

ФОРМИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННОМ ЗОЛОТВАЛЕ

С. В. ЗАЛЕСОВ,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

А. С. ОПЛЕТАЕВ,

кандидат сельскохозяйственных наук,

Уральский государственный лесотехнический университет

(620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тр., д. 37; тел.: 8 (343) 254-63-24, e-mail: Zalesov@usfeu.ru),

А. А. ТЕРИН,

кандидат сельскохозяйственных наук,

филиал «Сухоложский» ГУП СО «Лесохозяйственное производственное объединение»

Ключевые слова: лесная рекультивация, сосна обыкновенная, лесные культуры, искусственные насаждения, живой напочвенный покров, золоотвал.

Объект исследований – золоотвал № 1 Рефтинской ГРЭС общей площадью 440 га. Топливом для электростанции служит экибастузский каменный уголь, зольность которого достигает 47 %. Выбросы электростанции и пыление золоотвала привели к тому, что на территории Сухоложского лесничества, где расположена Рефтинская ГРЭС, произошло беспрецедентное изменение почвенных условий и распределения насаждений по типам леса. За период работы электростанции резко сократилась доля насаждений ягодниковой группы типов леса, и увеличилась доля разнотравной. Последнее способствовало повышению класса бонитета произрастающих насаждений и усложнило лесовосстановление. Рекультивационные работы проводились наложением на поверхность золоотвала слоя почвогрунта толщиной 10–60 см с последующей посадкой лесных культур сосны обыкновенной. Лучшие результаты достигнуты при создании лесных культур блоками 500 × 50 м, расположенными в шахматном порядке при толщине слоя почвогрунта 25–40 см. Между блоками лесных культур располагаются блоки аналогичной величины с толщиной слоя почвогрунта до 10 см, где высеваются травосмеси. Производительность лесных культур на рекультивированном золоотвале превышает таковую на культурах на вырубках, при этом все культуры на золоотвале старше 10 лет характеризуются классом бонитета Iа. Если в первые годы после создания лесных культур количество видов живого напочвенного покрова составляет 24 при надземной фитомассе 243,4–725,4 кг/га в абсолютно сухом состоянии, то в 20-летних искусственных насаждениях количество видов сокращается до 11, а надземная фитомасса – до 12,8 кг/га. С увеличением возраста лесных культур в живом напочвенном покрове увеличивается доля лесных видов при сокращении доли луговых и сорных. Последнее свидетельствует о создании на рекультивированном золоотвале высокопроизводительных сосновых насаждений и высокой эффективности лесохозяйственного направления рекультивации.

FORMATION OF ARTIFICIAL PLANTATIONS OF PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) DURING THE REMEDIATION OF THE ASH DUMP

S. V. ZALESOV,

doctor of agricultural sciences, professor,

A. S. OPLETAEV,

candidate of agricultural sciences,

Ural State Forestry Engineering University

(37 Sibirskiy tr. Str., 620100, Ekaterinburg; +7 (343) 254-63-24, e-mail: Zalesov@usfeu.ru),

A. A. TERIN,

candidate of agricultural sciences,

Sukholozhsky branch of Industrial Forestry union

Keywords: forest reclamation, pine, forest plantations, artificial stands, live ground cover, ash dump.

The object of research is the ash disposal area № 1 at Reftinskaya power plant with an area of 440 ha. Fuel for power plant is coal, the ash content of which is 47 %. The emissions of the power plant and dust from the ash led to changes in soil conditions and distribution of vegetation under the forest types of Sukholozhskiy forestry, where Reftinskaya plant is located. During the period of operation of the plant the proportion of forest berries groups of forest types and the proportion forb has dramatically decreased. This contributes to improving the bonitet class of forest stands. Reclamation was carried out by imposing on the surface of ash pond soil layer with a thickness of 10–60 cm and planting of forest cultures of a pine. The best results are achieved by planting blocks 500 × 50 m staggered with the layer thickness of 25–40 cm of soil. Between the blocks of forest plantations located blocks of a similar size with the thickness of the soil layer to 10 cm, which the grass mixture is sown. The productivity of forest crops on the ash pond is higher than in clear-cuts. All forest cultures on the ash dump which are older than 10 years characterized by I^a the class of bonitet. In the first years after the establishment of forest plantations the number of species living ground cover is 24 in the above-ground phytomass of 243,4–725.4 kg/ha in dry condition. In 20-year-old artificial plantations the number of species is reduced to 11, and above-ground phytomass – to 12.8 kg/ha. With increasing age of forest cultures in surface cover the proportion of forest species increases, while the proportion of meadow and weed reduce. The latest evidence of creation in the ash dumps reclaimed pine plantations of high-performance and high-efficiency of the forestry rehabilitation strategy.

Положительная рецензия представлена А. П. Кожевниковым, доктором сельскохозяйственных наук, ведущим научным сотрудником лаборатории экологии древесных растений Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук.

Антропогенное воздействие на лесные экосистемы выражается не только в ухудшении состояния последних, но и в изъятии значительной площади земель лесного фонда под карьеры для добычи полезных ископаемых, места складирования промышленных отходов и т. д. После окончания использования нарушенные земли подлежат рекультивации, т. е. возвращению в исходное состояние.

Масштабы изъятия земель, требующих последующей рекультивации, огромны. Так, в условиях Приморья и Приамурья не менее 70 % почвенного покрова равнинной части в той или иной степени трансформировано, а около 700 тыс. га разрушено. Наибольшее изъятие земельных ресурсов связано с добычей полезных ископаемых, площадь месторождений которых на территории России превышает 1 млн га [6].

