

## ПРИЧИНЫ ГИБЕЛИ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ГИДРООТВАЛЕ БЕРЕЗОВЫЙ ЛОГ КМА

Т. А. Малинина, Я. В. Панков, В. И. Федотов, А. Н. Дюков

*Воронежская государственная лесотехническая академия, Россия*

*Воронежский государственный университет, Россия*

*Поступила в редакцию 15 апреля 2011 г.*

**Аннотация:** В статье отражены вопросы, касающиеся выяснения основных причин гибели лесных культур сосны обыкновенной на гидроотвале Березовый лог Лебединского ГОКа КМА.

**Ключевые слова:** техногенные ландшафты, нарушенные территории, рекультивация, гидроотвал, сосна обыкновенная.

**Abstract:** The article addresses issues identify the main causes of death of pine plantations on the Birch log hydraulic mine dump in the Lebedinskiy Mining Plant of the Kursk Magnetic Anomaly.

**Key words:** manmade landscapes, disturbed areas, land reclamation, hydraulic mine dump, Scotch pine.

Эксплуатация природных ресурсов ускорила интенсивность неблагоприятного воздействия человека на окружающую среду. Наиболее заметно это проявляется при добыче полезных ископаемых открытым способом, при котором полностью уничтожается сложившийся природный ландшафт. В результате горнотехнической деятельности образуются многочисленные техногенные ландшафты с низкой биопродуктивностью.

При горнотехническом этапе рекультивации под лесные насаждения отводятся разнообразные субстраты, характеризующиеся, как правило, неудовлетворительными условиями местопроизрастания. Главной древесной породой при биологической рекультивации нарушенных территорий с бедными грунтовыми смесями хорошо себя зарекомендовала сосна обыкновенная.

Наши многолетние исследования проводились на гидроотвале Березовый лог, являющемся уникальным объектом рекультивации КМА. Он начал формироваться с 1965 года путем гидравлического намыва упорной призмы из песчаных субстратов в одноименную балку площадью 449 га.

За десятилетний период в балку было вмещено гидронамывом около 360 млн. м<sup>3</sup> песка с небольшим содержанием суглинка и мело-мергельных пород нижнемеловых и верхнемеловых отложений, которые представлены кварцевыми песча-

ми альбского яруса и песчано-глинистыми отложениями аптского яруса, а также сенонскими среднезернистыми кварцевыми песками с включением фосфоритов, мела сенонского и туронского ярусов.

Гранулометрический состав [3] представлен фракциями от 1 до 0,05 мм в количестве 20-47%. По механическому составу субстраты содержат около 21% фракций менее 0,05 мм, а 79% приходится на средний и крупный песок. На отдельных участках отвала повышается содержание фракций 0,01-0,05 мм с 4,6 до 7,4%. Плотный остаток колеблется в пределах 0,05-0,10% и увеличивается в 7-14 раз с участием примеси мела и мергеля. Органическое вещество в песчаных субстратах имеется в небольшом количестве, близкое к нулю. Общий азот колеблется от 0,009 до 0,045%, а легкогидролизующие соединения: азота – 0,01-0,03 мг, калия – 5-7 мг и фосфора – 0,75-2,5 мг на 100 г. Содержание бикарбонатов кальция и магния в сухом остатке водных вытяжек незначительно и составляет всего лишь 0,09%. Рассмотренные субстраты практически непригодны для выращивания лесных насаждений.

При горнотехническом этапе рекультивации на поверхность гидроотвала был нанесен растительный слой мощностью 25-40 см (таблица 1).

Анализ данных таблицы 1 показывает, что насыпной растительный слой обладает более благоприятными водно-физическими и физико-хими-

Характеристика насыпного растительного слоя на гидроотвале

№ пп	Водно-физические и физико-химические свойства субстратов	Мощность, см	
		0-5	20-30
1.	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	1,40	1,48
2.	Удельный вес	2,50	2,54
3.	Скважность общая, %	44,00	41,73
4.	Содержание частиц, % а) диаметром < 0,01	57,87	50,01
	б) диаметром < 0,001	29,90	26,80
5.	Показатель водопрочности, %	5	15
6.	Водопроницаемость, мм/час	60,0	-
7.	Гумус, %	3,65	3,93
8.	Поглощенные катионы м/эquiv. на 100 г: Са <sup>++</sup>	16,05	17,17
	Mg <sup>++</sup>	4,99	7,38
	Сумма	21,04	24,55
9.	Гигроскопическая влага, %	5,9	5,7
10.	Максимальная гигроскопическая влага, %	8,0	6,4
11.	Общая влажность, %	38,7	32,8
12.	Влажность завядания, %	12,0	14,4

