

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СОСТАВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КАРЬЕРОВ ЮЖНОГО УРАЛА

Л.Р. Шугаипова<sup>1✉</sup>, А.А.Кулагин<sup>2</sup>, А.В. Шулепов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», 450008, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Октябрьской революции, д. 3а

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет», 628605, Россия, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, г. Нижневартовск, ул. Ленина, д. 56

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», 196601, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Петербургское шоссе, д. 2

Lika4.husainova@yandex.ru

Изложено описание результатов исследований, проведенных на территории горно-обогатительных комбинатов Южного Урала, в частности в Челябинской обл., Республике Башкортостан и Оренбургской обл. Рассмотрены вопросы влияния функционирования карьеров горно-обогатительных комбинатов на процесс зарастания прилегающей к ним территории. Определено общее количество видов растений, охарактеризован процесс естественной ренатурализации техногенного ландшафта вблизи карьеров горно-обогатительных комбинатов. Проведена экологическая инвентаризация растительности в зоне влияния карьеров.

**Ключевые слова:** горно-обогатительный комбинат, флористический анализ, видовое разнообразие

**Ссылка для цитирования:** Шугаипова Л.Р., Кулагин А.А., Шулепов А.В. Экологические особенности формирования флористического состава в зоне влияния карьеров Южного Урала // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 6. С. 99–105. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-6-99-105

Множество научных работ было посвящено экологическому состоянию Южного Урала, в особенности наличию отходов горнопромышленного производства, которое изменило состав и структуру флоры. Тем не менее, не было уделено внимание деятельности непосредственно на карьерах, несущей негативную экологическую нагрузку на прилегающие к карьерам территории, а именно на растительный покров, как основного источника пылевых выбросов в процессе добычи сырья. В современных условиях исследования, направленные на изучение особенностей самозарастания территорий и рекультивации нарушенных земель, являются актуальными в связи с необходимостью обеспечения экологической безопасности.

Исследование процессов ренатурализации прилегающих к карьерам территорий было проведено в период с 2012 по 2021 гг. на территории карьеров следующих семи горно-обогатительных комбинатов Южного Урала [1–4]:

- 1) на Кыштымском горно-обогатительном комбинате в г. Кыштым;
- 2) Томинском — в пос. Томинский;
- 3) Учалинском — в г. Учалы;
- 4) Белорецком горно-обогатительном комбинате «Башкирская горнорудная компания» («БГРК») в г. Белорецк;
- 5) Сибайском филиале Учалинского горно-обогатительного комбината (далее Учалинский ГОК) в г. Сибай;

6) Гайском горно-обогатительном комбинате в г. Гай;

7) Киембаевском асбестовом горно-обогатительном комбинате в г. Ясный.

Научные исследования проводились с помощью метода закладки пробных площадей (ПП) на трансектах, принятого как основной способ организации наблюдений за растительным покровом [5–9].

Пробные площади закладывались по методикам Н.Т. Смирнова [11] и А.Г. Мошкалева [10]. Размер пробных площадей составлял 10×10 м. На каждом объекте было заложено по 16 пробных площадей на расстоянии 125 м — 5000 м от источника загрязнения [12–14]. Выбор мест закладки пробных площадей проводился на основании рекогносцировочных исследований территорий карьеров, которые включают в себя ознакомление с произрастающими там растениями.

Кроме того, пробные площади закладывались по направлению наибольшей повторяемости господствующих ветров, установленных по показателю розы ветров. К тому же, важным фактором закладки пробных площадей служила характеристика микрорельефа в пределах карьера и его ландшафтные особенности. В частности пробные площади иногда закладывались не на равнинных участках, а трансекты пересекались с водными объектами или каменистыми участками.

Подсчет количества и видов растений на пробных площадях проводили в течение вегетативного периода (с середины мая до середины сентября).

