

Лесная рекультивация техногенно-нарушенных земель в центральной части Северного Кавказа

Игорь Нажафович Алиев^{✉1}, д.с.-х.н., доцент, e-mail: aliev61@mail.ru, ORCID 0000-0003-1144-2333;

Валентина Павловна Воронина², д.с.-х.н., с.н.с., ORCID 0000-0002-3441-5314;

Зора Хакимовна Хамарова¹, д.с.-х.н., ORCID 0000-0001-8030-209X;

Жамал Хажисманович Бакуев¹, д.с.-х.н., доцент, ORCID 0000-000204898-6417 –

¹ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», e-mail: kbrapple@mail.ru, 360004, ул. Шарданова, 23, г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

²ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, e-mail: volgau@volgau.com, 400062, пр-т Университетский, 26, г. Волгоград, Россия

Актуальность проблемы обусловлена наличием открытой карьерной добычи полезных ископаемых на Северном Кавказе, что приводит к увеличению деградации ландшафтов и растительного покрова. Целью исследований являлась комплексная оценка естественных древесно-кустарниковых насаждений, отбор видового ассортимента для проведения биологической рекультивации на техногенно-нарушенных землях Северного Кавказа и разработки лесокультурных мероприятий по лесохозяйственному восстановлению нарушенных земель. Для изучения биоэкологического потенциала древесных пород, таксационных характеристик, эдафических показателей применялись общепринятые методики. Объектами исследований являлись естественно произрастающие древесные и кустарниковые виды, где ранее добывались различные полезные ископаемые. По результатам исследований была разработана классификация техногенно-нарушенных земель с учетом зональных особенностей, лесо- и фитоприспособности, что позволяет оптимизировать технологии по рекультивации земель. Комплексная оценка адаптационного потенциала, учитывающая биоэкологию вида, его отношение к эдафическим и климатическим факторам, позволила выделить 5 групп древесных растений, которые целесообразно использовать при лесной рекультивации. Выявлены особенности формирования корневых систем на разных ярусах склона, показывающие более мощное развитие в нижней части склона. Рекомендован ассортимент растений, с учетом природных зон и видов добываемого сырья. Разработаны основные направления лесной рекультивации, где учитываются рельефные особенности и пригодность почвогрунтов. Лесную рекультивацию на техногенно-нарушенных землях возможно проводить без комплексной мелиорации на пригодных почвогрунтах, а на участках со сложным рельефом и неблагоприятными лесорастительными условиями требуется выполаживание и применение дополнительных мелиоративных приемов улучшения почвогрунтов.

Ключевые слова: лесная рекультивация, техногенно-нарушенные земли, древесно-кустарниковые насаждения, ассортимент древесных пород.

Работа является составной частью научных исследований ФГБНУ «Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного садоводства» согласно Гос. заданию в соответствии с планом НИОКР, утвержденным МСХ РФ по темам: «Разработать и внедрить базовую технологическую модель почвозащитной адаптивно-ландшафтной системы горного и предгорного садоводства, обеспечивающую охрану и воспроизводство почвенного плодородия, повышения устойчивости и продуктивности горных и предгорных садовых агроландшафтов», «Влияние экологических факторов на состояние и рост древесных пород в техногенных землях КБР», № гос. регистрации 1020700744327, №2060721133295.

Поступила в редакцию: 07.10.2022

Принята к печати: 05.12.2022

В центральной части Северного Кавказа остро стоит проблема восстановления деградированного растительного покрова, который был разрушен при добыче полезных ископаемых открытым способом. По сведениям Государственного земельного комитета России, на данной территории находится более 200 карьеров, где разрабатываются месторождения песчано-гравийной смеси, песка, камней и глин и др., которые используются при производстве различных строительных материалов. В Кабардино-Балкарской республике (КБР) разведаны и используется 53 месторождения, где добывается 11 видов полезных ископаемых на общей площади свыше 1000 га. На начало 2022 года в Республике числится около 750 га техногенно-

нарушенных земель, складировано более 500 000 м³ плодородной почвы [12].

Актуальность восстановления нарушенных ландшафтов обусловлена необходимостью формирования эрозионно-устойчивых склоновых ландшафтов, которые хорошо отвечают требованиям рекреационных зон. С научной точки зрения оценка естественного лесорастительного потенциала позволяет выявить особенности и направленность сукцессий, чтобы разработать эффективные и малозатратные лесокультурные мероприятия по восстановлению нарушенных земель.

Целью научных исследований являлось изучение биоэкологических особенностей естественных древесно-кустарниковых сообществ на

техногенно-нарушенных землях и выявление перспективного ассортимента, обладающего комплексом адаптационных приспособлений к техногенным почвогрунтам.