ческими свойствами, пригодными для выращивания древесных пород и кустарников. Объемная масса насыпного слоя изменяется в пределах 1,40-1,48 г/см<sup>3</sup>. Повышенное количество физической глины (57,87%) и высокое содержание илистой фракции (29,90%), обуславливающих поглотельную способность, показывают, что под влиянием корневых систем растений уже в ближайшее время водопрочность агрегатов может возрасти в 2 и более раза. Сумма поглощенных оснований колеблется в пределах 21,94-24,55 м/эquiv на 100 г, общая влажность от 32,8 до 38,7% и максимальная гигроскопическая влага – от 6,4 до 8,0%.

Упорная призма намыта в северо-западной части гидроотвала. Формирование ее осуществлялось отдельными уступами (террасами) в количестве 3-5 призм. Проектный гребень упорной призмы в пределах ее северной и южной частей составляет 28,4 га. Площадь берм призмы равна 24,9 га, а откосы призмы крутизной от 16 до 24° занимают площадь 47,3 га. Первый откос (у основания плотины) имеет сравнительно небольшой уклон (6-11°), общая площадь которого составляет 32,2 га. Таким образом, общая площадь упорной призмы равна 122,8 га, где в течение 15 лет, начиная с 1976 года, осуществлены работы по закреплению и облесению.

Наши наблюдения проводились в наиболее характерных и значительных по площади «техногенных» фитоценозах, имеющих возраст от 10 до 33 лет. Основное внимание уделялось чистым и

смешанным насаждениям сосны обыкновенной. Культуры сосны высаживались с 1976 года отдельными участками площадью от 7 до 10 га ежегодно в течение 15-ти лет.

Первый участок опытных культур на площади 10,3 га создан смешанными насаждениями весной 1976 года. Главной лесобразующей породой была запроектирована сосна обыкновенная [1]. Смешение – порядное: три ряда сосны обыкновенной и один ряд из таких кустарников как – жимолость татарская, бузина красная, карагана древовидная, свидина красная, робиния псевдоакация, смородина золотая, бузина обыкновенная. В последующие годы ассортимент сопутствующих пород расширился до сорока семи. В культуры вводятся такие породы, как береза повислая, яблоня лесная, груша обыкновенная, рябина обыкновенная, тополя и др.

Культуры сосны обыкновенной создавались по свежееотсыпанным плодородным грунтам ручным способом под меч Колесова. Размещение посадочных мест было 2,5x0,5-0,7 м. Осенью, в обязательном порядке, проводился «ремонт» в зависимости от приживаемости (10-15%). В течение вегетационного периода выполняли 3-4 ручных ухода в рядах с одновременным рыхлением почвы в междурядьях.

Для изучения состояния и роста лесных культур был организован постоянный мониторинг с использованием стандартных программ. С этой целью в различных частях гидроотвала были заложены пробные площади в разновозрастных ле-

Глубина проникновения вертикальных корней с возрастом

Период, лет	Глубина проникновения корней	Минимальные	Средние	Максимальные
1 - 10	к концу периода, м	0,45±0,32	0,52±0,41	0,65±0,24
	среднегод. прирост, см	4,5±0,39	5,2±0,38	6,5±0,34
10 - 20	к концу периода, м	0,70±0,42	0,70±0,52	0,70±0,26
	среднегод. прирост, см	3,5±0,37	3,5±0,12	3,5±0,41
20 - 30	к концу периода, м	0,85±0,25	0,88±0,22	0,91±0,37
	среднегод. прирост, см	2,8±0,32	2,9±0,32	3,0±0,32

сокультурах (1, 5, 10, 20, 30 лет). Размер пробной площади устанавливался с таким расчетом, чтобы было учтено не менее 200 экземпляров главной исследуемой породы. Все работы на пробных площадях осуществлялись по общепринятым методикам обследования лесных культур [2]. В полевых условиях определяли основные таксационные показатели насаждений: средний диаметр при сплошном перечеке, средняя высота – графически, бонитет – по таблицам хода роста, запас – по объемным и сортиментным таблицам. Деревья подразделялись на шесть категорий по состоянию: I – здоровые, II – ослабленные, III – сильно ослабленные, IV – усыхающие, V – свежий сухостой, VI – старый сухостой.

