УДК 631.618

DOI: 10.31774/2222-1816-2020-3-106-122

Т. В. Желибо, Е. А. Банщикова, И. Л. Вахнина

Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения
Российской академии наук, Чита, Российская Федерация

ОЦЕНКА ФОРМИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗОЛОШЛАКООТВАЛОВЫХ ОТХОДОВ ЧИТИНСКОЙ ТЭЦ-1

Цель: оценка восстановления растительности на рекультивированных чашах золошлакоотвала Читинской ТЭЦ-1. Объектом исследований являлся растительный покров, сформированный на двух отработанных чашах золошлакоотвала, рекультивированных в 2010 г. («молодой отвал») и в 1986 г. («средневозрастной отвал»). В качестве фона служили естественные фитоценозы, не подвергавшиеся складированию золошлаковых отходов, расположенные за пределами отвалов в непосредственной близости от них. **Материалы и методы.** На каждой рекультивированной чаше согласно общепринятым методикам для ботанических исследований было заложено по девять участков, где выполнена характеристика флористического состава. Выявленные виды были разбиты по семействам, выполнена их поясно-зональная и экологическая классификации. **Результаты.** Оценка формирования растительного покрова на двух отработанных чашах золошлакоотвала Читинской ТЭЦ-1 показала, что независимо от сроков рекультивации растительность характеризуется неудовлетворительной способностью к восстановлению. Это выражается в снижении проективного покрытия в 4 раза на территории, зарекультивированной более 30 лет назад, и более чем в 7 раз на территории, зарекультивированной около 10 лет назад, а также значительном (в 2 и 3,5 раза) уменьшении видового разнообразия. Кроме того, территория «молодого отвала» характеризуется значительными площадями эродированных участков. Согласно поясно-зональной и экологической классификации было выявлено, что на «молодом» и «средневозрастном» отвалах образуются фитоценозы лесостепного, собственно степного, горно-степного типа, это соответствует прилегающим ненарушенным фитоценозам. **Выводы.** Результаты исследований свидетельствуют о необходимости изменения существующих подходов к рекультивации отработанных земель золошлакоотвалов Читинской ТЭЦ-1.

Ключевые слова: рекультивация; нарушенные земли; золошлакоотвал; растительные сообщества; флористический состав; проективное покрытие.

T. V. Zhelibo, E. A. Banshchikova, I. L. Vakhnina

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology the Siberian Branch of the Russian
Academy of Sciences, Chita, Russian Federation

ASSESSMENT OF VEGETATION COVER FORMATION IN RECULTIVATION TERRITORIES OF ASH AND SLAG DUMPS IN CHITA THERMAL POWER PLANT № 1

The **purpose** of this study was to assess the restoration of vegetation in the reclaimed bowls of the ash dumps of the Chita TPP-1. The **object** of the research was the vegetation cover formed on two worked-out cups of the ash dumps, which were reclaimed in 2010 – the “young dump” and in 1986 – the “middle-aged dump”. The background was natural phytoce-

noses that were not subjected to ash and slag waste storage, located outside the dumps a short distance from them. **Materials and methods.** According to generally accepted methods for botanical research 9 plots where the characteristics of the floristic composition was performed were laid on each reclaimed bowl. The identified species were divided into families; their belt-zonal and ecological classification was performed. **Results.** The assessment of vegetation cover formation on two worked out ash and slag dump of Chita TPP-1 showed that vegetation is characterized by an unsatisfactory ability to recover, regardless of the terms of reclamation. This is reflected in a 4-fold decrease in projective cover in the territory reclaimed over 30 years ago and more than 7-fold in the territory reclaimed about 10 years ago, as well as a significant (2 and 3.5-fold) decrease in species diversity. In addition, the territory of the “young dump” is characterized by significant areas of eroded areas. According to the belt-zonal and ecological classification, it was revealed that phytocenoses of the forest-steppe, actually steppe, mountain-steppe type are formed on the “young” and “middle-aged” dumps, this corresponds to adjacent undisturbed phytocenoses. **Conclusions.** The research results indicate the need to change existing approaches to the reclamation of waste lands of ash and slag dumps of Chita TPP-1.

Key words: reclamation; disturbed land; ash and slag dump; plant communities; floristic composition; projective cover.

Введение. Золошлаковые отходы, образовавшиеся в результате сжигания угля при работе угольных ТЭЦ, практически не подлежат утилизации, скапливаясь в огромных количествах, это приводит не только к коренной трансформации самой территории их размещения, но и к многостороннему негативному влиянию на окружающую среду [1–4].

Отработанный золоотвал вследствие водной и ветровой эрозии является источником поступления ряда токсичных элементов, оказывающих губительное воздействие на растительность, животных, а также здоровье человека. Формирование растительного покрова, закрепляющего поверхность отвала, занимает достаточно длительное время ввиду фактического отсутствия в золе органических соединений, необходимых для питания растений. К тому же данный процесс могут замедлять природно-климатические условия его местоположения, способствующие развитию эрозионных процессов [1, 5].