Исходя из целевого назначения рекультивированных земель наибольшее развитие получили следующие направления рекультивации: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рыбохозяйственное, водоохранное, рекреационное, санитарно-гигиеническое и строительное.

Приоритет лесной рекультивации объясняется еще и тем, что лесам принадлежит важная роль в регулировании климата и водного баланса, в выработке кислорода, депонировании углекислого газа, выполнении других важных экологических функций (почвозащитная, противоэрозионная, водорегулирующая и др.) [7, 9, 11].

Цель и методика исследований. Среди огромного многообразия нарушенных земель, подлежащих рекультивации, выделяются золоотвалы, представляющие собой своеобразные элементы техногенного ландшафта, создаваемые путем аккумуляции золы, образующейся при сжигании твердого топлива.

Золоотвалы тепловых электростанций не имеют аналогов среди природных объектов. После прекращения эксплуатации электростанции или заполнения золоотвала он превращается в постоянный очаг загрязнения атмосферы, воздуха и почвы.

Объектом наших исследований стал золоотвал № 1 Рефтинской ГРЭС площадью 440 га. Данная электрическая станция является самой крупной в Свердловской области тепловой электростанцией, работающей на твердом топливе. Установленная электрическая мощность электростанции составляет 3800 тыс. кВт, тепловая – 350 Гкал/ч. Топливом для электростанции служит экибастузский каменный уголь, зольность которого достигает 47 %. Среднесуточный расход угля в зимний период составляет 48 тыс. т, мазута – 150 т. При этом общий объем выбросов Рефтинской ГРЭС составляет около 400 тыс. т/год. Основные компоненты выбросов – сернистый ангидрид (до 40 %), твердые вещества (до 50 %) и окислы азота.

Первый из десяти действующих энергоблоков Рефтинской ГРЭС был пущен в эксплуатацию в 1970 г. Зола и шлаки по золоотводам поступали сначала на золоотвал № 1, а после его заполнения на золоотвал № 2 площадью 860 га.

Нами в процессе исследований проанализирована эффективность лесохозяйственной рекультивации золоотвала № 1 (рис. 1). В основу исследований заложен метод пробных площадей (ПП). Все ПП закладывались и обрабатывались в соответствии с требованиями действующих апробированных методик [1, 8, 10]. Помимо древесной растительности исследовались видовой состав и надземная фитомасса живого напочвенного покрова.

Результаты исследований. Исследования показали, что повышенное содержание в золе по сравнению



Рис. 1. Внешний вид золоотвалов Рефтинской ГРЭС
Fig. 1. The appearance of the ash of Reftinskaya power plant

с почвой микроэлементов, значительное количество подвижных элементов питания P_2O_5 и K_2O , а также слабощелочная реакция способствовали раскислению почвы и привели к повышению почвенного плодородия на значительной части территории. Материалы исследований показали, что средний класс бонитета сосновых насаждений Сухоложского лесничества, где расположена Рефтинская ГРЭС, увеличился с II, 3 в 1970 г. до I, 8 в 2000 г. Если в 1970 г. на долю насаждений Ia – I классов бонитета приходилось 17,9 %, то в 2000 г. – 43,64 % сосняков (табл. 1).

Изменение плодородия почвы привело к беспрецедентному изменению распределения насаждений по типам леса. Исследования показали, что за период работы электростанции резко увеличилась доля наиболее продуктивных групп типов леса (табл. 2).

Материалы табл. 2 свидетельствуют об увеличении доли насаждений разнотравной группы типов леса. Последнее существенно увеличило конкуренцию всходам и подросту сосны со стороны живого напочвенного покрова и усложнило лесовосстановление.

Опыты по рекультивации первого золоотвала были начаты в 1992 г. Суть первых опытов заключалась в прокладке экскаватором через каждые 3 м траншей шириной 0,7 м и глубиной 0,25, 0,45 и 0,65 см с последующим заполнением их смесью су-

песчаного почвогрунта с торфом (1:1) и посадкой сосны и лиственницы [4, 5]. Пространство между траншеями в целях недопущения пыления также покрывалось почвогрунтом толщиной 0,1 м. К сожалению, приживаемость лиственницы оказалась низкой, а посадки были сильно засыпаны золой с соседних нерекультивированных участков.

В 1993 г. опыты по рекультивации были продолжены под руководством профессора А. К. Махнева. На площади 4 га был нанесен почвогрунт (суглинок + торф) толщиной 25, 40 и 60 см с посадкой трехлетних сеянцев сосны обыкновенной, ели сибирской, лиственницы Сукачева, березы повислой и пушистой, тополя бальзамического, а также ивы прутовидной и шерстистопобеговой.

Экспериментально было установлено, что сохранность лесных культур в первые годы после посадки зависит от толщины нанесенного слоя почвогрунта. При этом максимальная сохранность была зафиксирована при толщине почвогрунта 25 см.