Материалы и методика исследований. Методической основой при проведении наблюдений на нарушенных землях являлись общепринятые в лесомелиоративной практике методики, а также указания по биологической рекультивации земель [2,6].

Объектами исследований являлись древесные и кустарниковые виды, естественно произрастающие на месторождениях, где добывались песок, галечники, вулканический пепел, различные глины.

Опытные объекты расположены с учетом зональных особенностей в Кабардино-Балкарской республике (КБР). Пробные площади были заложены в горно-степной, нижнегорной, предгорной, степной зонах; в горах, предгорье и равниной территории. Они находятся на высоте 150-1300 м над уровнем моря, на различных типах почв, характерных для умеренно-континентального, континентального климата, с коэффициентом увлажнения от 0,6 до 1,4, где выпадает от 300-350 до 600-700 мм осадков год, а среднегодовая температура воздуха варьирует от + 3 до + 12°C.

На опытных участках произрастает не менее 200 штук деревьев и кустарников. Временные пробные площади имеют разный размер (с учетом количества древесных растений) – 1200 м², 1650 м², 5000 м² и др.

Таксационные показатели растений определялись методом сплошного перечета на пробной площади с учетом видовой принадлежности и жизненного состояния растений. Для выявления биометрических особенностей растений измерялись диаметр ствола на высоте 1,3 м и у корневой шейки, текущий прирост и высота. Среднестатистические показатели, достоверность и точность опыта рассчитывались с использованием адапти-

рованных методик [3, 10]. При закладке пробных площадей выбирались участки, расположенные на склоне в нижней, средней, верхней части и на дне карьера. Также при оценке лесорастительных условий учитывалась экспозиция склона и разнообразие почвогрунтов и технических смесей. При комплексном анализе соответствия древесной породы лесорастительным условиям использовали усредненную модель дерева, а также особенности распространения корневых систем [6, 9, 10, 14].

Результаты и их обсуждение. В КБР при добыче полезных ископаемых за период 2009-2021 гг. нарушено 114,5 га, а восстановлено 83,5 га. Наибольшие объемы биологической рекультивации были проведены в 2012 году. Затем темпы восстановления техногенно-нарушенных земель существенно снизились.

Общая площадь нарушенных земель к 2022 году увеличилась по сравнению с 2009 годом (рис. 1). Диспропорция между нарушенными землями и восстановленными за 13 лет составила 31,0 га. То есть естественное восстановление и рекультивация проводится, но в недостаточных объемах, что увеличивает риск развития эрозии почвы и снижает привлекательность ландшафтов.

В КБР осуществляется открытая добыча сырья, поэтому образуются отвалы и карьеры различных форм, размеров и высоты. По результатам научных исследований разработана классификация земель, подверженных техногенному воздействию (рисунок 2). При разработке классификации было выделено 11 лимитирующих экологических факторов, от которых зависит направление биологического этапа рекультивации нарушенных земель (присутствие горных пород, степень эрозии, крутизна склона, экспозиция, дефляция, высота отвала, глубина карьера, горнотехническая реабилитация, залужение и облесение, возраст карьерной разработки).