Несмотря на то, что к настоящему времени разработаны многочисленные технологии биологического этапа рекультивации нарушенных земель [6–11], создание устойчивых растительных сообществ в большинстве случаев не происходит [12, 13]. Поэтому анализ эффективности по-

следствий применения технологий ведения рекультивационных работ представляет научный и прикладной интерес.

Цель данного исследования заключалась в оценке восстановления растительности на рекультивированных чашах золошлакоотвала Читинской ТЭЦ-1.

Материалы и методы. Натурные исследования проводились в июле 2019 г. на двух отработанных чашах золошлакоотвала Читинской ТЭЦ-1, одна из которых была рекультивирована в 2010 г. («молодой отвал») (рисунок 1), а другая в 1986 г. («средневозрастной отвал») (рисунок 2). Возраст отвалам дан согласно классификации В. В. Тарчевского (1967) [14]. В качестве фона служили ненарушенные территории, не подвергавшиеся складированию золошлаковых отходов, расположенные за пределами отвалов в непосредственной близости от них (250–300 м) (рисунок 3).

а – кустарниковая растительность, произрастающая на площадке исследования

б – эрозионные участки, встречающиеся на площадке исследования

в – проективное покрытие травостоя на площадке исследования

г – трещины на поверхности почвы площадки исследования

Рисунок 1 – Территория отработанной чаши золошлакоотвала ТЭЦ-1, рекультивированной в 2010 г. (N 52,0675°; E 113,3010°; 699 м н. у. м.), – «молодой отвал» (фото И. Л. Вахниной)

a – проективное покрытие травостоя на площадке исследования

б – кустарниковая растительность, произрастающая на площадке исследования

в – вертикальная структура растительности на площадке исследования

г – моховой покров, встречающийся на площадке исследования

Рисунок 2 – Территория отработанной чаши золошлакоотвала ТЭЦ-1, рекультивированной в 1986 г. (N 52,0538°; E 113,3455°; 637 м н. у. м.), – «средневозрастной отвал» (фото И. Л. Вахниной)

a – фоновый участок «молодого отвала»

б – фоновый участок «средневозрастного отвала»

Рисунок 3 – Ненарушенные территории, расположенные в районе отработанных чаш золошлакоотвала, рекультивированных в 2010 г. (*a*) и 1986 г. (*б*) (фото И. Л. Вахниной)

Закладка пробных участков выполнена согласно общепринятым методикам ботанических исследований [15–18]. На исследуемых отработанных чашах в трех повторностях были заложены ленты 10 × 30 м, каждая из кото-

рых была поделена на площадки 10×10 м. Таким образом, на каждой зарекультивированной чаше было заложено по девять площадок, данные по которым затем были усреднены. На этих участках выполнена характеристика следующих показателей: проективное покрытие растительного покрова, количество видов травянистых и древесных растений, высота травяного покрова, проективное покрытие мхов. Виды растений даны по сводке С. К. Черепанова (1995) [19] с учетом изменений, принятых в 1–13-м томах «Флоры Сибири» (1988–2003 гг.) [20]. Поясно-зональная и экологическая классификации приведены по Л. И. Малышеву, Г. А. Пешковой (1984) [21].

Результаты и обсуждение. Всего во флоре исследуемой территории отмечено 49 видов сосудистых растений (таблица 1), относящихся к 16 семействам (таблица 2).

Таблица 1 – Вертикальная структура растительности и флористический состав на исследуемых пробных и фоновых участках

Наименование вида растения	МО	Фон МО	СО	Фон СО
1	2	3	4	5
Древесно-кустарниковая растительность				
1 Вяз приземистый – <i>Ulmus pumila</i> L.	+	+	-	5
2 Ива розмаринолистная – <i>Salix rosmarinifolia</i> L.	1	-	5	+
3 Лиственница Гмелина – <i>Larix gmelinii</i> (Rupr.)	+	-	-	-
4 Карагана древовидная – <i>Caragana arborescens</i> L.	-	+	-	+
5 Осина – <i>Populus tremula</i> L.	-	+	-	-
6 Пятилистник мелколистный – <i>Pentaphylloides parvifolia</i> Sojak or Ikonn.	-	-	-	+
7 Тополь душистый – <i>Populus suaveolens</i> Fischer	-	+	-	-
8 Черемуха обыкновенная – <i>Padus avium</i> Miller	-	-	-	+
Травяно-кустарниковая растительность				
<i>Верхний травянистый ярус высотой > 50 см</i>				
1 Гетеропопус двулетний – <i>Heteropappus biennis</i> (Ledeb.) Tamamsch. ex Crub.	-	+	-	-
2 Большеголовник одноцветковый – <i>Rhaponticum uniflorum</i> (L.) DC.	-	+	-	+
3 Вейник наземный – <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	5	+	5	+
4 Горец развесистый – <i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) S. F. Gray	+	2	+	5
5 Горошек приятный – <i>Vicia amoena</i> Fischer	-	2	-	+
6 Донник ароматный – <i>Melilotus suaveolens</i> Ledeb.	+	5	+	+
7 Зопник клубненосный – <i>Phlomis tuberosa</i> L.	-	-	-	1
8 Ковыль Крылова – <i>Stipa krylovii</i> Roshev.	1	+	3	+