Т а б л и ц а 1

**Коэффициент флористического сходства для видов, произрастающих  
в зоне влияния горно-обогатительных комбинатов (ГОК)**  
Floristic similarity coefficient for species growing in the zone influenced by mining complexes (GOK)

Природная зона	Наименование объекта	Количество видов		Коэффициент флористического сходства, %						
		Для зоны	На исследуемом объекте, шт. (%)	Кыштымский ГОК	Томинский ГОК	Учалинский ГОК	Белорецкий ГОК «БГРК»	Сибайский филиал «Учалинский ГОК»	Гайский ГОК	Киембаевский асбестовый ГОК
Лесостепная	Кыштымский ГОК	1500	31(2,1)	–	20,5	21,1	30,8	36,0	27,4	29,1
	Томинский ГОК		69(4,6)	20,5	–	24,0	25,5	27,7	33,0	23,9
Горно-лесная	Учалинский ГОК	1680	55(3,3)	21,1	24,0	–	26,7	24,3	21,2	26,7
	Белорецкий ГОК «БГРК»		54(3,2)	30,8	25,5	26,7	–	37,9	41,7	38,2
	Сибайский филиал «Учалинский ГОК»		37(2,2)	36,0	27,7	24,3	37,9	–	41,7	42,6
Степная	Гайский ГОК	1610	48(3)	27,4	33,0	21,2	41,7	41,7	–	61,0
	Киембаевский ГОК		40(2,5)	29,1	23,9	26,7	38,2	42,6	61,0	–

Исходя из особенностей распространения видов растений, было установлено, что значительное нарушение земель вблизи исследуемых горно-обогатительных комбинатов отмечается на различном удалении. В пределах Кыштымского горно-обогатительного комбината процесс ренатурализации наблюдается на расстоянии 350 м от источника загрязнения, Томинского — на расстоянии 125 м. На остальных объектах активное зарастание земель происходило на расстоянии 850 м от источника загрязнения. Увеличение площади проективного покрытия наблюдается на расстоянии 1000 м от карьера, что характерно для всех исследуемых объектов [15, 19].

На основании работ выдающихся ботаников и лесоводов — П.Л. Горчаковского и Б.П. Колесникова, Ю.З. Кулагина, Л.Г. Наумовой, Б.М. Миркина [20, 21], которые посвятили себя изучению растительности Урала и описали флору еще до начала работы карьеров, можно отметить, что многолетняя деятельность горно-обогатительных комбинатов не способствует восстановлению структуры растительного покрова в первозданном виде, а техногенез наносит невосполнимый экологический ущерб, формируя на больших площадях отвалы и отходы.

Было подсчитано общее количество видов растений на изучаемых объектах. Для более глубокого анализа видового богатства между исследуемыми объектами по формуле П. Жаккара вычислили коэффициент сходства (табл. 1).

Для подробного описания флористического состава были выделены доминантные и специ-

фические виды, виды-аборигены, охраняемые и лекарственные виды, адвентивные и инвазивные виды растений (табл. 2).

В зоне влияния *Кыштымского* ГОК обнаружен 31 вид растений, из них 22,6 % составляли древесные виды, 77,4 % травянистые. Площадь проективного покрытия на ПП № 1, 2 составляет по 10 %, на ПП № 3 — 20 %, на ПП № 4–6 — 30 %, на ПП № 7, 9, 10, 12, 13 — 40 % и на ПП № 8, 11, 14–16 — 50 %.

В зоне влияния *Томинского* ГОК обнаружено 69 видов растений, из них 8 % приходится на древесные виды и 92 % на травянистые виды. Площадь проективного покрытия на ПП № 1, 2 составляет по 70 %, на ПП № 3 — 80 %, на ПП № 4 — 90 %, на ПП № 5–16 по 100 %.

В зоне влияния *Учалинского* ГОК обнаружено 55 видов растений, из них 10,9 % составляли древесные виды и 89,1 % травянистые. Площадь проективного покрытия на ПП № 1, 2 составляет по 10 %, на ПП № 3–5 по 20 %, на ПП № 6 — 30 %, на ПП № 7 — 40 %, на ПП № 8 — 50 %, на ПП № 9 — 60 %, на ПП № 10 — 80 %, на ПП № 11–14 по 90 %, на ПП № 15, 16 по 100 %.

В зоне влияния *Белорецкого* ГОК обнаружено 54 вида растений, из них 5,6 % составляли древесные виды и 94,4 % травянистые. Площадь проективного покрытия на ПП № 1, 2 составляет по 10 %, на ПП № 3 — 20 %, на ПП № 4 и 5 по 30 %, на ПП № 6 — 40 %, на ПП № 7 — 50 %, на ПП № 8–10 по 60 %, на ПП № 11, 12 по 70 %, на ПП № 13 — 80 %, на ПП № 14, 15 по 90 %, на ПП № 16 — 100 %.