Исследованиями было установлено, что на фоне малой мощности растительного слоя происходит неправильное развитие корневой системы сосны, оказывающее губительное воздействие на рост и состояние лесных культур. Относительно высокое первоначальное плодородие растительного слоя, отсутствие в нем сильно уплотненных горизонтов, достаточная влажность, отсутствие в первые годы обильной травянистой растительности – все это говорит о сочетании благоприятных условий для развития корневых систем сосны обыкновенной в условиях гидроотвала Березовый лог. В 10-летнем возрасте сохранность сосняков была около 92% [4]. Среднестатистические показатели имеют 62,6% экземпляров и почти в равных долях максимальные и отставшие в росте – 19,7 и 17,7% соответственно.

К 20-летнему возрасту лесокультур различие в состоянии и росте сосновых насаждений на пробных площадях становится существенным – резко снизилось количество здоровых деревьев (почти на одну треть), а сохранность в целом составила всего лишь 52%. По сравнению с аналогичными зональными условиями на гидроотвале Березовый лог сосна имеет более низкие показатели: по

высоте на 24%, по диаметру – 7,8% и по запасу – 75,4 м<sup>3</sup>.

Раскопки корневых систем показали, что модельные деревья имеют хорошо выраженные горизонтальные и вертикальные корни впервые 5 лет. Как правило, горизонтальные корни на некотором расстоянии от ствола (0,5-1,5 м) несколько заглубляются в субстрат, а затем подходят к поверхности, где образуют густую сеть мелких корней. Стержневой корень, в результате небольшой мощности плодородного слоя, находится в зачаточном состоянии. В ростовой части стержневой корень на границе плодородного слоя и песчаного субстрата имеет форму «буравчика». От стержневого корня вверх и вниз по склону распространяются горизонтальные корни, располагающиеся в средней части плодородного слоя (таблица 2).

Судя по полученным результатам [5], видно, что в данных условиях у сосны обыкновенной практически отсутствует стержневой корень и более сильно развита горизонтальная корневая система – корни первого, второго и последующих порядков за счет того, что образуемые ответвления распространяются только в верхнем, более продуктивном, оструктуренном насыпном слое. В 20-летнем возрасте средние модельные деревья увеличивают размеры корневой системы по сравнению с 10-летними всего лишь в 1,7 раза.

К 30 годам развитие стержневого и крупных скелетных корней практически прекратилось. Сохранившиеся экземпляры сосны обыкновенной продлевают срок своего развития за счет наращивания горизонтальных корней различного назначения. Крупных корней по длине в двадцать раз меньше, чем корней диаметром тоньше 1 мм. Отсюда тридцатилетние культуры из-за бедности субстратов и небольшой их мощности имеют показатели роста в 3-4 раза ниже, чем на бедных зональных почвах.

Таксационные показатели сосны обыкновенной в различных условиях гидроотвала (1-3), зональных условиях (4-5) и их смолопродуктивность

№	Экспозиция склона	Состав насаждений	Сохранность, %	Прирост в высоту, см	Средняя высота, м	Средний $D_{1,3}$ , см	Смолопродуктивность, г	Отношение в % к контролю
1	северная	10Со	42,8	18,0	12,96	13,71	8,78	68,8
2	западная	10Со	42,5	19,0	12,49	13,15	8,41	66,0
3	южная	10Со	34,4	20,1	12,23	12,54	8,02	63,0
4	северная	10Со	71,8	24,4	16,45	17,58	11,25	88,4
5	южная	10Со	66,8	27,4	16,61	17,44	11,02	87,9
6	контроль	10Со	79,7	35,4	19,45	18,32	12,73	100,0

Формирование вертикальной и горизонтальной корневой системы сосны с возрастом происходит со следующими особенностями: а) до 10-летнего возраста наблюдается интенсивный рост в глубину стержневых корней по всему «почвенному» профилю, степень ветвления корней возрастает по мере их углубления в почву; б) в 10-20-летнем возрасте отмечается усиленный рост и ветвление только горизонтальных корней, расположенных по всей окружности дерева в пределах насыпного грунта; в) в 20-30-летнем возрасте рост вертикальных корней прекращается полностью. В это время происходит их ветвление и образование новых корней и распространение их в 30-40 см слое насыпного грунта.