Наиболее перспективными видами для лесохозяйственной рекультивации золоотвала Рефтинской ГРЭС оказались сосна обыкновенная и береза повислая, а из кустарников – облепиха крушиновидная, ракитник русский, ивы. Спустя 7 лет начались работы по созданию на территории золоотвала искусствен-

Таблица 1
Распределение сосновых насаждений Сухоложского лесхоза по классам бонитета
Table 1

The distribution of pine stands of Sukholozhsky forest on bonitet classes

Год учета Year accounting	Площадь насаждений по классам бонитета, га/% The planted area by class of bonitet, ha/%								Итого Total
	I ^a	I	II	III	IV	V	V ^a	V ^b	
1970	<u>12</u>	<u>7906</u>	<u>23605</u>	<u>10210</u>	<u>819</u>	<u>1090</u>	<u>590</u>	=	<u>44232</u>
	0,03	17,87	53,37	23,08	1,85	2,47	1,33	–	100
1990	=	<u>16527</u>	<u>17285</u>	<u>3626</u>	<u>605</u>	<u>956</u>	<u>540</u>	<u>79</u>	<u>39618</u>
	–	41,72	43,63	9,15	1,53	2,41	1,36	0,20	100
2000	<u>402</u>	<u>17805</u>	<u>15749</u>	<u>5432</u>	<u>954</u>	<u>954</u>	<u>378</u>	<u>43</u>	<u>41717</u>
	0,96	42,68	37,75	13,02	2,29	2,29	0,91	0,10	100

Таблица 2
Распределение сосновых насаждений Сухоложского лесничества по группам типов леса
Table 2

The distribution of pine stands of Sukholozhsky forest on forest types groups

Год учета Year accounting	Площадь сосновых насаждений по группам типов леса, га/% The area of pine plantations by forest type groups, ha/%							Итого Total
	БР	ЯГ	ЛП	РТР	ТРЗМ	КРПР	МШХВ	
	CB	B	L	F	GGM	TDC	MH	
1970	<u>806,0</u>	<u>24489</u>	<u>66</u>	<u>16366</u>	<u>129</u>	=	<u>2376</u>	<u>44232</u>
	1,82	55,37	0,15	37,00	0,29	–	5,37	100
1990	<u>636,3</u>	<u>5360,9</u>	<u>18,8</u>	<u>31130,1</u>	<u>134,1</u>	<u>144,1</u>	<u>2193,6</u>	<u>39617,9</u>
	1,61	13,53	0,05	78,58	0,34	0,36	5,53	100
2000	<u>1269</u>	<u>15297</u>	<u>63</u>	<u>22895</u>	<u>45</u>	<u>10</u>	<u>2138</u>	<u>41717</u>
	3,04	36,67	0,15	54,88	0,11	0,02	5,13	100

Примечание: группы типов леса: БР – брусничная, ЯГ – ягодниковая, ЛП – липняковая, РТР – разнотравная, ТРЗМ – травяно-зеленомошная, КРПР – крупнотравно-приручевая, МШХВ – мшисто-хвоцевая.

Note: groups of forest types: CB – cranberry, B – berry, L – Linden, F – forb, GGM – grass, green mosses, TGC – tall grass-creek, MH – mosses and horsetails.

Таблица 3

Таксационная характеристика древостоев ППП на рекультивированном золоотвале № 1 Рефтинской ГРЭС

Table 3

Taxation characteristics of forest stands of test areas on the reclaimed ash dump № 1 at Reftinskaya power plant

№ ПП	Год посадки	Состав	Густота, шт./га	Возраст биологический, лет	Средние		Полнота, м ² /га	Запас, м ³ /га	Класс бонитета
					высота, м	диаметр, см			
№ of test area	Year of plant	Composition	Density, units/ha	Biological age, years	Average		Completeness, m ² /ha	Stock, m ³ /ha	Bonitet class
					height, m	diameter, cm			
7	2005	10,0 С <i>Pine</i>	3016	7	2,4	2,4	1,423	3,36	II
6	2004	10,0 С	3675	8	2,5	2,5	1,884	4,58	II
		-Ос	<u>13</u>	6	2	2	<u>0,004</u>	<u>0,01</u>	
		<i>Pine-Spen</i>	3688				1,888	4,59	
5	2002	10,0 С	2142	10	5,4	5,4	4,85	18,67	I ^a
		-Ос	<u>53</u>	8	1,6	2	<u>0,016</u>	<u>0,03</u>	
		<i>Pinus-Aspen</i>	2195				4,866	18,7	
4	1999	10,0 С	4377	13	6,4	6,4	14,069	61,51	I ^a
		-Ос	<u>23</u>	11	2	2	<u>0,007</u>	<u>0,01</u>	
		<i>Pinus-Aspen</i>	4400				14,076	61,52	
3	1997	10,0 С	3632	15	7,8	7,9	17,821	88,15	I ^a
		-Ос	<u>72</u>	13	2	2,3	<u>0,03</u>	<u>0,05</u>	
		<i>Pinus-Aspen</i>	3704				17,851	88,2	
2	1996	9,9 С	2149	16	8,8	9	13,739	75,16	I ^a
		<i>Pinus 0,1 Ос</i>	<u>104</u>	14	4,5	4,5	<u>0,171</u>	<u>0,61</u>	
		<i>Aspen</i>	2253				13,91	75,77	
1	1992	9,9 С <i>Pinus</i>	3390	20	11,5	9,1	22,113	140,74	I ^a
		0,1 Б	133		9	5,6	0,337	1,79	
		-Лц	29		8,5	4,9	0,053	0,29	
		-Ос	<u>19</u>		4	2	<u>0,006</u>	<u>0,02</u>	
		<i>Birch-Larix-Aspen</i>	3571				22,509	142,84	

ных насаждений сосны обыкновенной в промышленных масштабах.

Посадка лесных культур сосны обыкновенной производилась блоками 500 × 50 м. Блоки располагались в шахматном порядке и чередовались с блоками аналогичного размера, засеянными травосмесями. Толщина слоя почвогрунта под посевы составляла 10–15 см, а под лесные культуры 40–50 см. Посадка производилась с помощью лесопосадочной машины ЛМД-81.