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
9 Козлобородник восточный – <i>Tragopogon orientalis</i> L.	-	-	-	+
10 Колосняк китайский – <i>Leymus chinensis</i> (Trin.) Tzvelev	5	+	2	+
11 Кострец безостый – <i>Bromopsis inermis</i> (Leyss) Holub	-	+	-	+
12 Кровохлебка лекарственная – <i>Sanguisorba officinalis</i> L.	-	1	-	1
13 Латук сибирский – <i>Lactuca sibirica</i> (L.) Benth. ex Maxim.	-	-	-	+
14 Люцерна серповидная – <i>Medicago falcata</i> L.	-	-	-	+
15 Осот полевой – <i>Sonchus arvensis</i> L.	1	-	-	-
16 Подмаренник настоящий – <i>Galium verum</i> L.	-	-	-	+
17 Полынь Сиверса – <i>Artemisia sieversiana</i> Willd.	-	5	-	5
18 Пырей ползучий – <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	1	+	1	+
19 Соссюрея горькая – <i>Saussurea amara</i> (L.) DC.	5	+	2	5
20 Таран растопыренный – <i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai ex Mori	+	2	-	+
<i>Средний травянистый ярус высотой 25–50 см</i>				
1 Одуванчик тощий – <i>Taraxacum macilentum</i> Dahlst.	-	1	-	+
2 Иксерис злаколистный – <i>Ixeris graminifolia</i> (Ledeb.) Kitag.	+	1	-	1
3 Калужница болотная – <i>Caltha palustris</i> L. s. l.	-	-	+	-
4 Клевер люпиновый – <i>Lupinaster pentaphyllus</i> Moench	+	-	-	+
5 Лапчатка рябинколистная – <i>Potentilla tanacetifolia</i> Willd. ex Schlecht	-	5	-	5
6 Лапчатка странная – <i>Potentilla supina</i> ssp. <i>paradoxa</i> (Nutt. ex Torr. & Gray) Soják	+	-	-	1
7 Мятлик – <i>Poa</i> sp.	-	1	-	+
8 Ноня русская – <i>Nonea rossica</i> Steven	-	-	-	5
9 Остролодочник тысячелистный – <i>Oxytropis myriophylla</i> (Pallas) DC.	-	5	-	5
10 Подорожник прижатый – <i>Plantago depressa</i> Willd.	1	1	-	+
11 Полынь метельчатая – <i>Artemisia scoparia</i> Waldst. et Kit.	1	+	-	5
12 Полынь холодная – <i>Artemisia frigida</i> Willd.	-	5	-	-
13 Прострел многонадрезной – <i>Pulsatilla multifida</i> (G. Pritzel) Juz.	-	2	-	+
14 Стеллера карликовая – <i>Stellera chamaejasme</i> L.	-	-	-	+
15 Тонконог гребенчатый – <i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers.	-	+	-	+
<i>Нижний травянистый ярус высотой 5–25 см</i>				
1 Лапчатка полуголая – <i>Potentilla semiglabra</i> Juz.	-	-	-	2
2 Осока приземистая Коржинского – <i>Carex korshinskyi</i> Kom.	-	5	-	-
3 Осока стоповидная – <i>Carex pediformis</i> C. A. Meyer	+	2	+	2
4 Осока твердоватая – <i>Carex duriuscula</i> C. A. Meyer	-	2	+	2
5 Проломник нитевидный – <i>Androsace filiformis</i> Retz.	-	5	-	-
6 Ряска маленькая – <i>Lemna minor</i> L.	-	-	+	-
Мохово-лишайниковый покров				
1 Кукушкин лен обыкновенный – <i>Polytrichum commune</i>	-	-	1	-
2 Сфагнум – <i>Sphagnum</i>	-	-	2	+
Примечание – МО – «молодой отвал»; СО – «средневозрастной отвал»; 1–5 – баллы проективного покрытия по Браун-Бланке.				