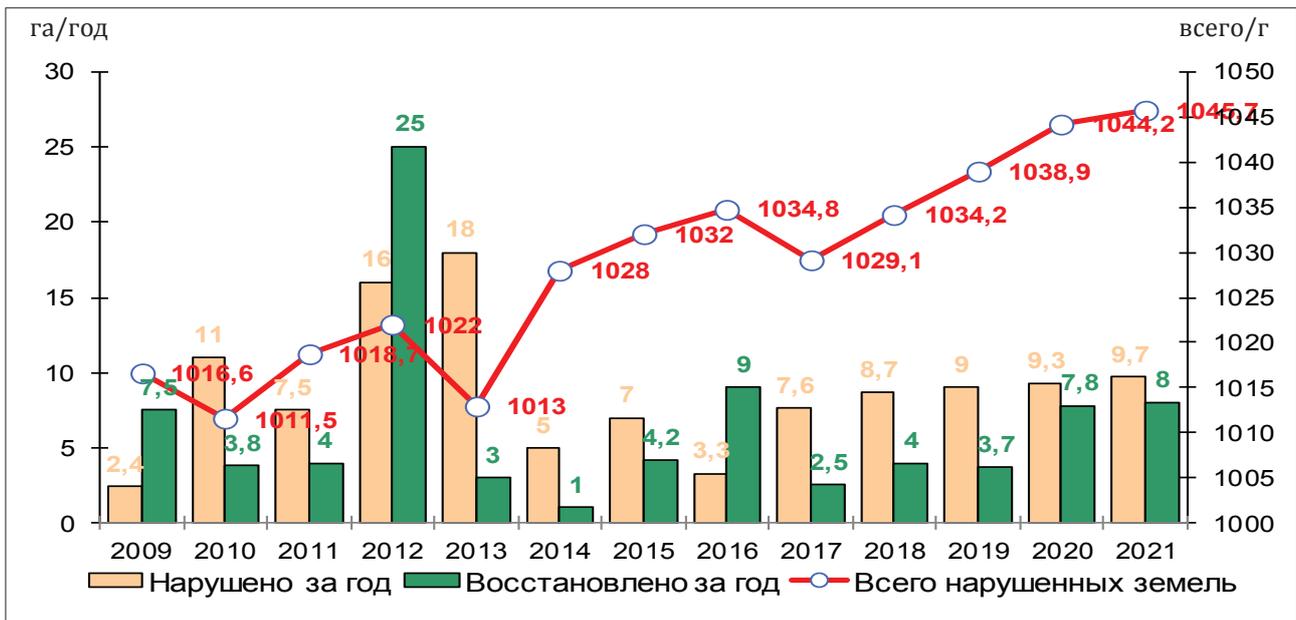


Рисунок 1. Динамика нарушенных земель КБР и их восстановление, га

Нарушенные земли в КБР по степени лесопригодности к рекультивации можно разделить на 3 группы, где в основу пригодности почвогрунтов для фито- и лесомелиорации положен комплекс эдафических факторов (табл. 1). Первая группа представлена непригодными или ограниченно пригодными почвогрунтами, где требуется осуществлять коренную мелиорацию, направленную на оптимизацию pH среды; вторую группу образуют почвогрунты малопригодные, где отмечается бедность субстрата питательными веществами, рекомендуется формировать травянисто-древесный покров аналогичный естественным фитоценозам; третья группа – это пригодные почвогрунты для лесо- и фитомелиорации, где требуется

проведение горнотехнических работ по выполаживанию рельефа.

В результате наблюдений за древесно-кустарниковыми насаждениями, произрастающими на техногенных ландшафтах, по всем древесным породам выявлена хорошая закономерность, отмечается, что после определенного периода адаптации средний прирост по высоте в 1,2-2,8 раз меньше, чем текущий прирост. Такая особенность поведения растений характерна в начальный период жизни у растений на бедных нарушенных субстратах, когда корням растений приходится осваивать почвогрунты, где имеется недостаток минерального питания и наличие токсичных веществ, которые лимитируют линейный прирост [5, 9, 14, 15].



Рисунок 2 – Классификация техногенно-нарушенных земель Северного Кавказа

Проведенные наблюдения за естественно растущими древесно-кустарниковыми насаждениями на техногенно-нарушенных землях показали высокий адаптивный потенциал к почвенно-климатическим условиям, что обеспечивает их широкое распространение в неблагоприятных условиях, поэтому аборигенные виды являются основными объектами отбора наиболее приспособленных пород для восстановления техногенных ландшафтов [4,5,17].

При комплексной биоэкологической оценке произрастающих аборигенных видов выделено 5 групп древесных и кустарниковых растений, которые имеют различные механизмы устойчивости по отношению к эдафическим и климатическим факторам. Первая группа видов древесных пород характеризуется устойчивостью к высокой кислотности, бедности и сухости субстрата, воздействию низких температур (табл.1). К данной группе относятся вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides* L.), шиповник собачий (*Rosa*

canina L.), ива остролистная (*Salix acutifolia* Willd.), ива трехтычинковая (*Salix triandra* L.), терн обыкновенный (*Prunus spinosa* L.). При понижении кислотности субстрата хорошо растут и развиваются древесные породы, отнесенные ко II группе: алыча (*Prunus divaricata* Ldb.), боярышник однопестичный (*Crataegus monogina* Jacq.), вяз шершавый (*Ulmus glabra* Mill.), ива козья (*Salix caprea* L.).

Древесные и кустарниковые растения, входящие в состав I и II групп, следует использовать при рекультивации земель в первую очередь, так как они наиболее устойчивы к pH почвогрунтов, мирятся с затенением и действием отрицательных температур.

Виды из III и IV групп рекомендуется применять при создании лесных культур, где биоэкологические потребности пород соответствуют почвенно-климатическим факторам среды. Лесомелиорация с использованием очень ценных в хозяйственном отношении деревьев и кустарников, отнесенных к V группе, возможна только после проведения мероприятий по улучшению лесорастительных условий.