Результаты обследований искусственных насаждений сосны обыкновенной, созданных на золоотвале, приведены в табл. 3.

Материалы табл. 3 наглядно свидетельствуют, что в 20-летнем возрасте искусственные сосновые насаждения имеют запас стволовой древесины 142,8 м³/га, что свидетельствует о среднем приросте 7,14 м³/га. Следует отметить, что корневые системы лесных насаждений проникают в слой золы на глубину более 2 м, тем самым позволяя закрепить плодородный слой почвы, и

предотвращают разнос золы ветром, залегание которой достигает 17 м (рис. 2).

Особо следует отметить, что искусственные насаждения, созданные на золоотвале, превосходят аналогичные насаждения, созданные на вырубках, наиболее продуктивных типов леса (табл. 4).

Помимо высаженной древесной на рекультивированном золоотвале произрастает травянистая растительность. В процессе исследований установлено произрастание 43 видов живого напочвенного покрова (ЖНП). При этом с увеличением возраста искусственных насаждений количество видов ЖНП сокращается (рис. 3).

Материалы рис. 1 свидетельствуют, что если в 6-летних лесных культурах, созданных на золоотвале, произрастает 24 вида ЖНП, то в 20-летних – только 11 видов.

Влияние возраста искусственных сосновых насаждений на рекультивированном золоотвале, проявилось не только на видовом составе ЖНП, но и на его надземной фитомассе (табл. 5).



Рис. 2. Корневая система сосны обыкновенной проникает в слой золы
Fig. 2. The root system of Scots pine penetrates the layer of ash

Особо следует отметить, что с увеличением возраста искусственных насаждений не только снижаются надземная фитомасса и количество видов ЖНП, но и меняется соотношение доминирующих видов в пользу увеличения лесных видов (рис. 4 и 5).

Наибольшая доля отдельных видов в надземной фитомассе ЖНП представлена клевером (луговой, гибридный и ползучий). Результаты исследований А. А. Ермошина с соавторами подтверждают высокую устойчивость клевера к высоким концентрациям ионов меди и алюминия [3], что позволяет использовать эту культуру для рекультивации нарушенных земель. С увеличением возраста лесных культур луговые виды сменяются типично лесными, что наглядно прослеживается на рис. 5.

Данные о распределении надземной фитомассы видов ЖНП по ценотипам (табл. 6) свидетельствуют, что если на контроле доля растений ЖНП лесного цено типа не превышает 0,76 %, то в 20-летних искусственных насаждениях эта величина увеличивается до 39,9 %. Другими словами, на рекультивированном золоотвале формируется сосновый фитоценоз.

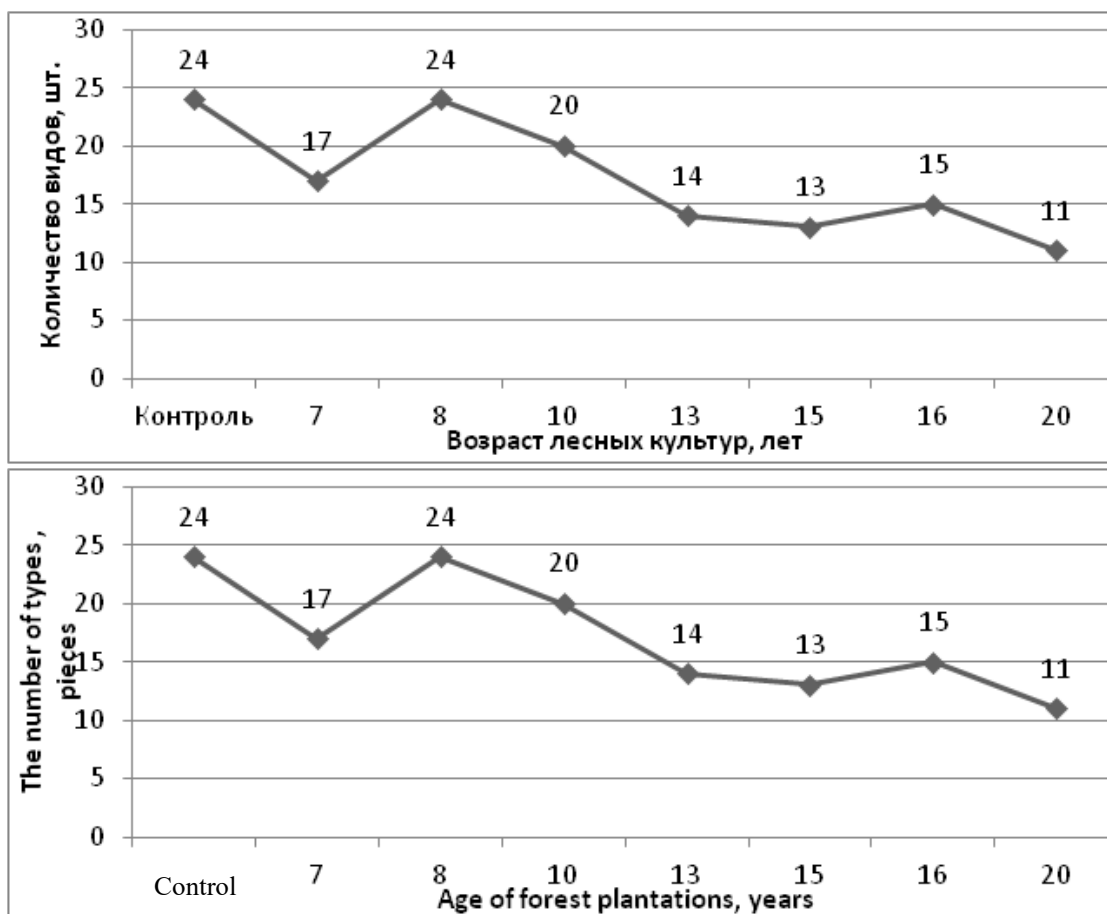


Рис. 3. Изменение видового состава ЖНП на рекультивированном золоотвале в зависимости от возраста насаждений
Fig. 3. Changes in the species composition of living ground cover on reclaimed ash dump depending on stand age

