

УДК 630*2

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КАРЬЕРОВ

Т. В. Нуреева, Н. А. Куклина, М. Н. Чефранова, Д. И. Мухортов

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: NureevaTV@volgatech.net

Проведён анализ состояния 12-летних культур сосны на участках рекультивации песчаного карьера, отмечены основные проблемы, связанные с лесной рекультивацией. Установлено, что условия карьеров благоприятны для произрастания сосны обыкновенной. Выявлены особенности роста несомкнувшихся культур сосны обыкновенной в условиях песчаного карьера. Обоснована необходимость усовершенствования технологии создания лесных культур для повышения биоразнообразия и устойчивости будущих насаждений при лесной рекультивации.

Ключевые слова: посадочный материал; лесные культуры; рекультивация; карьеры; структура; сосна обыкновенная.

Введение. По данным государственного учёта, площадь нарушенных земель в Российской Федерации составляет более 1139,4 тыс. га. По Республике Марий Эл, согласно данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования на 01.01.2015, площадь земель, нарушенных в результате добычи полезных ископаемых, составляет 739,06 га. Из них в категорию отработанных включено 685,49 га. На данный момент площадь рекультивированных земель составляет всего 53,57 га, или 8 % от общей площади отработанных участков. В связи с этим актуальна проблема реабилитации нарушенных земель, которые преимущественно располагаются в лесном фонде республики и включаются в фонд искусственного лесовосстановления. Качественное и своевременное воспроизводство лесов на площадях, нарушенных интенсивным воздействием неблагоприятных природных и антропогенных факторов, относится к одной из важнейших лесохозяйственных и экологических задач. Это согласуется с Основами государственной по-

литики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года, принятыми распоряжением Правительства РФ от 26.09.2013 № 1724-р.

Как отмечают многие исследователи, существенная роль в восстановлении нарушенных земель принадлежит лесным культурам [1–5]. В большинстве случаев для рекультивации карьеров в настоящее время применяются технологические приёмы создания и выращивания искусственных насаждений на вырубках. Зачастую это не приводит к ожидаемому результату – формированию устойчивого лесного фитоценоза. В связи с этим актуальными остаются вопросы повышения результативности воспроизводства древостоев на нарушенных землях с формированием ландшафтов, наиболее близких по своим параметрам естественным [6–10].

Рекультивация довольно дорогостоящее мероприятие, и затраты на её проведение включаются в стоимость добываемого полезного ископаемого, поэтому при восстановлении карьеров необходимо

© Нуреева Т. В., Куклина Н. А., Чефранова М. Н., Мухортов Д. И., 2016.

Для цитирования: Нуреева Т. В., Куклина Н. А., Чефранова М. Н., Мухортов Д. И. Особенности роста и формирования культур сосны обыкновенной при рекультивации карьеров // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 1 (29). С. 57-68.

учитывать и использовать естественные природные возможности земель. В частности, после проведения технического этапа рекультивации начинается процесс естественного зарастания дна и откосов карьеров, при котором происходит их постепенное заселение травянистой и древесной растительностью [6, 7].

Одновременно происходят, хотя и очень медленно, процессы почвообразования. Они зависят от многих факторов, в том числе от природно-климатических условий, параметров карьера, свойств грунтов, уровня расположения грунтовых вод, качества выполнения технического этапа рекультивации, удалённости от границ карьера насаждений как источников налёта семян растений и многих других.

Важное значение имеет гранулометрический состав и зависящие от него физические показатели почвенных грунтов, влияющие на влагоёмкость, фильтрацию, направление эрозионных процессов. Чем менее выражены различия в свойствах грунтов нарушенных и прилегающих к ним естественных участков, тем успешнее протекает восстановление почвенно-растительного покрова [6].

Основным фактором, определяющим благоприятные условия произрастания растений на песчаных субстратах, является водный режим грунтов. Водоудерживающая способность грунта является лимитирующим фактором и зависит от содержания в нём мелкозёма и особенно фракции физической глины [11].

Цель работы – выявить особенности формирования почвенного покрова и закономерности роста молодняков культур сосны обыкновенной, созданных по различным технологиям в порядке рекультивации выработанных песчаных карьеров.