Хорошо известна пластичность сосны обыкновенной, ее способность приспосабливаться и произрастать в неблагоприятных условиях среды. Одной из таких особенностей является способность сосны в неблагоприятных условиях местопроизрастания использовать метаболическую воду в процессе жизнедеятельности. Считается, что монотерпены, входящие в состав живицы, обладают токсичными и репиллентными свойствами по отношению к отдельным видам ксилофагов. Когда критический этап совпадает с засухой, вместо естественного отмирания части деревьев, включается защитный механизм вовлечения смолистых веществ, являющихся источником метаболической воды, для борьбы с водным голоданием.

Процессы смолообразования и смолы выделения живицы находятся в сложной и многосторонней связи с условиями произрастания, лесоводственными факторами и таксационными элементами древостоя. Смолопродуктивность усиливает-

ся с возрастом, что объясняется увеличением диаметра и объема дерева, а следовательно, и объема смолоносной системы.

Важным признаком оценки смолопродуктивности сосны является степень развития кроны и ее состояние. Изменчивость смолопродуктивности имеет значительный размах и колеблется в пределах 28-75%. Средний выход живицы с одного дерева составляет примерно 1,2 кг (таблица 3).

При одинаковых условиях местопроизрастания на защитные насаждения оказывает положительное влияние северная экспозиция склонов, имеющие оптимальные температурные характеристики в течение вегетационного периода. Наибольшая смолопродуктивность отмечена в насаждениях контрольного участка (мощность растительного слоя в два раза больше), где она выше на 12%, чем в зональных условиях и на 31-37% в насаждениях гидроотвала.

В сосновых лесокультурах гидроотвала Березовый лог на бедных почвах с небольшой (15-20 см) мощностью растительного слоя отмечается самая низкая смолопродуктивность. В результате этого в 1-5-ти летних побегах теряется пластичность древесины, сопротивляемость механическим усилиям и увеличивается ломкость и хрупкость. Насаждения испытывают недостаток в выработке живицы и под воздействием различных аномальных процессов (сильный ветер, снеговал, гололед, образование наледи) подвергаются механическому воздействию как на крону целиком, так и на верхушечные побеги и ветви дерева. Все это приводит к образованию в верхней части кроны так называемой «короны» – замены центрального побега на 3-5 вторичных или боковых побегов.

Размещение и отпад клопа в местах зимовки

Часть откоса	Количество клопов					Отпад клопов					
	в подстилке		на стволе		всего	в подстилке		на стволе		всего	
	шт.	%	шт.	%		шт.	%	шт.	%	шт.	%
верхняя	1315	38,5	2104	61,5	3419	97	7,4	136	6,5	233	6,8
нижняя	1207	39,7	1835	60,3	3042	75	6,2	101	5,5	176	5,8

Среди факторов негативно влияющих на состояние сосны обыкновенной немаловажное значение занимает сосновый подкорный клоп. Этот вредитель имеет массовое распространение, по мнению многих авторов [5], при возрасте насаждения от 11 до 40 лет. Усыхание насаждений от подкорного клопа незначительное, но как ослабляющий фактор в целом для насаждения клоп играет не последнюю роль. В последние годы сосновый клоп признан серьезным вредителем, очаги его подлежат обязательной инвентаризации.

Максимальная плотность заселения клопа падает на такие побеги, где при данном возрасте сосны наиболее резко выражена чешуйчатость коры. На соснах старшего возраста в нижней части ствола, взамен отслаивающихся чешуек образуется многослойная пластинчатая корка, плотно прилегающая к находящимся за ней тканям дерева. Побеги с пластинчатой и гладкой корой клопом не заселяются. В чистых сосновых культурах, для которых имелось наибольшее число возрастных вариантов, сосновый клоп уже в течение первых пяти лет после их смыкания достигал максимального распространения.

На гидроотвале сосновые насаждения в 10-летнем возрасте оказались полностью заселены клопом. Такая высокая заселенность держалась здесь до 15-летнего возраста (96,3-97,4%), после чего число заселенных деревьев уменьшилось и к 25-летнему возрасту составило 32,6-35,8%, а к 33 годам количество заселенных клопом деревьев снизилось до 8,8-9,0%.

В культурах, одинаковых по составу, с повышением их возраста количество клопа в подстилке уменьшается, соответственно увеличиваясь на стволе (таблица 4). В 25-летних насаждениях сосны обыкновенной сосновый клоп в местах зимовки размещается неравномерно. Основная часть – чуть больше 60% клопов зимует на стволе, а в подстилке – оставшиеся 40%.