Таблица 4
Таксационные показатели древостоев пробных площадей
в искусственных насаждениях, созданных на вырубке

Table 4

Inventory indices of forest stand sample plots in artificial plantations created by logging

№ ПП	Состав	Возраст, лет	Средние		Густота, экз./га	Площадь, сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га	Класс бонитета
			высота, м	диаметр, см				
№ of test area	Composition	Age, years	Average		Density, units/ha	Completeness, m ² /ha	Stock, m ³ /ha	Bonitet class
			height, m	diameter, cm				
1/12	10СедБ 10 Pine Single Birch	10	2,6	2,5	3420	1,67	4,3	II
2/12	10С 10 Pine	15	5,6	7,2	2604	10,56	34,7	I
3/12	10СедБ 10 Pine Single Birch	15	7,6	7,3	5989	25,91	104,6	I
4/12	10С 10 Pine	25	8,5	9,7	3405	26,66	167,5	II
5/12	10СедБ 10 Pine Single Birch	27	11,8	11,6	2650	30,48	198,3	I

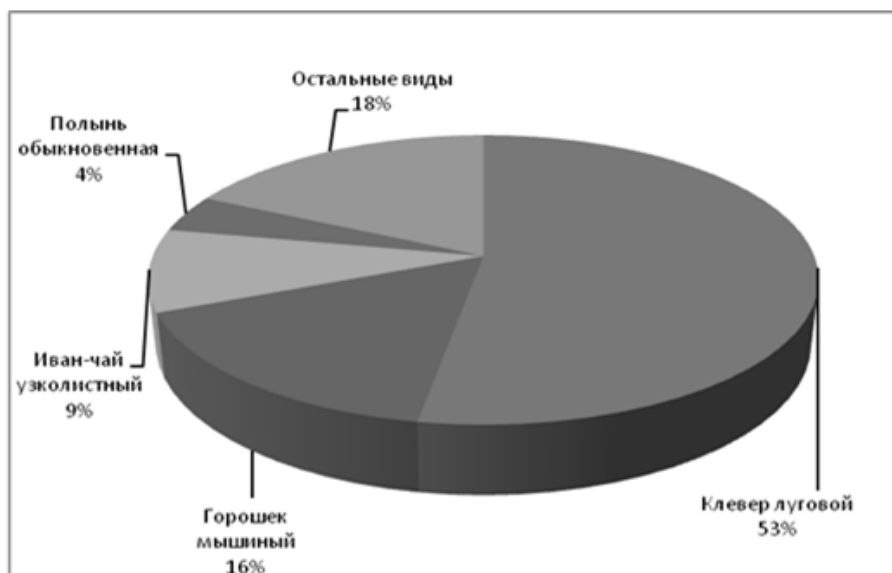


Рис. 4. Долевое участие отдельных видов в надземной фитомассе ЖНП на рекультивированном золоотвале под пологом 6-летнего насаждения

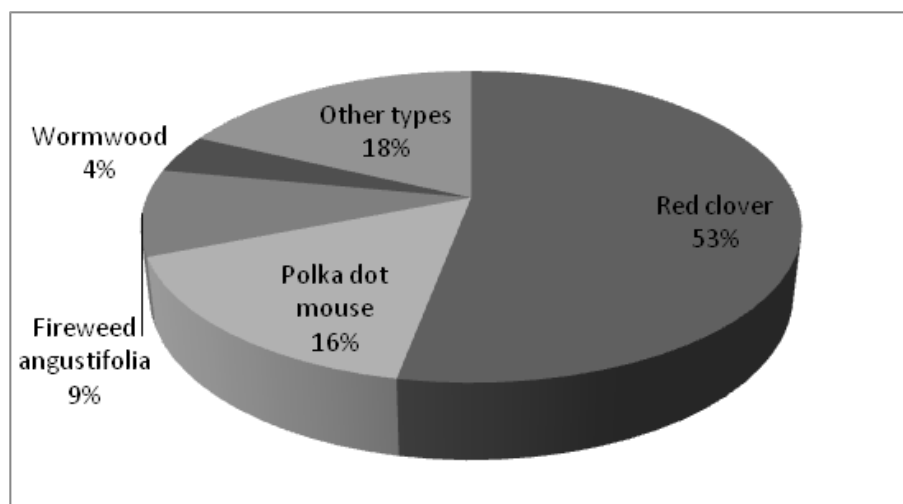


Fig. 4. Equity participation of individual species in the aboveground phytomass of alive ground cover in reclaimed ash dump under the canopy of 6-year-old plantation

Надземная фитомасса ЖНП на рекультивированном золоотвале № 1 Рефтинской ГРЭС, кг/га

Таблица 5

Table 5

Above-ground phytomass of alive ground cover on reclaimed ash dump № 1 at Reftinskaya power plant, kg/ha