Т а б л и ц а 2

## Виды растений по групповой принадлежности, встречающиеся на исследуемых объектах, %

## Plant species by group belonging to the studied objects, %

Природная зона	Наименование объекта	Доминантные	Специфические*	Виды-аборигены	Охраняемые	Лекарственные	Адвентивные	Инвазивные
Лесостепная	Кыштымский ГОК	32,3	3,2	25,8	–	32,3	–	12,9
	Томинский ГОК	29,0	24,6	31,9	4,4	14,5	7,3	14,5
Горно-лесная	Учалинский ГОК	16,4	10,9	29,1	–	9,1	1,8	12,7
	Белорецкий ГОК «БГРК»	35,2	9,3	29,6	–	24,1	3,7	13,0
	Сибайский филиал «Учалинский ГОК»	37,8	2,7	27,0	2,7	18,2	2,7	18,9
Степная	Гайский ГОК	45,8	6,3	22,9	–	25,0	10,4	13,0
	Киембаевский ГОК	35,0	2,5	20,0	–	27,5	5,0	17,5

Примечание. \* Специфическими названы виды, которые встречаются только на исследуемом объекте.

В зоне влияния *Сибайского* филиала «Учалинский ГОК» обнаружено 37 видов растений, из них 10,8 % составляли древесные виды, и 89,2 % травянистые. Площадь проективного покрытия на ПП № 1–4 составляет по 10 %, на ПП № 5 и 6 по 20 %, на ПП № 7 — 30 %, на ПП № 8 и 9 по 40 %, на ПП № 10 — 50 %, на ПП № 11 — 60 %, на ПП № 12, 13 по 70 %, на ПП № 14 — 80 %, на ПП № 15 — 90 %, на ПП № 16 — 100 %.

В зоне влияния *Гайского* ГОК обнаружено 48 видов растений, из них 14,6 % составляли древесные виды и 85,4 % травянистые. Площадь проективного покрытия на ПП № 1 и 2 составляет по 10 %, на ПП № 3–5 по 20 %, на ПП № 6 — 30 %, на ПП № 7 — 40 %, на ПП № 8, 9 по 50 %, на ПП № 10, 11 по 60 %, на ПП № 12 — 70 %, на ПП № 13 — 80 %, на ПП № 14 — 90 %, на ПП № 15 и 16 по 100 %.

В зоне влияния *Киембаевского* ГОК обнаружено 40 видов растений, из них 10 % составляли древесные виды и 90 % травянистые. Площадь проективного покрытия на ПП № 1 и 2 составляет по 10 %, на ПП № 3–5 по 20 %, на ПП № 6 и 7 по 30 %, на ПП № 8 и 9 по 60 %, на ПП № 10 и 11 по 70 %, на ПП № 12 — 80 %, на ПП № 13 — 90 %, на ПП № 14–16 по 100 %.

Встречались следующие специфические виды (в скобках указано расстояние от источника загрязнения):

– *Plantago lanceolata* (700–3000 м) на Кыштымском ГОК;

– *Tilia cordata* (850–3000 м), *Cotoneaster lucidus* (850–3000 м), *Althaea officinalis* (1000–9000 м), *Aulacospermum multifidum* (850–3000 м), *Heraclium sibiricum* (850–3000 м), *Stachys officinalis* (1400–2500 м), *Thalictrum simplex* (850–3000 м), *Cypripedium guttatum* (850–5000 м), *Veronica chamaedrys* (850–3000 м), *Epipactis palustris*

(850–3000 м), *Stipa pennata* (250–5000 м), *Rubus saxatilis* (1000–1400 м), *Allium nutans* (2500–3000 м), *Lupinus albus* (3000–3400 м), *Medicago falcata* (3800–4200 м), *Erigeron podolicus* (250–5000 м) на Томинском ГОК;

– *Astragalus helmii* (1000–2000 м), *Archangelica officinalis* (2000–2500 м), *Solidago virgaurea* (850–2500 м), *Hedysarum alpinum* (3400–5000 м), *Anacetum kittaryanum* (3000–5000 м), *Lathyrus vernus* (3400–5000 м) на Учалинском ГОК;