Таблица 1 – Адаптационный потенциал дендромелиорантов на техногенно-нарушенных почвогрунтах

№ п/п	Вид	Эдафические факторы				Климатические факторы		Группа	
		рН			бедность почвогрунтов	сухость местообитания	недостаток света		низкие температуры
		кислая	нейтральная	щелочная					
I - группа Устойчивые к неблагоприятным экологическим факторам									
1	Вяз приземистый (<i>Ulmus pumila</i>)	+	+	+	+	+	0	+	
2	Ива остролистная (<i>Salix acutifolia</i> Willd.)	+	+	+	+	0	0	+	
3	Ива трехтычинковая (<i>Salix triandra</i> L.)	0	+	+	+	-	+	+	
4	Клен ясенелистный (<i>Acer negundo</i> L.)	+	+	+	+	+	-	+	
5	Облепиха крушиновая (<i>Hippophae rhamnoides</i> L.)	0	+	+	+	0	0	+	
6	Свидина (<i>Cornus sanguinea</i> L.)	+	+	0	0	0	0	+	
7	Терн (<i>Prunus spinosa</i> L.)	0	+	+	+	+	0	+	
8	Шиповник (<i>Rosa canina</i> L.)	+	+	+	+	+	0	+	
II - группа Среднеустойчивые к неблагоприятным экологическим факторам									
9	Алыча (<i>Prunus divaricata</i> Ldb.)	-	+	+	+	+	0	0	
10	Боярышник однопестичный (<i>Ctaegus monogina</i> Jacq.)	-	+	+	0	+	0	+	
11	Вяз шершавый (<i>Ulmus glabra</i> Mill.)	-	+	+	0	0	0	+	
12	Ива козья (<i>Salix caprea</i> L.)	-	+	+	+	0	0	+	
III - группа Среднеустойчивые к эдафическим факторам									
13	Робиния лжеакация (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	-	+	+	0	+	-	0	
14	Граб обыкновенный (<i>Carpinus betulus</i> L.)	-	0	+	0	+	0	+	
15	Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i> L.)	-	+	0	+	+	-	+	
16	Тополь белый (<i>Populus alba</i> L.)	-	+	0	0	0	0	+	
IV - группа Малоустойчивые к эдафическим факторам									
17	Абрикос обыкновенный (<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.)	0	+	0	+	+	-	0	
18	Кизил (<i>Cornus mas</i> L.)	0	+	+	+	+	0	-	
V - группа Малоустойчивые к экологическим факторам									
19	Груша кавказская (<i>Pyrus caucasica</i> Fed.)	0	+	+	0	0	0	0	
20	Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i>)	0	+	0	-	+	0	+	
21	Калина обыкновенная (<i>Viburnum opulus</i> L.)	0	+	+	0	-	+	+	
22	Лещина обыкновенная (<i>Corylus avellana</i> L.)	0	+	+	-	-	0	+	
23	Мирикария лисохвостниковая (<i>Myricaria alopecuroides</i> Schrenk.)	-	+	+	+	0	-	0	
24	Мушмула германская (<i>Mespilus germanica</i> L.)	-	0	-	-	0	+	0	
25	Ольха черная (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.)	0	+	+	0	-	0	+	
26	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	0	+	0	0	0	0	+	
27	Шелковица черная (<i>Morus nigra</i> L.)	-	+	+	-	0	0	0	
28	Яблоня лесная (<i>Malus silvestris</i> (L.) Mill.)	-	+	+	0	+	0	0	
29	Ясень обыкновенный (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	-	+	0	-	-	0	0	

Примечание: Реакция: + – оптимальная; 0 – нейтральная; - - негативная.

Как показали наблюдения, различные условия влагообеспеченности на откосах карьеров нару-

шенных земель оказывают существенное влияние на развитие и рост корневой системы растений и её

способности закреплять подвижный почвогрунт [8, 9, 10]. Проведенные раскопки корневых систем у облепихи крушиновой и тополя бальзамического в трехлетнем возрасте показали, что в нижнем ярусе склона масса корневой системы вдвое превышает показатели в верхней части склона (таблица 2).

Таблица 2 – Особенности корневой системы в различных частях склона

Ярус склона	Масса корней	
	граммы	% к контролю
Облепиха крушиновая – I группа		
Верхний (контроль)	67,89	100
Средний	98,95	145,8
Нижний	136,5	201,2
Тополь бальзамический – III группа		
Верхний (контроль)	103,87	100
Средний	170,74	164,4
Нижний	218,23	210,1

Выявленные особенности развития корневых систем древесных пород, принадлежащих к различным биоэкологическим группам, позволяют

отметить сходность поведения корней на разных ярусах склона. Также полученные данные позволяют судить, что в верхней части склона складываются менее благоприятные условия лесопригодности для древесно-кустарниковой растительности из-за недостатка влаги в почвогрунтах, дефицит которой в меньшей степени отмечается в нижних частях склона [1, 5, 13].