**Таблица 2 – Семейственный спектр сосудистых растений
в зоне золошлакоотвала**

Семейство (всего обнаруженных видов)	МО		Фон МО		СО		Фон СО	
	Количество видов, шт.	%	Количество видов, шт.	%	Количество видов, шт.	%	Количество видов, шт.	%
Asteraceae (11 видов)	4	22,1	8	25,0	1	8,3	8	20,5
Boraginaceae (1 вид)	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,6
Cyperaceae (3 вида)	1	5,6	3	9,4	2	16,8	2	5,1
Fabaceae (6 видов)	2	11,1	4	12,5	1	8,3	6	15,3
Lamiaceae (2 вида)	0	0,0	0	0,0	1	8,3	1	2,6
Pinaceae (1 вид)	1	5,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Plantaginaceae (1 вид)	1	5,6	1	3,1	0	0,0	1	2,6
Poaceae (7 видов)	4	22,1	7	21,8	4	33,4	7	17,9
Polygonaceae (2 вида)	2	11,1	2	6,3	1	8,3	2	5,1
Primulaceae (1 вид)	0	0,0	1	3,1	0	0,0	0	0,0
Ranunculaceae (2 вида)	0	0,0	1	3,1	1	8,3	1	2,6
Rosaceae (6 видов)	1	5,6	2	6,3	0	0,0	6	15,3
Rubiaceae (1 вид)	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,6
Salicaceae (3 вида)	1	5,6	2	6,3	1	8,3	1	2,6
Thymelaeaceae (1 вид)	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,6
Ulmaceae (1 вид)	1	5,6	1	3,1	0	0,0	1	2,6
<i>Всего</i>	<i>18</i>	<i>100,0</i>	<i>32</i>	<i>100,0</i>	<i>12</i>	<i>100,0</i>	<i>39</i>	<i>100,0</i>

Естественные растительные сообщества (фоновые пробные площади) в районе золоотвалов представлены степными и луговыми сообществами с преобладанием в составе: *Artemisia sieversiana*, *Ixeris graminifolia*, *Oxytropis myriophylla*, *Carex duriuscula*, *Potentilla tanacetifolia*, *Persicaria lapathifolia*, *Sanguisorba officinalis*. В травостое выделяется вертикальная структура из трех ярусов. Древесные и кустарниковые породы (*Populus suaveolens*, *Ulmus pumila*, *Padus avium*, *Salix rosmarinifolia*, *Caragana arborescens*, *Pentaphylloides parvifolia*) встречаются лишь изредка. При сравнении двух фоновых площадок видовым разнообразием характеризуется с процентным соотношением чуть в большую сторону фон «средневозрастного отвала».

На пробных площадях непосредственно самих золошлакоотвалов естественная растительность со временем была в значительной мере трансформирована. Растительный покров представлен рудеральными, синантропными сообществами. На период исследования больший процент

встречаемости видов принадлежит травяно-кустарничковой растительности с упрощенной вертикальной структурой, меньший – древесной и моховому покрову. В целом на двух отвалах преобладают виды сосудистых растений из семейств *Asteraceae* (*Compositae*), *Fabaceae* (*Leguminosae*), *Rosaceae*, имеющих стержневую корневую систему, *Poaceae* (*Gramineae*) – мочковатую. Остальные семейства представлены меньшим количеством видов. При сравнении двух площадок по разнообразию видов наиболее ярко выражена площадка «молодого отвала», по проективному покрытию – «средневозрастного».

Следует отметить, что на момент исследования объекты наблюдения имели некоторое отличие по условиям увлажнения. На площадке «средневозрастного» золошлакоотвала встречались обводненные участки с растениями-гигрофитами (*Lemna minor*, *Caltha palustris*).

На пробных участках, заложенных на ложе отстойника отвала, рекультивированного в 2010 г. («молодой отвал»), поверхность имеет пылящую, сухую структуру. Растительный покров разреженный. Эродированные участки составляют до 30 % от всей поверхности ложа отстойника. Всего на площадке «молодого отвала» обнаружено 18 видов растений из 10 семейств. Древесно-кустарниковый ярус развит слабо (проективное покрытие 1 %) и сконцентрирован в основном ближе к дамбе отвала. Древостой единично представлен подростом *Ulmus pumila* с высотой до 3 м, *Larix gmelinii* – 1,5 м. Из кустарников встречается *Salix rosmarinifolia* высотой до 2 м с куртинным расположением по краям ложа отстойника. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса на площадке не превышает 6 % (со средней высотой 40 см). В травостое встречаются многолетние, засухоустойчивые растения-ксерофиты (*Artemisia scoparia*, *Elytrigia repens*, *Leymus chinensis*, *Saussurea amara*, *Sonchus arvensis* с глубоко-стержневыми, ветвисто-стержневыми и шнуровидными корнями), типичные представители степей, остепненных лугов, полей, пустырей, залежей.