– *Astragalus danicus* (4200–5000 м), *Cirsium arvense* (850–5000 м), *Anemonastrum biarmiense* (1000–5000 м), *Conioselinum tataricum* (1000–5000 м) на Белорецком ГОК;

– *Inula germanica* (1000–4600 м) на Сибайском филиале «Учалинский ГОК»;

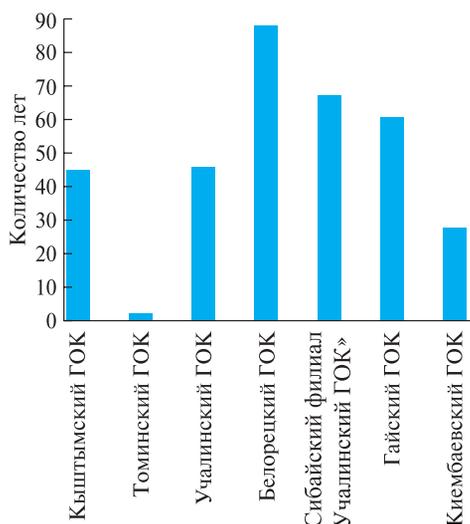
– *Crataegus laevigata* (1000–5000 м), *Phalaris arundinacea* (125–700 м), *Hieracium vulgatum* (4600–5000 м) на Гайском ГОК;

– *Melilotus albus* (4200–5000 м) на Киембаевском ГОК.

Выделены виды, которые относятся к лекарственным, охраняемым и адвентивным растениям: *Tilia cordata*, *Sorbus aucuparia*, *Crataegus laevigata*, *Prunus fruticosa*, *Rosa majalis*, *Althaea officinalis*, *Ledum palustre*, *Cypripedium guttatum*, *Inula hirta*, *Epipactis palustris*, *Archangelica officinalis*, *Hypericum maculatum*, *Allium nutans*, *Artemisia absinthium*, *Agrimonia pilosa*, *Crepis tectorum*, *Carum carvi*, *Achillea millefolium*, *Oberna behen*, *Cichorium intybus*.

Лекарственные виды также встречаются на различном расстоянии в зависимости от исследуемого ГОК. В зоне влияния Кыштымского ГОК, Томинского ГОК и Сибайского ГОК лекарственные растения произрастают на расстоянии 500–700 м от источника загрязнения. Вблизи Гайского ГОК и Киембаевского ГОК их наличие отмечается на

расстоянии 1000 м от источника загрязнения. На территории Учалинского ГОК и Белорецкого ГОК лекарственные растения распространены на расстоянии 2500 м от источника загрязнения.



Период активной добычи на карьерах

Хронологическая характеристика карьеров исследуемых объектов

Chronological characteristics of the studied opencasts

Проанализировав данные, приведенные в табл. 1 и на диаграмме, можно сделать вывод о том, что на территории Кыштымского ГОК низкий показатель количества специфических видов связан с длительным периодом добычи сырья. Такие же низкие показатели на территории Учалинского ГОК, Гайского ГОК и Киембаевского ГОК. Для территории карьеров Белорецкого ГОК и Сибайского филиала «Учалинский ГОК» низкий показатель видов связан с высокотоксичными продуктами, выделяемыми при добыче медно-колчеданной, цинковой и железной руд, которые оказывают наибольшее негативное влияние на флористический состав растительности на прилегающих территориях.

Большой процент составляют доминантные виды, адаптировавшиеся к условиям обитания. Охраняемые виды отмечены лишь на территории Томинского ГОК и Сибайского филиала «Учалинский ГОК».

На изучаемых объектах подсчитано общее количество видов растений. На всех исследуемых объектах отмечены доминирующие виды: *Betula pendula*, *Ulmus laevis*, *Picea obovata*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa majalis*, *Ledum palustre*, *Convolvulus arvensis*, *Vicia cracca*, *Trifolium montanum*, *Scorzonera austriaca*, *Knautia arvensis*, *Potentilla anserina*, *Arctium lappa*, *Linaria vulgaris*, *Euphorbia virgata*, *Nonea rossica*, *Artemisia vulgaris*, *Elytrigia repens*, *Achillea millefolium*, *Setaria pumila*.