В лесных культурах численность клопа меняется в зависимости от условий местопроизрастания. Количество клопа в верхних частях откосов

на 1,2% меньше по сравнению с нижними. Это связано с тем, что в нижних частях откосов климатические характеристики несколько хуже – выше влажность приземного слоя воздуха, хуже прогреваемость, меньше скорость ветра и т.д. В верхних опущенных частях склонов лучшая прогреваемость, низкая влажность воздуха, разнообразнее ветровой режим.

В смешанных культурах процент зимующего клопа в подстилке значительно ниже, чем в чистых культурах того же возраста. Основная масса зимующего клопа в подстилке залегает вблизи ствола, в радиусе первых 10-15 см. По мере удаления от ствола численность зимующих клопов в подстилке снижается. Присутствие вредителя отмечали на удалении от ствола дерева на расстоянии 45 см. Анализ модельных деревьев, выбранных в «клоповниках», показывает зависимость степени заселенности от состояния древостоя. Наибольшая плотность клопа наблюдается на деревьях из категории ослабленных.

Учитывая все выше перечисленные факторы, губительно влияющие на лесные культуры сосны обыкновенной, произрастающей на гидроотвале Березовый лог, можно заключить, что состояние и рост культур к настоящему времени неудовлетворительные. В пятилетнем возрасте сохранность находилась в пределах 78,6-87,6%. В это время прирост составлял от 16 до 32 см в год. Высота сосенок находилась в пределах 54-83 см при максимальном диаметре отдельных экземпляров до 3 см. Средний диаметр насаждений по пробным площадям составил к моменту обследования 1,89 см. Аналогичное состояние наблюдается в насаждениях, произрастающих на зональных почвах. В последующие годы показатели состояния и роста несколько меняются не в лучшую сторону. Если прирост 10-летних насаждений имеет одинаковые показатели – 42,7 см, то остальные результаты отличаются на целый порядок. Сохранность у 10-летних насаждений на гидроотвале Березовый лог колеблется в пределах 55,4-65,6%, а в зональных условиях – 66,2-87,6%.

Распределение деревьев по категориям состояния

Класс возраста	II	III	IV
Густота, шт./га	2280-3520	1000-2280	500-1000
Здоровые, %	10	5	11
Ослабленные, %	31	33	36
Сильно ослабленные, %	32	36	31
Усыхающие, %	17	9	13
Свежий сухостой, %	1	5	–
Старый сухостой, %	9	12	6
Средневзвешенная категория состояния	2,86	3,00	2,79

Таблица 6

Зависимость таксационных показателей от состояния

Категория состояния	Др., см	Нср., м	Размер кроны (% от Н, м ствола)		Коэффициент напряжения роста, см/см
			между рядами	в ряду	
Здоровые	19,8+1,19	14,0+0,98	8,2(59)	4,1(32)	4,5
Ослабленные	15,3+0,77	13,6+1,02	4,0(29)	1,0(8)	7,4
Сильн. ослабл.	11,8+0,65	12,9+0,65	6,5(48)	2,8(28)	11,8
Усыхающие	7,3+0,58	10,1+0,66	1,8(13)	0,8(8)	24,1

Совсем другая картина наблюдается при обследовании лесных насаждений на обоих изучаемых объектах в 20-летнем возрасте. Сохранность сосняков в зональных условиях на 12,2% выше, чем на гидроотвале. Средний прирост в высоту в естественных условиях колеблется в пределах 45,1-52,4 см, а на гидроотвале – от 36,1-45,7 см, результаты по высоте в зональных условиях на 2,9-4,04 м больше.

В зональных условиях с учетом рубок ухода (осветление – 10% и прореживание – 10%) сохранность составила: 62,5% – южная сторона балки, 63,8% – западная сторона, 71,8% – восточная сторона и 74,1% – северная сторона. Совсем другие показатели отмечаются на гидроотвале, где рубки ухода не проводились вообще. Здесь различия в сохранности проявляется как по сторонам света, так и по частям откоса. Сохранность насаждений к 30-ти годам составляет в пределах от 32,9 до 45,7%. Огромным недостатком исследуемых насаждений является их загущенность. Чрезмерная густота приводит к формированию субтильных древостоев с совершенно противоположным морфологическим типом (тонкие вытянутые стволы), расстроенной угнетенной кроной, не способной обеспечить устойчивое развитие дерева, низким содержанием заболонной древесины, являющейся резервуаром влаги и питательных веществ.