Описание флористического состава на ненарушенном участке в районе «молодого отвала» (фон «молодого отвала») выявило наличие разнотравных луговых степей. Всего на фоновой площадке отмечено 32 вида древесных, кустарниковых и травянистых растений из 11 семейств. Древостой представлен подростом *Ulmus pumila*, *Populus tremula*, *Populus suaveolens*, который имеет высоту 2–3 м и разрежен по площади (проективное покрытие видов менее 1 %). Из кустарников выявлен *Caragana arborescens* высотой до 1,5 м. Мохово-лишайниковый ярус не развит. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса значительно отличается от площадки «молодого отвала» и составляет 40 % (со средней высотой 30 см). В травостое доминируют такие виды, как *Androsace filiformis*, *Melilotus suaveolens*, *Artemisia frigida*, *Artemisia sieversiana*, *Carex korshinskyi*, *Oxytropis myriophylla*, *Potentilla tanacetifolia*, *Aconogonon divaricatum*, *Vicia amoena*, *Persicaria lapathifolia*, с хорошо развитой глубоко-стержневой, ветвисто-стержневой и шнуровидной корневой системой, образующей плотные дерновины. Между площадкой «молодого отвала» и фоном «молодого отвала» по семейственному спектру и количеству видов травяно-кустарничковой растительности имеется различие почти в 2 раза, по проективному покрытию – более чем в 7 раз (таблица 3).

Таблица 3 – Усредненная по участкам характеристика растительности на исследуемой территории

Характеристика	МО	Фон МО	СО	Фон СО
Проективное покрытие травяно-кустарничковой растительности, %	5,6	40	11,2	40
Общее количество травяно-кустарничковых видов, шт.	15	28	11	34
Общее количество древесно-кустарниковых видов, шт.	3	4	1	5
Высота травяно-кустарничкового покрова, м	0,4	0,3	0,9	0,3
Проективное покрытие мхов, %	0	0	45	< 5

Аналогичные исследования флористического состава на территории «средневозрастного отвала», который характеризуется более увлажненными условиями местообитания, выявили наличие 12 видов растений из восьми

семейств, имеющих равномерное распределение по площади. Древостой на площадке исследования отсутствует, кустарниковый ярус представлен *Salix rosmarinifolia* с высотой от 30 до 80 см (5 %), произрастающей на увлажненном участке. Заращение по краям отработанного золошлакоотвала происходит преимущественно злаковыми длиннокорневищными, плотнодерновинными растениями (*Calamagrostis epigeios*, *Stipa krylovii*, *Leymus chinensis*, *Elytrigia repens*). На более увлажненных местах встречаются гигрофитные, многолетние растения (относящиеся к семействам *Araceae* и *Ranunculaceae*), а также моховой покров с проективным покрытием 45 %. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса не превышает 12 %, средняя высота которого 90 см.

Флористический состав на ненарушенном участке, примыкающем к исследуемому золоотвалу (фон «средневозрастного отвала»), также характеризуется большим количеством встречаемых растений степного типа. Всего описано 39 видов из 14 семейств. Древесный ярус представлен единственным подростом *Ulmus pumila* высотой 2,5 м. Кустарниковый ярус состоит из *Padus avium*, *Salix rosmarinifolia*, *Caragana arborescens*, *Pentaphylloides parvifolia* со средней высотой до 3 м и куртинным расположением на площадке. Произрастание некоторых видов кустарников предположительно связано с сельскохозяйственной деятельностью человека. Мохово-лишайниковый ярус развит слабее, чем на площадке «средневозрастного отвала» (менее 1 %). Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса имеет отличие от площадки «средневозрастного отвала» и составляет 40 % со средней высотой 30 см. В травостое доминантами являются многолетние растения: *Persicaria lapathifolia*, *Nonea rossica*, *Artemisia scoparia*, *Potentilla semiglabra*, *Phlomis tuberosa*, *Potentilla supina*, с ветвисто-стержневыми и шнуровидными корнями. Между площадкой «средневозрастного отвала» и фоном «средневозрастного отвала» по семейственному спектру и количеству видов травяно-кустарничковой

растительности имеется различие почти в 3 раза, по проективному покрытию – более чем в 10 раз. Однако наблюдается снижение высоты травостоя примерно на 10 см на фоновой площадке, преобладает низкотравье (см. таблицу 3).

Согласно поясно-зональной и экологической классификации было выявлено, что растительный покров «молодого отвала» и фоновой площадки характеризуется сходным преобладанием видов степного комплекса: собственно степные (СС), лесостепные (ЛС), горно-степные (ГС). Количество остальных видов также практически соразмерно (рисунок 4).

Рисунок 4 – Сравнительная поясно-зональная и экологическая характеристика пробных площадок «молодого отвала» и фонового участка: СХ – светлохвойно-лесная; ПБ – пребореальная; ЛС – лесостепная; ГС – горно-степная; СС – собственно степная; ПС – пустынно-степная; ЛГ – луговая; А – антропофильный (общий ареал)

На пробной площадке «средневозрастного отвала» и фонового участка «средневозрастного отвала» также преобладают виды степного комплекса: лесостепные (ЛС), собственно степные (СС), горно-степные (ГС). Количество остальных видов несколько различается (рисунок 5).