Анализ растительного покрова на изученных территориях показал, что нарушение земель ведет прежде всего к истощению видового разнообразия, а также к таким глубоким экологическим изменениям, как исчезновение биогеоценозов, деградация почвенного покрова, нарушение гидрологического состояния территорий, загрязнение прилегающих естественных биогеоценозов и агроценозов. Эти изменения, в свою очередь, ведут к снижению их продуктивной деятельности. Основными загрязнителями территории, подверженной деятельности предприятий ГОК, являются тяжелые металлы. Состояние тяжелых металлов в почвах в значительной степени определяет генезис и плодородие почв. Загрязнение почв тяжелыми металлами приводит к последовательному изменению течения всех реакций в почве, биоте, растениях. Изменение биохимических процессов в растениях и биоте влияет на их воздействие на почву [22–26].

## Список литературы

- [1] Бондарь Г.А. Растительный покров надугольной толщи Александровского бурогольного месторождения и вопросы фиторекультивации: автореф. дис. ... канд. биол. наук 03.00.05. Днепропетровск, 1974. 41 с.
- [2] Боровиков, В.А. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. СПб.: Корона, 2001. 656 с.
- [3] Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломеш А.И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2001. 280 с.
- [4] Амосов Л.А., Мормиль С.И. Попутные полезные компоненты медных и железорудных месторождений Урала // Изв. вузов. Горный журнал, 1996. № 3. С. 10–26.
- [5] Кулагин А.А., Шагиева Ю.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М.: Наука, 2005. 191 с.
- [6] Годовой отчет за 2014 ОАО «Кыштымского горно-обогатительного комбината». Кыштым, 2015. 9 с.
- [7] Назаренко В.В. Изменение природных условий при эксплуатации карьеров и их роль в развитии прилегающих территорий // Проблемы экологической геоморфологии. Белгород: [б.и.], 2000. С. 12–13.
- [8] Рязанова Л.В. Материалы к флоре степного юга Челябинской области // Флора и растительность Урала и пути их охраны. Челябинск: Изд-во Челябинского пед. ин-та, 1989. С. 36–46.
- [9] Калабин Г.В. Количественная оценка динамики растительного покрова нарушенных территорий в зоне влияния горнопромышленных комплексов с помощью сопряженного дистанционного и наземного мониторинга // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2011. № 4. С. 144–153.
- [10] Мошкалева А.Г. Закладка лесотаксационных и дешифровочных пробных площадей. Л.: Изд-во ЛТА, 1988. 80 с.
- [11] Смирнов Н.Т. Закладка пробных площадей. Методические указания по закладке пробных площадей. Уссурийск: Изд-во ПСХИ, 1979. 75 с.
- [12] Рудский В.В. Природопользование в горных странах. Природопользование в горных странах. Новосибирск: Наука, 2000. 207 с.
- [13] Семячков А.И. Металлы в окружающей среде горно-металлургических комплексов Урала. Екатеринбург: Изд-во УГГТА, 2001. 320 с.