№ п/п № of test area	Вид ЖНП Kind of living ground cover	Надземная фитомасса ЖНП в зависимости от возраста насаждений, кг/га Above-ground phytomass of alive ground cover depending on the age of plants, kg/ha							
		20	16	15	13	10	8	7	Контроль Control
1	Будра плющевидная <i>Glechoma hederacea</i>	0,04	0,02	–	–	–	–	–	2,85
2	Вейник наземный <i>Calamagrostis epigaeios</i>	–	–	0,93	–	31,0	142,56	1,84	34,89
3	Вербейник обыкновенный <i>Lysimachia vulgaris</i>	–	–	–	–	1,67	–	–	–
4	Вероника дубравная <i>Veronica chamaedrys</i>	–	–	–	–	–	–	1,32	–
5	Вяжечка гладкая <i>Lurritus glabra</i>	–	–	–	–	–	–	5,52	–
6	Герань лесная <i>Geranium sylvaticum</i>	–	–	–	–	–	–	–	11,09
7	Горошек мышиный <i>Vicia cracca</i>	–	1,81	0,82	0,75	48,39	0,08	39,29	2,24
8	Горошек посевной <i>Vicia sativa</i>	–	–	–	–	41,66	–	–	–
9	Гречишка вьюнковая <i>Fallopia convolvulus</i>	–	–	–	–	–	–	0,01	–
10	Грушанка круглолистная <i>Pyrola rotundifolia</i>	–	–	1,04	–	–	–	–	–
11	Желтушник лакфиолевый <i>Erysimum cheiranthoides</i>	–	–	–	–	0,34	–	–	0,60
12	Звездчатка злаковидная <i>Stellaria graminea</i>	–	–	–	–	–	–	0,01	0,02
13	Звездчатка ланцетовидная <i>Stellaria holostea</i>	–	–	–	0,21	1,27	–	–	–
14	Земляника лесная <i>Fragaria vesca</i>	0,04	–	–	0,02	2,38	8,56	–	2,67
15	Золотарник обыкновенный <i>Solidago virgaurea</i>	–	–	–	–	1,46	0,28	0,48	1,73
16	Иван-чай узколистый <i>Chamerion angustifolium</i>	–	36,48	3,22	10,27	–	90,41	22,49	12,62
17	Клевер гибридный <i>Trifolium hybridum</i>	0,12	–	18,13	–	–	–	0,48	–
18	Клевер луговой <i>Trifolium pratense</i>	–	82,04	4,40	40,33	504,59	0,04	128,23	1,53
19	Клевер ползучий <i>Trifolium repens</i>	0,04	0,37	0,58	–	0,26	–	3,42	5,56
20	Костяника <i>Rubus saxat</i>	2,21	–	1,72	–	7,55	–	–	–
21	Крапива двудомная <i>Urtica dioica</i>	–	–	–	–	–	38,05	–	–
22	Лебеда <i>Atriplex patula</i>	–	–	–	0,04	–	0,01	0,36	–
23	Люцерна серповидная <i>Medicago falcata</i>	–	–	–	–	–	–	–	0,29
24	Марь белая <i>Chenopodium album</i>	0,16	–	–	–	–	–	–	–
25	Мать-и-мачеха обыкновенная <i>Tussilago farfara</i>	–	0,01	–	0,97	3,67	–	3,25	0,05
26	Мятлик луговой <i>Poa pratensis</i>	–	0,46	–	0,18	9,15	33,02	6,27	126,96
27	Нивяник обыкновенный <i>Leucanthemum vulgare</i>	0,07	2,08	0,07	–	–	–	–	0,88
28	Овсяница красная <i>Festuca rubra</i>	–	–	–	–	–	4,26	6,27	–
29	Одуванчик лекарственный <i>Taraxacum officinale</i>	–	5,51	–	2,42	17,46	0,50	0,56	19,77
30	Осот огородный <i>Sonchus oleraceus</i>	–	17,17	–	6,64	35,51	0,25	1,78	–
31	Осот полевой <i>Sonchus arvensis</i>	–	–	–	–	0,10	–	–	0,39
32	Осот шероховатый <i>Sonchus asper</i>	–	–	–	0,08	6,79	–	0,24	–
33	Пижма обыкновенная <i>Tanacetum vulgare</i>	–	5,66	–	2,29	1,94	80,44	–	65,65
34	Полынь горькая <i>Artemisia absinthium</i>	–	0,34	–	–	–	1,47	3,68	0,64
35	Полынь обыкновенная <i>Artemisia vulgaris</i>	–	–	–	0,38	0,94	6,32	10,13	9,08
36	Пырей ползучий <i>Elytrigia repens</i>	–	–	–	–	–	0,35	0,11	–
37	Ромашник обыкновенный <i>Chamomilla recutita</i>	–	1,27	–	–	–	–	–	3,96
38	Сныть обыкновенная <i>Aegopodium podagraria</i>	4,02	–	0,42	–	–	–	–	–
39	Тысячелистник обыкновенный <i>Lathyrus vernus</i>	0,39	–	0,01	–	–	–	–	43,31
40	Чина весенняя <i>Lathyrus vernus</i>	0,39	–	0,14	0,10	–	–	–	–
41	Чина луговая <i>Lathyrus pratensis</i>	–	1,23	–	–	–	–	4,08	3,18
42	Щетинник зеленый <i>Setaria viridis</i>	5,34	3,28	0,13	–	–	–	0,12	–
43	Ячмень гривастый <i>Hordeum jubatum</i>	–	–	–	–	9,24	9,30	3,45	2,07
Общая масса на ППП Total in test area		12,82	157,78	31,70	64,69	725,39	415,88	243,38	352,01