Количество устойчиво развивающихся деревьев в этот период менее половины (таблица 5). Если во II классе возраста количество здоровых деревьев находится в пределах 10%, то в III классе их уже только 5% или в два раза меньше. В свою очередь количество ослабленных деревьев равно 31-33%, а сильно ослабленных – 32-36%. Текущий отпад в этих насаждениях – 14-18%, а общий отпад – 26-27%. Текущий отпад в 6 раз превышает норматив естественного отпада, являющийся критерием при назначении выборочных санитарных рубок в средневозрастных насаждениях.

Согласно нормативам выборочных санитарных рубок в этих насаждениях необходимо, как минимум, удалить до 30% деревьев от их общего количества. В насаждениях после рубок ухода количество здоровых и ослабленных деревьев увеличится до 47%, а сильно ослабленных снизится до 31%.

Соответственно и основные таксационные показатели здоровых деревьев будут больше, чем у деревьев других категорий (таблица 6). В сравнении характеристик деревьев разных категорий состояния важную роль играет коэффициент напряжения роста. У здоровых деревьев этот показатель равен 4,5 см/см, а у сильно ослабленных – 11,8 см/см. А это означает, что у здоровых деревьев каждый квадратный сантиметр основания (единица поперечного сечения) снабжает влагой в

1,6 раза больший объем древесины, чем у сильно ослабленных. Это обуславливает лучший водный режим и качественно большую биологическую устойчивость здоровых деревьев.

Характеризуя результаты, полученные при обследовании сосновых насаждений, произрастающих в экстремальных условиях техногенных ландшафтов, можно сделать вывод, что назрела необходимость полного лесопатологического обследования существующих сосновых насаждений. Это позволит своевременно определить причину возможного распада лесных культур в настоящий момент и в последующие годы, а также получить рекомендации для оптимального создания долговечных сосновых насаждений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриющенко П. Ф. Опыт выращивания культур сосны обыкновенной на отвалах КМА / П. Ф. Андрию-

щенко, Я. В. Панков, И. В. Трещевский // Лесной журн. – 1982. – №4. – С. 30-33.

2. Дударев А. Д. Методика и техника работ на пробных площадях / А. Д. Дударев, Н. В. Гладышева, А. Д. Лозовой. – Воронеж, 1978. – 80 с.

3. Дюков А. Н. Мониторинг особенностей водно-физических свойств отвалных земель КМА / А. Н. Дюков, Т. А. Малинина // Экологические аспекты сохранения исторического и природно-культурного наследия: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2008. – С. 157-160.

4. Малинина Т. А. Опыт создания сосновых насаждений на гидроотвале Березовый лог Лебединского ГОКа КМА / Т. А. Малинина // Современные проблемы экологии: докл. Всерос. науч.-практ. конф. – Тула: Изд-во Тульск. гос. ун-та, 2006. – С. 175-178.

5. Харченко Н. А. Особенности экологии соснового подкорного клопа в условиях Центральной лесостепи / Н. А. Харченко // Современные проблемы лесозащиты и пути их решения: материалы регион. науч.-произв. конф. Белоруссии и Прибалтийских респ., Минск, 13-14 сент. 1984 г. – Минск, 1985. – С. 158-159.

Малинина Татьяна Анатольевна  
ассистент кафедры лесомелиорации, почвоведения и озеленения Воронежской государственной лесотехнической академии, г. Воронеж, т. (473) 264-49-26

Malinina Tatyana Anatol'yevna  
Assistant of the chair of forest amelioration, soil and landscaping of the Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, tel. (473) 264-49-26

Панков Яков Владимирович  
доктор с/х наук, профессор, зав. кафедрой лесомелиорации, почвоведения и озеленения Воронежской государственной лесотехнической академии, г. Воронеж, т. (4732) 253-73-26

Pankov Yakov Vladimirovitch  
Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the chair of forest amelioration, soil and landscaping of the Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, tel. (4732) 253-73-26

Федотов Владимир Иванович  
доктор географических наук, профессор, декан факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, E-mail: [root@geogr.vsu.ru](mailto:root@geogr.vsu.ru)

Fedotov Vladimir Ivanovitch  
Doctor of Geographical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Geography, Geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54, E-mail: [root@geogr.vsu.ru](mailto:root@geogr.vsu.ru)

Дюков Анатолий Николаевич  
кандидат с/х наук, доцент кафедры лесомелиорации, почвоведения и озеленения Воронежской государственной лесотехнической академии, г. Воронеж, т. (473) 253-73-26

Dyukov Anatoliy Nikolaevitch  
Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the chair of forest amelioration, soil and landscaping of the Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, tel. (473) 253-73-26