обеднена по сравнению с эталонными сообществами ИГЗ. Большинство видов имеют низкую ПА, связанную с пониженными показателями жизнестойкости и проективного покрытия. Установленный метод экологических шкал луговостепной и сухолуговой тип увлажнения местообитаний, наличие характерных скально-петрофитно-степных, снижение доли бореальных элементов указывают на ксерофитизацию, связанную с дегидратационным влиянием закисления. На разрушение растительного покрова указывает и присутствие большого количества синантропных видов.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 4, проект 09-П-5-1015 «Тренды изменений растительного покрова южного Урала под воздействием природных и антропогенных факторов: системный фитомониторинг».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Горчаковский, П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. 1984. № 5. С. 3-16.
2. Куликов, П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Миасс: Геотур, 2005. 538 с.
3. Белогуб, Е.В. Карабашский рудный район (Южный Урал). Материалы к путеводителю геолого-экологической экскурсии / Е.В. Белогуб, В.Н. Удачин, Г.К. Кораблев. – Миасс, 2003. 40 с.
4. Бутусов, О.Б. Интегральный метод оценки экологического состояния лесных экосистем в районе источников аэротехногенного загрязнения / О.Б. Бутусов, Л.М. Носова, А.М. Степанов // Лесоведение. 1997. № 6. С. 13-21.
5. Воробейчик, Е.Л. Реакция лесных фитоценозов на техногенное загрязнение / Е.Л. Воробейчик, Е.В. Хантемиров // Экология. 1994. № 3. С. 31-43.
6. Кулагин, Ю.З. Дымоустойчивость древесных растений и проблема озеленения и лесовосстановления в промышленных районах Предуралья и Южного Урала. Автореф. ... уч. ст. доктора биол. наук. – Л., 1964. 32 с.
7. Горчаковский, П.Л. Фиторазнообразие Ильменского заповедника в системе охраны и мониторинга / П.Л. Горчаковский, Н.В. Золотарева, Е.В. Коротеева, Е.Н. Подгаевская. – Екатеринбург, 2005. 192 с.
8. Хитун, О.В. Внутриландшафтная структура флоры низовьев р. Тиникияха: (Сев. гипоаркт. тундры, Гыданский п-ов) // Ботан. журн. 2002. Т. 87, № 8. С. 1-23.
9. Цыганов, Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука, 1983. 198 с.
10. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. 288 с.
11. Толмачев, А.И. Введение в географию растений: (Лекции, читанные студентам Ленингр. ун-та в 1958-1971 гг.). – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 247 с.
12. Юрцев, Б.А. Дискуссия на тему «Метод конкретных флор в сравнительной флористике» // Ботан. журн. 1974. Т. 59, № 9. С. 1399-1407.
13. Хохряков, А.П. Таксономические спектры и их роль в сравнительной флористике // Ботан. журн. 2000. Т. 85, № 5. С. 1-11.
14. Серебряков, И.Г. Экологическая морфология растений. – М.: Советская наука, 1962. 378 с.
15. Юрцев, Б.А. Флора Сунтар-Хаята. – Л., 1968. 236 с.
16. Дидух, Я.П. Сравнительная характеристика фитоиндикационных экологических шкал (на примере шкал увлажнения почвы) / Я.П. Дидух, П.Г. Плюта // Экология. 1993. № 5. С. 32-40.
17. Загульнова, Л.Б. Верификация балловых оценок местообитания по некоторым параметрам среды / Л.Б. Загульнова, С.С. Быховец, О.Г. Баринов, М.А. Баринова // Лесоведение. 1998. № 5. С. 48-58.
18. Смирнов, В.Э. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской территории России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа / В.Э. Смирнов, Л.Г. Ханина, М.В. Бобровский // Бюл. МОИП. Отд. Биол. 2006. Т. 111, вып. 2. С. 36-46.
19. Дегтева, С.В. Параметры экологического пространства и флористическое разнообразие лесных формаций Европейского Северо-востока России // Экология. 2005. № 3. С. 180-185.

## ESTIMATION OF FOREST CENOFLORA STATE IN ZONE OF KARABASHSKIY COOPER-SMELT INDUSTRIAL COMPLEX IMPACT (SOUTH URALS)

© 2011 E.V. Koroteyeva, E.I. Veysberg, N.B. Kuyantseva

Ilmenskiy National Park UrB RAS

Taxonomical, ecological-cenotical, biomorphological, geographical structure of forest cenoflora in region of Karabash – zone of the ecological disaster caused by activity of copper-smelting industrial complex are analyzed. The estimation of ecological space and floristic diversity of forest communities is given.

Key words: forest cenoflora, cooper-smelt works, structural diversity, ecological space

Elena Koroteyeva, Candidate of Biology, Research Fellow at the Biological Department. E-mail: elka@ilmeny.ac.ru

Elena Veysberg, Candidate of Biology, Senior Research Fellow at the Biological Department. E-mail: veysberg@mineralogy.ru

Nadezhda Kuyantseva, Candidate of Biology, Research Fellow at the Biological Department. E-mail: borisovna@ilmeny.ac.ru