Рисунок 5 – Сравнительная поясно-зональная и экологическая характеристика пробных площадок «средневозрастного отвала» и фоновой участка: СХ – светлохвойно-лесная; ПБ – пребореальная; ЛС – лесостепная; ГС – горно-степная; СС – собственно степная; ВБ – водно-болотная; ЛГ – луговая; А – антропофильный (общий ареал)

Таким образом, спустя годы происходит слабое увеличение видового состава. Образуются фитоценозы лесостепного, собственно степного, горно-степного типа. Это говорит о неудовлетворительной способности к естественному самозарастанию и образованию гумусового слоя. Полного покрытия грунта растениями не произошло как на «молодом», так и на «средневозрастном отвале».

Выводы. Исследование состояния растительности на техногенных землях двух отработанных чаш золошлакоотвала Читинской ТЭЦ-1 разных сроков рекультивации и сравнение полученных результатов с аналогичными показателями, описанными для фоновых участков, расположенных в непосредственной близости, не подвергавшихся складированию золошлаковых отходов, показали, что после технической рекультивации растительность характеризуется неудовлетворительной способностью к естественному самозарастанию. Это выражается в снижении проективного покрытия в 4 раза на территории, зарекультивированной более 30 лет назад, и

более чем в 10 раз на территории, зарекультивированной около 10 лет назад, а также значительном (в 2 и 3,5 раза) уменьшении видового разнообразия. Кроме того, территория «нового» золошлакоотвала характеризуется значительными площадями эродированных участков. Результаты исследований свидетельствуют о необходимости изменения существующих подходов к рекультивации нарушенных земель.

Согласно поясно-зональной и экологической классификации было выявлено, что на пробной площади «молодого отвала» и фоновой площадке недалеко от него преобладают виды степного комплекса: собственно степные, лесостепные, горно-степные. Количество остальных видов практически соразмерно. На пробной площади «средневозрастного отвала» и фоновой площадке недалеко от него преобладают виды степного комплекса: лесостепные, собственно степные, горно-степные. Количество остальных видов несколько различается.

Работа выполнена по проекту бюджетных исследований ИПРЭК СО РАН.

Список использованных источников

1 Золоотвалы твердотопливных тепловых электростанций как угроза экологической безопасности / Л. М. Делицын, Н. Н. Ежова, А. С. Власов, С. В. Сударева // Экология промышленного производства. – 2012. – № 4. – С. 15–26.

2 Замана, Л. В. Гидрохимия отстойника золоотвала Читинской ТЭЦ-1 и состав подземных вод в зоне его инфильтрационного влияния / Л. В. Замана, Л. И. Усманова, М. Т. Усманов // Вестник Бурятского государственного университета. – 2010. – № 3. – С. 28–33.

3 Экологическое состояние оз. Кенон – водоема-охладителя ТЭЦ-1 (Забайкальский край) / Г. Ц. Цыбекмитова, А. П. Куклин, Н. А. Ташлыкова, Е. Ю. Афонина, Б. Б. Базарова, М. Ц. Итигилова, Е. П. Горлачёва, П. В. Матафонов, А. В. Афонин // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2017. – Т. 7, № 3. – С. 194–209.

4 ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. – Введ. 1984-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 13 с.

5 Рекомендации по рекультивации отработанных золошлакоотвалов тепловых электростанций: РД 34.02.202-95: утв. Департаментом эксплуатации энергосистем и электр. станций РАО «ЕЭС России» 25.12.95. – М.: ОРГРЭС, 1997. – 16 с.

6 Pandey, V. C. Assisted phytoremediation of fly ash dumps through naturally colonized plants / V. C. Pandey // Ecological Engineering. – 2015. – Vol. 82. – P. 1–5. – DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.04.002.

7 Jambhulkar, H. P. Fly ash toxicity, emerging issues and possible implications for its exploitation in agriculture; Indian scenario: A review / H. P. Jambhulkar, S. M. S. Shaikh, M. S. Kumar // *Chemosphere*. – 2018. – Vol. 213. – P. 333–344. – DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.09.045.

8 Гурина, И. В. Теоретическое обоснование технологии биологической рекультивации нарушенных земель урбанизированных территорий / И. В. Гурина, А. И. Щиренко, Ю. С. Рогозина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2017. – № 4(28). – С. 79–93. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=332>.

9 Гурина, И. В. Результаты мониторинга рекультивированной второй секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС / И. В. Гурина, А. И. Щиренко, Ю. С. Рогозина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2016. – № 4(24). – С. 55–69. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1113>.

10 Опыт создания защитных лесонасаждений в районе золошлакоотвала Читинской ТЭЦ-1 / Е. А. Банщикова, Т. В. Желибо, А. В. Миронов, И. Л. Вахнина, В. П. Макаров, И. В. Горбунов // Записки Забайкальского отделения Русского географического общества = Notes of the Transbaikalian Branch of the Russian Geographical Society: сб. тр. – Чита, 2019. – С. 126–135.