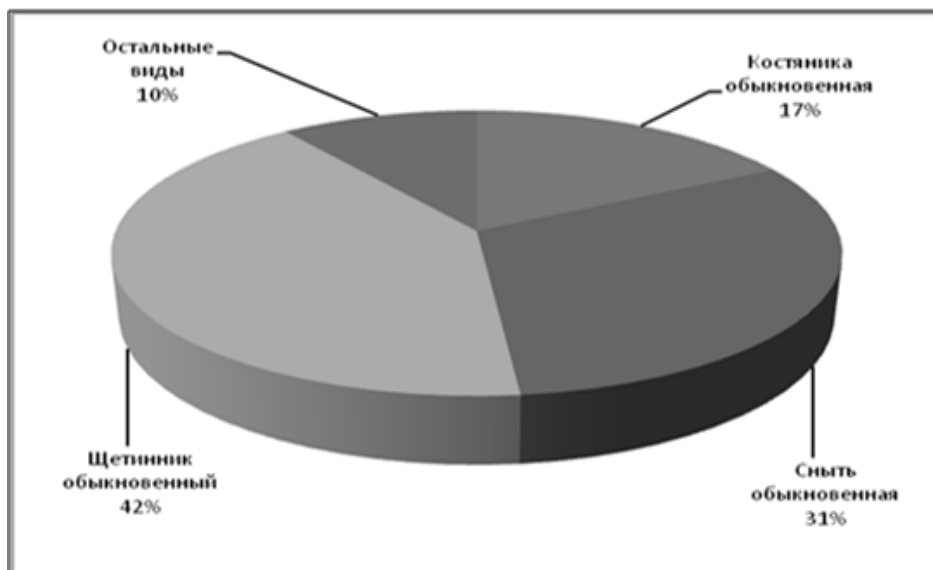


Рис. 5. Долевое участие отдельных видов в надземной фитомассе ЖНП на рекультивированном золоотвале под пологом 20-летнего насаждения

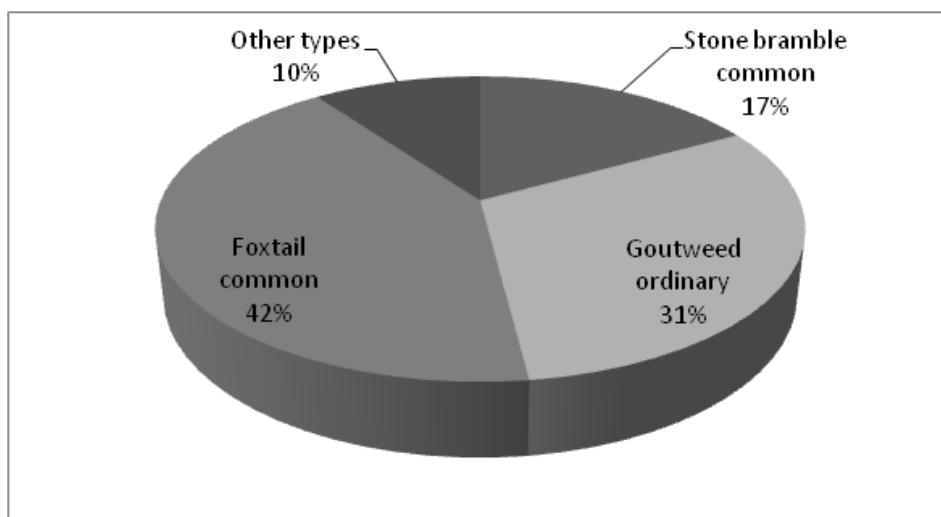


Fig. 5. Equity participation of individual species in the aboveground phytomass of alive ground cover on reclaimed ash dump under the canopy of 20-year-old plantation

Надземная фитомасса ЖНП на ППП по ценотипам в абсолютно сухом состоянии, кг/га/%

Таблица 6

Table 6

Above-ground phytomass of alive ground vegetation on the sample areas for cenotype in absolutely dry condition, kg/ha/%

Ценотипы Cenotype	Надземная фитомасса ЖНП в зависимости от возраста насаждений, № ППП / возраст лесных культур, лет Above-ground phytomass of alive ground cover, depending on stand age, № of test area / age of forest plantations, years							
	Контроль Control	7 7	6 8	5 10	4 13	3 15	2 16	1 20
Луговой Meadow	210,78 59,88	40,99 16,84	80,99 19,33	96,48 13,30	4,22 6,53	0,66 2,10	13,02 8,25	6,64 51,82
Лесной Forest	2,68 0,76	3,99 1,64	2,66 0,64	10,74 1,48	0,31 0,48	4,66 14,68	= -	5,11 39,90
Лугово-лесной Meadow-forest	67,30 19,12	84,45 34,70	226,82 54,54	493,99 68,10	53,20 82,23	23,90 75,39	130,75 82,87	0,15 1,23
Лесо-луговой Forest-meadow	43,83 12,45	97,77 40,17	102,97 24,76	99,38 13,70	1,40 2,16	2,39 7,55	3,25 2,06	0,49 3,85
Луговые синантропы Meadow sinanthropus	27,42 7,79	16,18 6,65	3,04 0,73	24,80 3,42	5,56 8,60	0,09 0,28	10,76 6,82	0,41 3,20
Всего на ППП Total in test area	352,01 100	243,38 100	415,88 100	725,39 100	64,69 100	31,70 100	157,78 100	12,82 100

Выводы.