- [14] Моторина Л.В., Ижевская Т.И. К динамике естественной растительности на отвалах угольных карьеров в Подмосковном бассейне // Научные основы охраны природы, 1973. Вып. 2. С. 87–91.
- [15] Nagamatis D., Hicabuki Y., Mochida Y. Influence of microlandforms on forest structure, tree death and recruitment in a Japanese temperate mixed forest // *Ecol. Res.*, 2003, v. 18, no. 5, pp. 533–547.
- [16] Быков Б.А. К использованию метода промеров для определения размещения и обилия растений // Ботанический журнал, 1966. № 7. С. 100–108.
- [17] Вакар Б.А. Определитель растений Урала. М.: Книга по Требованию, 2012. 416 с.
- [18] Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 126 с.
- [19] Newton P.F., Jolliffe P.A. Aboveground dry matter partitioning responses of black spruce to directional-specific indices of local competition // *Canadian J. of Forest Research*, 2003, t. 33, no. 1010, pp. 1832–1845. <https://doi.org/10.1139/x03-103>
- [20] Tseytlin E.M. Features of environmental hazard assessment of mining enterprises // Theses of the report of VII Krakow conference of young scientists, AGH University of Science and Technology in Krakow, 2012, pp. 809–819.
- [21] Филимонова Е.И., Уманова Е.Н., Рябухин Э.А. Начальные этапы формирования растительности на гидроотвалах Шуралино-Ягодного месторождения россыпного золота // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 1997. С. 238–247.
- [22] Хохряков А.В., Фадеичев А.Ф., Цейтлин Е.М. Динамика изменения воздействия ведущих горных предприятий Урала на окружающую среду // Изв. вузов. Горный журнал, 2011. № 8. С. 44–53.
- [23] Шадрунова И.В., Радченко Д.Н., Сыромятникова Н.В. Физико-химическая технология освоения хвостохранилищ обогатительных фабрик, перерабатывающих колчеданные руды // Экологические проблемы промышленных регионов, 2003. № 9. С. 302–304.
- [24] Шилова И.И., Логинова Н.Б. Экологическая специфика отвалов предприятий цветной металлургии и оценка возможности создания на них культурфитоценозов // Растение и промышленная среда, 1974. № 11. С. 45–56.
- [25] Kalabin G.V. Use of remote sensing to assess the environmental setting of the territories – zones of mining complex enterprises // *Mining World Express (MWE)*, 2012, v. 1, iss. 1, pp. 1–7.
- [26] Гильмутдинова Р.А., Мичурин С.В., Ковтуненко С.В., Елезарьева Е.Н. К вопросу об использовании и переработке отходов горно-обогатительных комбинатов Южного Урала // Успехи современного естествознания, 2017, № 2, С. 68–73.

## Сведения об авторах

**Шугаипова Линара Равильевна**✉ — ассистент кафедры экологии, географии и природопользования, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», [Lika4.husainova@yandex.ru](mailto:Lika4.husainova@yandex.ru)

**Кулагин Андрей Алексеевич** — д-р биол. наук, профессор кафедры экологии, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный университет», [kulagin-aa@mail.ru](mailto:kulagin-aa@mail.ru)

**Шулепов Антон Владимирович** — магистрант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», [9832396@mail.ru](mailto:9832396@mail.ru)

Поступила в редакцию 10.06.2022.

Одобрено после рецензирования 20.09.2022.

Принята к публикации 10.10.2022.

## ECOLOGICAL FEATURES OF FLORISTIC COMPOSITION FORMATION IN ZONE INFLUENCED BY SOUTHERN URALS OPENCASTS

L.R. Shugaipova<sup>1✉</sup>, A.A. Kulagin<sup>2</sup>, A.V. Shulepov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, 3a, Oktyabrskaya revolyutsii st., 450008, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

<sup>2</sup>Nizhnevartovsk State University, 56, Lenin st., Nizhnevartovsk, Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra, Russia

<sup>3</sup>St. Petersburg State Agrarian University, 2, Petersburg highway, Saint Petersburg, Russia

Lika4.husainova@yandex.ru

The data research carried out on the territory of the mining complexes in the Southern Urals, in particular in the Chelyabinsk region, the Republic of Bashkortostan and the Orenburg region, is presented. The influence of the mining complex opencasts on the process of vegetation colonization of the territory adjacent to them are considered. The total number of plant species has been determined, and the process of renaturalization of the technogenic landscape near the opencasts of mining complexes has been characterized. An ecological inventory of vegetation in the zone influenced by opencasts was carried out.

**Keywords:** mining complex, floristic analysis, species diversity

**Suggested citation:** Shugaipova L.R., Kulagin A.A., Shulepov A.V. *Ekologicheskie osobennosti formirovaniya floristicheskogo sostava v zone vliyaniya kar'erov Yuzhnogo Urala* [Ecological features of floristic composition formation in zone influenced by Southern Urals opencasts]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022, vol. 26, no. 6, pp. 99–105. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-6-99-105