Обобщая положительный опыт биологической рекультивации техногенно-нарушенных земель в России и за рубежом, учитывая широкий спектр добываемого сырья и техногенных ландшафтов на Северном Кавказе, была разработана схема рекультивационных мероприятий и целевое использование территории. При достаточно благоприятных элементах рельефа на техногенных землях работы горнотехнического этапа рекомендуется осуществлять с целью проведения планировки поверхности отвалов и склонов карьеров (рис. 3), чтобы культуртехнические операции осуществлять механизированным способом.



Рисунок 3 – Целевые направления биологической рекультивации техногенных ландшафтов Северного Кавказа

Нанесение плодородного слоя почвы, запасы которого в КБР составляют около 500 тыс. м³, создает возможность превратить нарушенные земли в продуктивные сельскохозяйственные угодья. Рекультивация техногенных ландшафтов ставит основной целью уменьшить негативное антропогенное влияние на биогеоценозы, в том числе на соседние с ними территории [8]. Изучение особенностей формирования лесных насаждений, имеющих почвозащитное и противоэрозионное значение, позволяет научно-обоснованно подойти к выбору ассортимента древесных и кустарниковых пород, которые наиболее устойчивы к эдафическим и климатическим факторам [1]. Лесомелиоративными методами и приемами можно добиться высокой эффективности при биологическом этапе рекультивации.

Комплексная оценка биоэкологического потенциала древесно-кустарниковых подтверждает перспективность лесной рекультивации. При отборе видов перспективными являются породы, имеющие высокую засухоустойчивость, низкую требовательность к почвенному плодородию, устойчивость к подвижности почвогрунтов и хорошую корнеотпрысковую способность [13, 14].

На всех грунтосмесьях, где ранее были промышленные карьеры, хорошие результаты по естественному распространению, росту и развитию выявлены у тополей, вяза приземистого, облепихи крушиновой, розы собачьей, ивы козьей и остролистной, терна и свидины.

С учетом зональной особенности и видов добываемого сырья, был разработан ассортимент древесных растений, таблица 3.

Таблица 3 – Перспективный ассортимент растений для создания лесных культур на техногенно-нарушенных землях Северного Кавказа

№ п/п	Вид	Природно-климатические зоны										
		Степная			Предгорная, нижнегорная				Горнотепная			
		добываемое природное сырье										
		ПГС	ГЛ	СГЛ	ИЗ	ПГС ь	ВлП	ВлТ	ПГС	ИЗ	ВлПП	Тотх
1	Алыча (<i>Prunus divaricata</i> Ldb.)	o	o	v	o	v	v	v	o	o	o	x
2	Вяз приземистый (<i>Ulmus pumila</i> L.)	v	v	v	v	v	v	v	o	o	o	o
3	Вяз шершавый (<i>Ulmus glabra</i> Mill.)	v	v	v	o	v	v	v	v	o	o	o
4	Гледичия трехколючковая (<i>Gleditschia triacantol</i> L.)	v	v	v	o	v	o	o	o	o	o	x
5	Ива козья (<i>Salix caprea</i> L.)	v	v	v	o	v	v	v	v	o	o	o
6	Ива остролистная (<i>Salix acutifolia</i> Willd.)	v	v	v	o	v	v	o	v	o	v	v
7	Ива трехтычинковая (<i>Salix triandra</i> L.)	o	o	v	o	v	v	o	v	o	o	o
8	Клен ясенелистный (<i>Acer negundo</i> L.)	v	v	v	o	v	v	v	v	o	v	o
9	Мушмула германская (<i>Mespilus germanica</i> L.)	x	o	o	x	x	v	v	x	o	v	x
10	Облепиха крушиновая (<i>Hippophae rhamnoides</i> L.)	v	v	v	o	v	v	v	v	o	v	v
11	Робиния лжеакация (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	v	o	v	x	v	o	o	o	x	o	x
12	Тополь дрожащий (<i>Populus tremula</i> L.)	o	v	v	o	o	v	v	o	o	o	x
13	Терн (Слива колючья) (<i>Prunus spinosa</i> L.)	v	v	v	o	v	v	v	v	o	v	o
14	Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i> L.)	v	o	o	o	v	v	v	o	o	o	x
15	Тополь белый (<i>Populus alba</i> L.)	v	o	o	o	v	v	v	o	o	o	x
16	Шиповник (Роза собачья) (<i>Rosa canina</i> L.)	v	o	v	o	v	v	v	o	o	o	o

Примечание: v – широкое применение; o – ограниченное использование; x – выращивать не рационально; ПГС – Песчано-галечниковая смесь, ГЛ – Глины, СГЛ – Суглинки, ИЗ – Известняк, ВлП – Вулканический пепел, ВлТ – Вулканический туф, ВлПП – Вулканический пепел, пемза, Тотх – Техногенные отходы.