11 Миронов, А. В. Опытная биологическая рекультивация золошлакового материала Читинской ТЭЦ-1 / А. В. Миронов // *Природообустройство*. – 2019. – № 4. – С. 29–33.

12 Ковров, А. С. Экосистемный подход при лесотехнической рекультивации техногенных ландшафтов / А. С. Ковров // Сборник научных работ НГУ. – Днепр: НГУ, 2013. – № 40. – С. 194–203.

13 Денисов, Н. И. Естественное восстановление древесной растительности на Лучегорской техногенной депрессии (Приморский край) / Н. И. Денисов, А. П. Саранчук, А. В. Суворов // *Успехи современного естествознания*. – 2016. – № 6. – С. 80–86.

14 Тарчевский, В. В. Закономерности формирования фитоценозов на промышленных отвалах: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Тарчевский Виталий Владиславович. – Томск, 1967. – 36 с.

15 Алехин, В. В. Методика полевых ботанических исследований / В. В. Алехин, Д. П. Сырейщиков. – Вологда: Север. печатник, 1926. – 69 с.

16 Раменский, Л. Г. Учет и описание растительности (на основе проективного метода) / Л. Г. Раменский. – 2-е изд. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1937. – 100 с.

17 Воронов, А. Г. Геоботаника / А. Г. Воронов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1973. – 384 с.

18 Нешатаев, Ю. Н. Методы анализа геоботанических материалов / Ю. Н. Нешатаев. – Л., 1987. – 192 с.

19 Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья – 95, 1995. – 990 с.

20 Флора Сибири: в 14 т. – Новосибирск: Наука. Сиб. изд. фирма РАН, 1988–2003.

21 Малышев, Л. И. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье) / Л. И. Малышев, Г. А. Пешкова. – Новосибирск: Наука, 1984. – 265 с.

References

1 Delitsyn L.M., Ezhova N.N., Vlasov A.S., Sudareva S.V., 2012. *Zolootvaly tverdotoplivnykh teplovykh elektrostantsiy kak ugroza ekologicheskoy bezopasnosti* [Ash dumps of solid fuel thermal power plants as a threat to environmental safety]. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva* [Ecology of Industrial Production], no. 4, pp. 15–26. (In Russian).

2 Zamana L.V., Usmanova L.I., Usmanov M.T., 2010. *Gidrokimiya otstoynika zolootvala Chitinskoj TETS-1 i sostav podzemnykh vod v zone ego infil'tratsionnogo vliyaniya*

[Hydrochemistry of the settling tank of the ash dump of the Chita TPP-1 and groundwater in the zone of its infiltration influence in the zone of its infiltration influence]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bull. of Buryat State University], no. 3, pp. 28-33. (In Russian).

3 Tsybekmitova G.Ts., Kuklin A.P., Tashlykova N.A., Afonina E.Yu., Bazarova B.B., Itigilova M.Ts., Gorlacheva E.P., Matafonov P.V., Afonin A.V., 2017. *Ekologicheskoe sostoyanie oz. Kenon – vodoema-okhladitelya TETS-1 (Zabaykal'skiy kray)* [The ecological state of the lake Kenon as a cooling pond of the TPP-1 (Transbaikal Territory)]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bull. of Novosibirsk State Pedagogical University], vol. 7, no. 3, pp. 194-209. (In Russian).

4 GOST 17.5.1.01-83. *Okhrana prirody. Rekul'tivatsiya zemel'. Terminy i opredeleniya* [Nature Protection. Land reclamation. Terms and Definitions – Introduction]. Moscow, Publ. of Standards, 2002, 13 p. (In Russian).

5 *Rekomendatsii po rekul'tivatsii otrabotannykh zoloshlakootvalov teplovykh elektrostantsiy* [Recommendations for the reclamation of waste ash dumps of thermal power plants]. Department of operation of power systems and power stations of RAO “UES of Russia”. Moscow, ORGRES, 1997, 16 p. (In Russian).

6 Pandey V.C., 2015. Assisted phytoremediation of fly ash dumps through naturally colonized plants. *Ecological Engineering*, vol. 8, pp. 1-5, DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.04.002.

7 Jambhulkar H.P., Shaikh S.M.S., Kumar M.S., 2018. Fly ash toxicity, emerging issues and possible implications for its exploitation in agriculture; Indian scenario: A review. *Chemosphere*, vol. 213, pp. 333-344, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.09.045.

8 Gurina I.V., Shchirenko A.I., Rogozina Yu.S., 2017. [Theoretical substantiation of biological reclamation technologies of disturbed lands in urbanized territories]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 4(28), pp. 79-93, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=332>. (In Russian).

9 Gurina I.V., Shchirenko A.I., Rogozina Yu.S., 2016. [The monitoring results of the second reclaimed ash dump section of Novocherkassk SDP (State District Power Station)]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 4(24), pp. 55-69, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1113>. (In Russian).