### References

- [1] Bondar' G.A. *Rastitel'nyy pokrov nadugol'noy tolshchi Aleksandriyskogo burougol'nogo mestorozhdeniya i voprosy fitorekul'tivatsii* [Vegetation cover of the overcoal strata of the Alexandria brown coal deposit and issues of phytoremediation]. Abstract Dis. Cand. Sci. (Biol.). 03.00.05. Dnepropetrovsk, 1974, 41 p.
- [2] Borovikov, V.A. *STATISTICA: iskusstvo analiza dannykh na komp'yutere. Dlya professionalov* [STATISTICA: the art of computer data analysis. For professionals]. St. Petersburg: Korona, 2001, 656 p.
- [3] Mirkin B.M., Naumova L.G., Solomeshch A.I. *Sovremennaya nauka o rastitel'nosti* [Modern science of vegetation]. Moscow: Logos, 2001, 280 p.
- [4] Amosov L.A., Mormil' S.I. *Poputnye poleznye komponenty mednykh i zhelezorudnykh mestorozhdeniy Urala* [Associated useful components of copper and iron ore deposits in the Urals]. *Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal* [Izvestiya vuzov. Mining Journal], 1996, no. 3, pp. 10–26.
- [5] Kulagin A.A., Shagieva Yu.A. *Drevesnye rasteniya i biologicheskaya konservatsiya promyshlennykh zagryazniteley* [Woody plants and biological conservation of industrial pollutants]. Moscow: Nauka, 2005, 191 p.
- [6] *Godovoy otchet za 2014 OAO «Kyshtym'skogo gorno-obogatitel'nogo kombinata»* [Annual report for 2014 of JSC «Kyshtym Mining and Processing Plant»]. Kyshtym, 2015, 9 p.
- [7] Nazarenko V.V. *Zmenenie prirodnykh usloviy pri ekspluatatsii kar'erov i ikh rol' v razvitiy prilegayushchikh territoriy* [Changes in natural conditions during the operation of quarries and their role in the development of adjacent territories]. *Problemy ekologicheskoy geomorfologii* [Problems of ecological geomorphology]. Belgorod, 2000, pp. 12–13.
- [8] Ryazanova L.V. *Materialy k flore stepnogo yuga Chelyabinskoy oblasti* [Materials for the flora of the steppe south of the Chelyabinsk region]. *Flora i rastitel'nost' Urala i puti ikh okhrany* [Flora and vegetation of the Urals and ways of their protection]. Chelyabinsk: Chelyabinsk ped. in-t, 1989, pp. 36–46.
- [9] Kalabin G.V. *Kolichestvennaya otsenka dinamiki rastitel'nogo pokrova narushennykh territoriy v zone vliyaniya gornopromyshlennykh kompleksov s pomoshch'yu sopryazhennogo distantsionnogo i nazemnogo monitoringa* [Quantitative assessment of the dynamics of the vegetation cover of disturbed territories in the zone of influence of mining complexes using coupled remote and ground monitoring]. *Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh* [Physico-technical problems of mineral development], 2011, no. 4, pp. 144–153.
- [10] Moshkalev A.G. *Zakladka lesotaksatsionnykh i deshifrovochnykh probnykh ploshchadey* [Establishment of forest inventory and interpretation trial plots]. Leningrad: LTA, 1988, 80 p.
- [11] Smirnov N.T. *Zakladka probnykh ploshchadey. Metodicheskie ukazaniya po zakladke probnykh ploshchadey* [Establishment of trial plots. Guidelines for laying trial plots]. Ussuriysk: PSHI, 1979, 75 p.
- [12] Rudskiy V.V. *Prirodopol'zovanie v gornykh stranakh. Prirodopol'zovanie v gornykh stranakh* [Nature management in mountainous countries. Nature management in mountainous countries]. Novosibirsk: Nauka, 2000, 207 p.
- [13] Semyachkov A.I. *Metally v okruzhayushchey srede gornometallurgicheskikh kompleksov Urala* [Metals in the environment of mining and metallurgical complexes in the Urals]. Ekaterinburg: UGTTA, 2001, 320 p.
- [14] Motorina J.I.V., Izhevskaya T.I. *K dinamike estestvennoy rastitel'nosti na otvalakh ugol'nykh kar'erov v Podmoskovnom bassejne* [On the dynamics of natural vegetation on the dumps of coal quarries in the Moscow region]. *Nauchnye osnovy okhrany prirody* [Scientific foundations of nature conservation], 1973, iss. 2, pp. 87–91.
- [15] Nagamatis D., Hicabuki Y., Mochida Y. Influence of microlandforms on forest structure, tree death and recruitment in a Japanese temperate mixed forest. *Ecol. Res.*, 2003, v. 18, no. 5, pp. 533–547.
- [16] Bykov B.A. *K ispol'zovaniyu metoda promerov dlya opredeleniya razmeshcheniya i obilya rasteniy* [On the use of the measurement method to determine the distribution and abundance of plants]. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical Journal], 1966, no. 7, pp. 100–108.