Решаемые задачи:

- дать сравнительный анализ гранулометрических, агрохимических и биологических свойств песчаных грунтов выработанных карьеров и почв лесных участков борového ряда;

- изучить состояние и параметры роста молодняков культур сосны обыкновенной в условиях выработанных песчаных карьеров;

- обосновать оптимальное расстояние между саженцами в ряду и густоту посадки при создании лесных культур сосны на данных категориях нарушенных земель.

Объекты исследований. Для оптимизации первоначальной густоты и расстояния между посадочными местами в ряду при проведении лесной рекультивации был исследован экспериментальный участок лесных культур сосны обыкновенной площадью 0,5 га в возрасте 12 лет, расположенный на территории лесного фонда филиала ПГТУ «Учебно-опытный лесхоз» (УОЛ ПГТУ), в квартале 27, выделе 17 Чернушкинского лесного участка. Культуры были созданы в выработанном участке карьера по добыче песка под руководством профессора, доктора сельскохозяйственных наук Е. М. Романова. Глубина карьера составляет 2–4 м, уровень залегания грунтовых вод составляет 1,0 м. Верхний слой грунта представлен древнеаллювиальными песками, широко распространёнными в лесном фонде Республики Марий Эл и приуроченными к борovому ряду лесных почв. Нарушенные земли с выносом на поверхность данных грунтов восстанавливаются преимущественно созданием культур сосны обыкновенной.

На техническом этапе рекультивации была проведена сплошная планировка площади карьерной выемки. Посадка произведена посадочной трубой «Поттипутки» в мае 2002 года, с пятью вариантами размещения в ряду (0,35; 0,5; 0,65; 0,75; 1,0 и 1,5 м) и расстоянием между рядами 3 м в двух повторностях. Для посадки использованы однолетние сеянцы сосны обыкновенной с закрытой корневой системой (ЗКС) из Семёновского спецлесхоза Нижегородской области. В течение 2002 года за культурами производился ручной уход в рядах и междурядах.

Для изучения агрохимических свойств почв после проведения лесной рекультивации были исследованы следующие участки: 1) территория действующего карьера (далее – песчаный грунт разрабатываемого карьера), 2) участок карьера с 12-летними культурами сосны обыкновенной, 3) участок карьера с 12-летними культурами сосны обыкновенной с естественным возобновлением ракитника русского (почва под ракитником), 4) участок карьера с 24-летними культурами сосны обыкновенной, 5) площадь карьера, заросшая травянистой растительностью. В качестве контроля были проанализированы агрохимические свойства почв на участке лесного фонда в ТЛУ А2 с 12-летними культурами сосны, созданными на вырубке 2000 года (Чернушкинский лесной участок УОЛ ПГТУ, кв. 25, выд. 11, площадью 10 га).

Методика исследований. Для выявления особенностей роста и формирования сосны обыкновенной в культурах, созданных при рекультивации карьеров, определялись состояние и сохранность, диаметр, высота и прирост ствола в высоту, диаметр проекции кроны и другие качественные и количественные параметры в соответствии с методикой Г. К. Незабудкина.

Изучение живого напочвенного покрова произведено в каждом варианте опыта с закладкой по десять пробных площадок размером 1×1 м, на которых методом встречаемости видов устанавливалось их общее проективное покрытие [12].

Для определения гранулометрического состава и агрохимических показателей на указанных выше объектах производился отбор средних образцов грунтов и почв методом «конверта» в трёх повторностях. Глубина взятия образцов составляла 0 – 10 см.

Физические и агрохимические свойства почвы были определены по обще-

принятым методикам в аккредитованной почвенно-химической лаборатории кафедры экологии, почвоведения и природопользования ПГТУ. Гранулометрический состав определялся при помощи лазерного анализатора размеров частиц Analysette 22 MicroTec Plus, подвижный фосфор и обменный калий по Кирсанову (ГОСТ 26207), гумус – по методу И. В. Тюрина (ГОСТ 26213), гидролитическая кислотность и сумма поглощённых оснований – по ГОСТ 26212 и ГОСТ 27821 соответственно.