1. Эффективным направлением рекультивации золоотвалов является лесохозяйственное.
2. На бывшем золоотвале можно выращивать высокопроизводительные искусственные сосновые насаждения.
3. Важным элементом биологического этапа рекультивации является естественно формирующийся ЖНП.

4. Виды ЖНП, скрепляя корнями почвогрунт, препятствуют водной и ветровой эрозии и обогащают его элементами питания.
5. С увеличением возраста искусственных насаждений сокращается количество видов, уменьшается надземная фитомасса ЖНП.
6. Увеличение доли лесных видов ЖНП свидетельствует о формировании лесных фитоценозов на рекультивированном золоотвале.

Литература

1. Бунькова Н. П., Залесов С. В., Зотева Е. А., Магасумова А. Г. Основы фитомониторинга. Екатеринбург, 2011. 88 с.
2. Гурина И. В., Иванова Н. А., Михеев П. А. Теоретическое обоснование биологической рекультивации золоотвалов методом растительной мелиорации // Природообустройство. 2012. № 4. С. 26–29.
3. Ермошин А. А., Цибизова М. Н., Киселева И. С. Влияние ионов меди и алюминия на развитие проростков *Trifolium repens* L. // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 3. С. 120–126.
4. Залесов С. В., Оплетев А. С., Залесова Е. С., Зверев А. А., Шумихина Е. А. Эффективность лесной рекультивации карьера по добыче огнеупорной глины // Леса России и хозяйство в них. 2011. № 4. С. 3–10.
5. Залесова Е. С., Зверев А. А., Оплетев А. С., Терин А. А., Шумихина Е. А. Видовой состав живого напочвенного покрова на объектах лесной рекультивации золоотвала Рефтинской ГРЭС // Аграрный вестник Урала. 2012. № 6. С. 44–47.
6. Крупская Л. Т., Морин В. А., Орлов А. М., Поздняков А. М. и др. К вопросу оценки состояния ранее рекультивированных земель при освоении полезных ископаемых в Приамурье и Приморье // Леса и лесное хозяйство в современных условиях : материалы Всерос. конф. с междунар. участием. Хабаровск : Изд-во ФГУ ДальНИИЛХ, 2011. С. 118–120.
7. Лукина Н. В., Филимонова Е. И., Глазырина М. А. Оценка опыта биологической рекультивации золоотвалов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6. С. 213–215.
8. Оплетев А. С., Булатова А. А. Применение программы MAPINFO PROFESSIONAL при разработке базы данных опытных объектов и пробных площадей // Леса России и хозяйство в них. 2015. № 3. С. 10–15.
9. Пигорев И. Я., Стифлеев А. И. Рекультивация земель – КМА и пути ее зарождения // Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование. Новосибирск : Окарина, 2013. С. 31–35.
10. Седых В. Н. Методические подходы к созданию технологий лесной рекультивации // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. Т. 3. № 4. С. 121–127.
11. Тихменев Е. А. Восстановление нарушенных ландшафтов Крайнего Северо-Востока России // Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование. Новосибирск : Окарина, 2013. С. 35–38.

References

1. Bunkova N. P., Zalesov S. V., Zoteeva E. A., Magsumova A. G. The basics of phytomonitoring. Ekaterinburg, 2011. 88 p.
2. Gurina I. V., Ivanova N. A., Mikheev P. A. Theoretical justification for the biological recultivation of ash dumps by the method of vegetative reclamation // Environmental engineering. 2012. № 4. P. 26–29.
3. Ermoshin A. A., Tzibizova M. N., Kiseleva I. S. Effect of copper ions and aluminum on the development of seedlings of *Trifolium repens* L. // Bulletin of the Tomsk State University. Biology. 2013. № 3. P. 120–126.
4. Zalesov S. V., Opletaev A. S., Zalesova E. S., Zverev A. A., Shumikhina E. A. Efficiency of forest reclamation of the quarry for the extraction of refractory clay // Forests of Russia and farming in them. 2011. № 4. P. 3–10.
5. Zalesova E. S., Zverev A. A., Opletaev A. S., Terin A. A., Shumikhina E. A. Species composition of living ground cover objects on the forest recultivation of the ash Refinskaya hydroelectric station // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. № 6. P. 44–47.
6. Krupskaya L. T., Morin, V. A., Orlov A. M., Pozdnyakov M. A. etc. Assessment of previously reclaimed lands in the development of mineral resources in the Amur and Primorye // Forest and forestry in modern conditions: conf. with international participation. Khabarovsk, 2011. P. 118–120.
7. Lukina N. I., Filimonova E. I., Glazyrina M. A. Evaluation of the experience biological recultivation of ash dumps // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2012. № 6. P. 213–215.
8. Opletaev A. S., Bulatova A. A. The use of the software MAPINFO PROFESSIONAL database design of experimental facilities and test areas // Forests of Russia and farming in them. 2015. № 3. P. 10–15.
9. Pigorev I. J., Stifleev A. I. Reclamation of land – KMA and the ways of its origin // Natural-technogenic complexes: recultivation and sustainable functioning. Novosibirsk : Ocarina, 2013. P. 31–35.
10. Sedykh V. N. Methodical approaches to creation of technologies of forest restoration // Interexpo Geo-Siberia. 2015. Vol. 3. № 4. P. 121–127.
11. Tikhmenev E. A. Restoration of disturbed landscapes in the Extreme North-East of Russia // Natural-technogenic complexes: recultivation and sustainable functioning. Novosibirsk : Ocarina, 2013. P. 35–38.