- [17] Vakar B.A. *Opredelitel' rasteniy Urala* [Key to plants of the Urals]. Moscow: Kniga po Trebovaniyu [Book on Demand], 2012, 416 p.
- [18] Kulagin Yu.Z. *Drevesnye rasteniya i promyshlennaya sreda* [Woody plants and the industrial environment]. Moscow: Nauka, 1974, 126 p.
- [19] Newton P.F., Jolliffe P.A. Aboveground dry matter partitioning responses of black spruce to directional-specific indices of local competition. *Canadian J. of Forest Research*, 2003, t. 33, no. 1010, pp. 1832–1845 <https://doi.org/10.1139/x03-103>
- [20] Tseytlin E.M. Features of environmental hazard assessment of mining enterprises. Theses of the report of VII Krakow conference of young scientists, AGH University of Science and Technology in Krakow, 2012, pp. 809–819.
- [21] Filimonova E.I., Umanova E.N., Ryabukhin E.A. *Nachal'nye etapy formirovaniya rastitel'nosti na gidrootvalakh Shuralino-Yagodnogo mestorozhdeniya rossypnogo zolota* [The initial stages of vegetation formation on the hydraulic dumps of the Shuralino-Yagodnoye alluvial gold deposit]. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel'* [Biological reclamation of disturbed lands]. Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 1997, pp. 238–247.
- [22] Khokhryakov A.V., Fadeichev A.F., Tseytlin E.M. *Dinamika izmeneniya vozdeystviya vedushchikh gornykh predpriyatiy Urala na okruzhayushchuyu sredu* [Dynamics of changes in the impact of the leading mining enterprises of the Urals on the environment]. *Izvestiya vuzov. Mining Journal*, 2011, no. 8, pp. 44–53.
- [23] Shadrinova I.V., Radchenko D.N., Syromyatnikova N.V. *Fiziko-khimicheskaya tekhnologiya osvoeniya khvostokhranilishch obogatitel'nykh fabrik, pererabatyvayushchikh kolchedannye rudy* [Physico-chemical technology for the development of tailings of enrichment plants that process pyrite ores]. *Ekologicheskie problemy promyshlennykh regionov* [Ecological problems of industrial regions], 2003, no. 9, pp. 302–304.
- [24] Shilova I.I., Loginova N.B. *Ekologicheskaya spetsifika otvalov predpriyatiy tsvetnoy metallurgii i otsenka vozmozhnosti sozdaniya na nikh kul'turfitosenozov* [Ecological specificity of dumps of non-ferrous metallurgy enterprises and assessment of the possibility of creating cultural phytocenoses on them]. *Rastenie i promyshlennaya sreda* [Plant and industrial environment], 1974, no. 11, pp. 45–56.
- [25] Kalabin G.V. Use of remote sensing to assess the environmental setting of the territories – zones of mining complex enterprises. *Mining World Express (MWE)*, 2012, v. 1, iss. 1, pp. 1–7.
- [26] Gil'mutdinova R.A., Michurin S.V., Kovtunenkov S.V., Elezar'eva E.N. *K voprosu ob ispol'zovanii i pererabotke otkhodov gorno-obogatitel'nykh kombinatov Yuzhnogo Urala* [On the issue of the use and processing of waste from mining and processing plants of the Southern Urals]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural sciences], 2017, no. 2, pp. 68–73.

## Authors' information

**Shugaipova Linara Ravil'evna** <sup>✉</sup> — Assistant of the Department of Ecology, Geography and Nature Management of the Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, [Lika4.husainova@yandex.ru](mailto:Lika4.husainova@yandex.ru)

**Kulagin Andrey Alekseevich** — Dr. Sci. (Biology), Professor of the Department of Ecology of the Nizhnevartovsk State University, [kulagin-aa@mail.ru](mailto:kulagin-aa@mail.ru)

**Shulepov Anton Vladimirovich** — Master graduand of the St. Petersburg State Agrarian University, [9832396@mail.ru](mailto:9832396@mail.ru)

Received 10.06.2022.

Approved after review 20.09.2022.

Accepted for publication 10.10.2022.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов  
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article  
The authors declare that there is no conflict of interest