Лесные насаждения на техногенных землях рациональней создавать смешанными по защитному типу, то есть они должны включать кустарники и почвоулучшающие породы, особенно с азотфиксирующей способностью. При составлении схем смешения целесообразно использовать породы многоцелевого назначения, обладающие фитоценотической совместимостью [5, 17].

Лесохозяйственные мероприятия в условиях техногенных ландшафтов должны быть ориентированы на сохранение естественных насаждений и их распространение, а также проведение лесомелиоративных работ и создание лесных культур различного назначения, с целью повышения реализации биологического потенциала растений и формирования антропогенно-улучшенных ландшафтов.

Заключение.

1. Техногенно-нарушенные земли на Северном Кавказе образуются на месте открытых карьерных разработок, площадь которых постоянно увеличивается, что создает экологическую угрозу окружающей среде из-за интенсификации эрозийных

процессов, уменьшения ареала естественных фитоценозов, поэтому актуальность лесной рекультивации несомненна.

2. На техногенных ландшафтах Кабардино-Балкарии естественно произрастает 29 видов, образуя древесно-кустарниковую ярус возрастом 2-62 года. Установлено, что в нижних частях склонов, биометрические показатели древесных пород выше в 1,2-5,1 раза по сравнению с верхними частями, где лесорастительные условия более засушливые.

3. При разработке классификации техногенно-нарушенных земель Северного Кавказа в основу была положена эколого-технологическая перспектива рекультивации, базирующаяся на лесо- и фитоприспособности рекультивируемой территории. Было выделено три категории почвогрунтов: 1) непригодные, требующие проведения коренной мелиорации; 2) малопригодные, перспективные для формирования естественного травянисто-древесного покрова; 3) пригодные, требующие трансформации рельефа.

4. Адаптационный потенциал дендромелиорантов, оцененный по комплексу эдафических и

климатических факторов выявил 5 групп. Первую и вторую группы образуют 12 видов, имеющих высокую и среднюю устойчивость к неблагоприятным экологическим факторам. В третью и четвертую группы вошли 6 видов, характеризующихся средней и малой устойчивостью к эдафическим факторам. Пятая группа представлена 11 видами с невысокой устойчивостью к экологическим факторам. С учетом зональных особенностей и состава добываемого сырья для проведения лесной рекультивации разработан ассортимент деревьев и кустарников из 16 наиболее толерантных видов, которые пригодны для создания лесных культур многоцелевого назначения.

Литература:

1. Алиев И.Н., Хамарова З.Х. Агрэкологические факторы естественного формирования растительности на техногенных ландшафтах Кабардино-Балкарии // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2007. №2. С. 32-33.
2. Воронина В.П., Узолин А.И., Кулик А.В. Биологическая продуктивность пастбищных экосистем сухоходольных водосборов среднего Дона // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. №3(51). С. 43-50.
3. Зубов А.Р., Зыков И.Г., Тарарико А.Г. Формирование эрозионно-устойчивых агроландшафтов в бассейне Северского Донца. Волгоград: ВНИАЛМИ. 2009. 240 с.
4. Капитонов Д.Ю. Биологическая рекультивация отвалов вскрышных пород в районе КМА // Научный журнал КубГАУ. 2012. №75(01). С. 1-10. Режим доступа свободный: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/31.pdf>
5. Кулик А.В., Воронина В.П., Узолин А.И. Опыт формирования агролесомелиоративной системы на правом берегу среднего Дона с целью повышения продуктивности агроэкосистем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. №3(55). С. 142-152. DOI:10.32786/2071-9485-2019-03-18
6. Лучков П.Г., Унажиков Б.Д., Расулов А.Р. Плодоводст-

во на мелиорированных склонах. – Нальчик, 2004. 187 с.