10 Banshchikova A.E., Zhelibo T.V., Mironov A.V., Vakhnina I.L., Makarov V.P., Gorbunov I.V., 2019. *Opyt sozdaniya zashchitnykh lesonasazhdeniy v rayone zoloshlakootvala Chitinskoy TETS-1* [On the formation of creating protective afforestation in the area of ash dump of Chita CHPP-1]. *Zapiski Zabaykal'skogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva* [Notes of the Transbaikal Branch of the Russian Geographical Society]. Chita, pp. 126-135. (In Russian).

11 Mironov A.V., 2019. *Opytnaya biologicheskaya rekul'tivatsiya zoloshlakovogo materiala Chitinskoy TETS-1* [Experimental biological reclamation of ash and slag material of the Chita TPP-1]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 4, pp. 29-33. (In Russian).

12 Kovrov A.S., 2013. *Ekosistemnyy podkhod pri lesotekhnicheskoy rekul'tivatsii tekhnogennykh landshaftov* [Ecosystem approach in forestry reclamation of technogenic landscapes]. *Sbornik nauchnykh rabot NGU* [Collection of scientific articles of NSU]. Dnipro, NSU Publ., no. 40, pp. 194-203. (In Russian).

13 Denisov N.I., Saranchuk A.P., Suvorov A.V., 2016. *Estestvennoe vosstanovlenie drevesnoy rastitel'nosti na Luchegorskoy tekhnogennoy depressii (Primorskiy kray)* [Natural restoration of woody vegetation on the Luchegorsk technogenic depression (Primorsky Territory)]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], no. 6, pp. 80-86. (In Russian).

14 Tarchevsky V.V., 1967. *Zakonomernosti formirovaniya fitotsenozov na promyshlennykh otvalakh. Avtoreferat diss. d-ra biol. nauk* [Regularities of Phytocenoses Formation in Industrial Dumps. Abstract of doctor biol. sci. diss.]. Tomsk, 36 p. (In Russian).

15 Alekhin V.V., Syreishchikov D.P., 1926. *Metodika polevykh botanicheskikh issledovaniy* [Methodology of Field Botanical Research]. Vologda, North Printer Publ., 69 p. (In Russian).

16 Ramenskiy L.G., 1937. *Uchet i opisaniye rastitel'nosti (na osnove proektivnogo metoda)* [Accounting and description of vegetation (based on the projective method)]. 2nd ed., Moscow, VASKHNIL Publ., 100 p. (In Russian).

17 Voronov A.G., 1973. *Geobotanika* [Geobotany]. 2nd ed., Moscow, Higher School Publ., 384 p. (In Russian).

18 Neshataev Yu.N., 1987. *Metody analiza geobotanicheskikh materialov* [Methods of Geobotanical Materials Analysis]. Leningrad, 192 p. (In Russian).

19 Cherepanov S.K., 1995. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR)* [Vascular plants of Russia and neighboring states (within the former USSR)]. St. Petersburg, World and Family – 95, 990 p. (In Russian).

20 *Flora Sibiri: v 14 t.* [Flora of Siberia: in 14 volume]. Novosibirsk, Science. Sib. ed. firm RAS, 1988-2003. (In Russian).

21 Malyshev L.I., Peshkova G.A., 1984. *Osobennosti i genezis flory Sibiri (Predbaykal'e i Zabaykal'e)* [Features and genesis of flora of Siberia (Cis-Baikal and Trans-Baikal)]. Novosibirsk, Nauka Publ., 265 p. (In Russian).

Желибо Татьяна Витальевна

Должность: инженер

Место работы: федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук»

Адрес организации: ул. Недорезова, 16а, г. Чита, Российская Федерация, 672014

E-mail: zhelibot@mail.ru

Zhelibo Tatyana Vitalyevna

Position: Engineer

Affiliation: Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Affiliation address: st. Nedorezova, 16A, Chita, Russian Federation, 672014

E-mail: zhelibot@mail.ru

Банщикова Екатерина Анатольевна

Должность: младший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук»

Адрес организации: ул. Недорезова, 16а, г. Чита, Российская Федерация, 672014

E-mail: kait1986@mail.ru

Banshchikova Ekaterina Anatolyevna

Position: Junior Researcher

Affiliation: Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Affiliation address: st. Nedorezova, 16A, Chita, Russian Federation, 672014

E-mail: kait1986@mail.ru

Вахнина Ирина Леонидовна

Ученая степень: кандидат биологических наук

Должность: научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт

природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук»

Адрес организации: ул. Недорезова, 16а, г. Чита, Российская Федерация, 672014

E-mail: vahnina_il@mail.ru

Vakhnina Irina Leonidovna

Degree: Candidate of Biological Sciences

Position: Researcher

Affiliation: Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Affiliation address: st. Nedorezova, 16A, Chita, Russian Federation, 672014

E-mail: vahnina_il@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 16.07.2020

После доработки 18.07.2020

Принята к публикации 10.08.2020