7. Минерально-сырьевая база строительной индустрии Российской Федерации. Том 44. Республика Кабардино-Балкария // Комитет РФ по геологии и использованию недр. Российский федеральный геологический фонд. М., 1994. С. 27-34.
8. Назаренко Е.Б., Гамсахурдия О.В. Биологическая рекультивация техногенных ландшафтов // Лесной вестник. 2013. №4. С. 183-187.
9. Панков Я.В., Андрущенко П.Ф. Лесная рекультивация техногенных земель КМА: Монография. Воронеж, Из-во ВГЛТА, 2003. 118 с.
10. Пигорев И.Я. Экология техногенных ландшафтов КМА и их биологическое освоение: монография. Курск: КГСХА, 2006 366 с.
11. Проскуряков М.А. Хронобиологический анализ растений при изменении климата Алматы: ЛЕМ, 2012. 228 с.
12. Сводный отчет о рекультивации земель, снятии и использовании плодородного слоя почвы в КБР за 2021 г. / Государственный земельный комитет РФ КБР. – Нальчик, 2022. 2 с.
13. Тхакахова Д.М. Состояние древесной растительности техногенных ландшафтов в зависимости от солнечной инсоляции склонов карьеров // Д.М. Тхакахова, Ж.Х. Бакуев, З.Х. Хамарова, И.Н. Алиев // Вестник мелиоративной науки. ФГБНУ ВНИИ «Радуга». Коломна, 2021. Вып.1. С. 35-41.
14. Хамарова З.Х., Алиев И.Н. Тхакахова Д.М. Формирование защитных лесных насаждений в техногенных землях Центральной части Северного Кавказа // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия «Лес. Экология. Природопользование». Йошкар-Ола, 2020. №1 (45). С. 51-65.
15. Kaar E. Kiviste. Maavarade kaevandamide ja puistangute rekultiveerimine Eestis // Tartu, 2010. 444 lk.
16. Singh V. Geographical Adaptation and Distribution of Seabuckthorn (*Hippophae L.*) // Resources. In: Seabuckthorn (*Hippophae L.*): A Multipurpose wonder plant. Vol. I (V. Singh et al., Eds., 2003) p.21-34.
17. Stys S. Rekultivace tecnogennich krajini // Uhlí. 1983. v.31 №2. S. 84-86.

DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.008.50-57

Forest Revegetation of Technogenically Disturbed Lands in the Central Part of the North Caucasus

¹Igor N. Aliev ✉, D.S-Kh.N., Associate Professor, e-mail: aliev61@mail.ru, 0000-0003-1144-2333;

²Valentina P. Voronina, D.S-Kh.N., Senior Researcher, 0000-0002-3441-5314;

¹Zora Kh. Khamarova, D.S-Kh.N., 0000-0001-8030-209X;

¹Zhamal Kh. Bakuev, D.S-Kh.N., Associate Professor, 0000-000204898-6417 –

¹Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Gardening», e-mail: kbrapple@mail.ru, Nalchik, KBR, Russia

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Volgograd State Agricultural University”, e-mail: volgau@volgau.com, Universitetskiy Prospekt, 26, Volgograd, Russia

Abstract. The urgency of the problem is due to the presence of open-pit mining in the North Caucasus, which leads to an increase in the degradation of landscapes and vegetation cover. The purpose of the research was a comprehensive assessment of natural tree and shrub plantations, selection of a species assortment for biological recultivation on technogenically disturbed lands of the North Caucasus and the development of forest-cultural measures for the forestry restoration of disturbed

lands. Generally accepted methods were used to study the bioecological potential of tree species, taxation characteristics, and edaphic indicators. The objects of research were naturally growing tree and shrub species, where various minerals were previously extracted. Based on the results of the research, a classification of technogenically disturbed lands was developed taking into account zonal features, forest and phytoprimability, which makes it possible to optimize technologies for land reclamation. A

comprehensive assessment of the adaptive potential, taking into account the bioecology of the species, its relation to edaphic and climatic factors, allowed us to identify 5 groups of woody plants that are advisable to use in forest reclamation. The features of the formation of root systems on different levels of the slope are revealed, showing a more powerful development in the lower part of the slope. An assortment of plants is recommended, taking into account natural zones and types of extracted raw materials. The main directions of forest reclamation have been developed, where relief features and the suitability of soils are taken into account. Forest reclamation on technogenically disturbed lands can be carried out without complex reclamation on suitable soils, and in areas with difficult terrain and unfavorable forest growing conditions, leveling and the use of additional reclamation techniques to improve soils are required.

Keywords: forest revegetation, technogenically disturbed lands, tree and shrub plantations, assortment of tree species

Received: 07.10.2022

Accepted: 05.12.2022

Translation of Russian References:

1. Aliyev I.N., Khamarova Z.H. *Agroekologicheskie faktory estestvennogo formirovaniya rastitel'nosti na tekhnogennykh landshaftakh Kabardino-Balkarii* [Agroecological factors of natural vegetation formation on technogenic landscapes of Kabardino-Balkaria]. *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skokhozyajstvennykh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences]. 2007. 2. pp. 32-33.

2. Voronina V.P., Uzoln A.I., Kulik A.V. *Biologicheskaya produktivnost' pastbishchnykh ekosistem sukhodol'nykh vodosborov srednego Dona* [Biological productivity of dry-valleys catchments pasture ecosystems of the Middle Don]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower-Volga agrouniversity complex: Science and higher professional education]. 2018. 3(51). pp. 43-50.

3. Zubov A.R., Zykov I.G., Tarariko. A.G. *Formirovanie erozionno-ustojchivykh agrolandshaftov v bassejne Severskogo Dontsa* [Formation of erosion-resistant agricultural landscapes in the Seversky Donets river basin]. Volgograd: VNIALMI Publ. house. 2009. 240 p.

4. Kapitonov D.Yu. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya otvalov vskryshnykh porod v rajone KMA* [Biological recultivation of overburden dumps in the Kursk Magnetic Anomaly region]. *Nauchnyj zhurnal KubGAU* [Scientific journal of Kuban SAU]. 2012. No. 75(01). pp. 1-10. Free access mode: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/31.pdf>

5. Kulik A.V., Voronina V.P., Uzoln A.I. *Opyt formirovaniya agrolesomeliorativnoj sistemy na pravom beregu srednego Dona s tsel'yu povysheniya produktivnosti agroekosistem.*

[The experience of forming an agro-reclamation system on the right bank of the Middle Don river in order to increase the productivity of agroecosystems]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower-Volga agrouniversity complex: Science and higher professional education]. 2019. 3(55). pp. 142-152. DOI:10.32786/2071-9485-2019-03-18.

6. Luchkov P.G., Unazhkov B.D., Rasulov A.R. *Plodovodstvo na meliorovannykh sklonakh* [Fruit growing on reclaimed slopes]. Nalchik. 2004. 187 p.

7. Mineral resource base of the construction industry of the Russian Federation. Volume 44. Republic of Kabardino-Balkaria. Committee of the Russian Federation on Geology and Subsoil Use. Russian Federal Geological Fund. M. 1994. pp. 27-34.

8. Nazarenko E.B., Gamsakhurdia O.V. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya tekhnogennykh landshaftov* [Biological recultivation of technogenic landscapes]. *Lesnoy vestnik* [Forest Bulletin]. 2013. 4. pp. 183-187.

9. Pankov Ya.V., Andryushenko P.F. *Lesnaya rekul'tivatsiya tekhnogennykh zemel' KMA* [Forest recultivation of technogenic lands of the Kursk Magnetic Anomaly region]: Monograph. Voronezh, VGLTA Publishing House, 2003. 118 p.

10. Pigorev I.Ya. *Ekologiya tekhnogennykh landshaftov KMA i ikh biologicheskoe osvoenie* [Ecology of the Kursk Magnetic Anomaly region technogenic landscapes and their biological development]: monograph. Kursk: Kursk SAA Publ. house, 2006 366 p.

11. Proskuryakov M.A. *Khronobiologicheskij analiz rastenij pri izmenenii klimata Almaty* [Chronobiological analysis of plants under climate change in Almaty]: LEM Publ. house, 2012. 228 p.

12. Summary report on land reclamation, removal and use of the fertile soil layer in the Republic of Kabardino-Balkaria for 2021 // State Land Committee of the Russian Federation of the Republic of Kabardino-Balkaria. Nalchik, 2022. 2 p.

13. Tkachkova D.M., Bakuev Zh.Kh., Khamarova Z.H., Aliyev I.N. *Sostoyanie drevesnoj rastitel'nosti tekhnogennykh landshaftov v zavisimosti ot solnechnoj insolyatsii sklonov kar'erov* [The technogenic landscapes woody vegetation state depending on the quarries slopes solar insolation]. *Vestnik meliorativnoj nauki* [Bulletin of Meliorative Science]. FSBSI Research Institute "Raduga" Publ. house. Kolomna, 2021. Issue 1. pp. 35-41.

14. Khamarova Z.H., Aliev I.N., Tkachkova D.M. *Formirovanie zashchitnykh lesnykh nasazhdenij v tekhnogennykh zemlyakh Tsentral'noj chasti Severnogo Kavkaza* [Formation of protective forest plantations on the Central part of the Northern Caucasus technogenic lands]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya «Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie»* [Bulletin of the Volga State University of Technology. The series "Forest. Ecology. Nature management"]. Yoshkar-Ola, 2020. 1 (45). pp. 51-65.

Цитирование. Алиев И.Н., Воронина В.П., Хамарова З.Х., Бакуев Ж.Х. Лесная рекультивация техногенно-нарушенных земель в центральной части Северного Кавказа // Научно-агрономический журнал. 2022. №4(119). С. 50-57. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.008.50-57

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Aliyev I.N., Voronina V.P., Khamarova Z. H., Bakuev Zh.Kh. Forest Revegetation of Technogenically Disturbed Lands in the Central Part of the North Caucasus. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 4(119). pp. 50-57. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.008.50-57

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.