Для определения уровня содержания нитрат-ионов и ионов аммония применялся потенциометрический метод с использованием ионселективных электродов «Эком-NO₃» и «Эком-NH₄» прибора рН-МЕТР-ИОНОМЕР «ЭКОТЕСТ-120».

Для выявления биологической активности почвы использовался экспресс-метод определения токсичности почвы по аммонифицирующей активности [13,14].

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам исследования установлено, что на исследуемых участках в песчаных грунтах преобладает фракция крупного и среднего песка, а содержание физической глины не превышает 1,1 (табл. 1). По классификации почв по Н. А. Качинскому [15] почвы на всех исследованных участках относятся к рыхлым пескам.

Как показали результаты анализа, грунты на карьерах по содержанию крупных фракций (более 0,05 мм) незначительно отличаются от почв лесных участков, приуроченных к типам условий местопроизрастания А₂. Более длительный период почвообразования на вырубке способствовал накоплению органики в верхнем слое почвы, и, как следствие, увеличению фракций пыли – на 4 %, мелкодисперсных фракций размером 0,001–0,005 мм на 1,8–1,9 %.

Таблица 1

**Сравнение гранулометрического состава грунтов на карьере по добыче песка и на вырубке
(Чернушкинский лесной участок УОЛ ПГТУ)**

Объект исследования	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
	песок		пыль			ил <0,001
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	
Песчаный грунт (действующий участок карьера)	73,4	21,2	3,2	0,7	0,4	0,3
Песчаный грунт (12-летние культуры сосны на карьере)	59,6	34,6	3,4	0,7	0,3	0,4
Контроль – песчаная почва (культуры сосны, созданные на вырубке 2000 г. в ТЛУ А ₂)	64,3	26,7	5,1	1,1	2,2	0,6

По агрохимическим показателям песчаные грунты рекультивируемого объекта характеризуются низким содержанием органического вещества с тенденцией к возрастанию от 0,44 до 1,31 % в сторону увеличения длительности периода рекультивации. Так, более интенсивная стимуляция почвообразования наблюдается на участке с раkitником, где содержание органического вещества близко к ненарушенным участкам. Кислотность почвенного раствора песчаных грунтов на карьере ближе к нейтральной и варьирует от 6,2 до 7,9, в то время как кислотность на ненарушенном участке ($pH_{\text{сол.}}=4,2$) характеризуется как среднекислая (табл. 2).

Грунты карьера оказались более обес-

печены солями калия по сравнению с лесной почвой, так, его содержание на 0,15–2,88 мг/100 г почвы выше на участках со значительной глубиной выемки песка. Низкое содержание органики на участке под 24-летними густыми культурами сосны обыкновенной свидетельствует о слабом развитии почвообразовательного процесса. Это объясняется длительной минерализацией хвойного опада, который, сохраняясь на поверхности, препятствует развитию травяного покрова [16].

Исследованиями биологической активности почв экспресс-методом по скорости разложения мочевины были выявлены различия между исследуемыми вариантами (рис. 1).

Таблица 2

**Агрохимические показатели грунта на карьере по добыче песка и на вырубке
(Чернушкинский лесной участок УОЛ ПГТУ)**

Участок исследования	Органическое вещество, %	$pH_{\text{сол}}$	Содержание, мг/100 г		
			NO_3^-	NH_4^+	K_2O^+
Песчаный грунт разрабатываемого карьера	0,51	6,98	3,87	18,87	2,27
Заросший травянистой растительностью участок карьера	1,06	7,85	4,67	10,47	4,16
Участок карьера с 12-летними культурами сосны обыкновенной	0,44	6,53	4,20	14,3	2,73
Участок карьера с 12-летними культурами сосны обыкновенной (почва под раkitником)	1,31	6,22	4,20	15,17	1,43
Участок карьера с 24-летними культурами сосны обыкновенной	0,75	7,17	4,40	30,37	2,6
Участок лесного фонда с 12-летними культурами сосны, созданными на вырубке в ТЛУ А ₂ (контроль)	1,34	4,21	5,2	21,13	1,28
$НСР_{05}$	0,103	0,09	0,305	0,745	0,266
Фрасч (F табл = 3,11)	137,6	1850,7	21,9	826,4	146,9

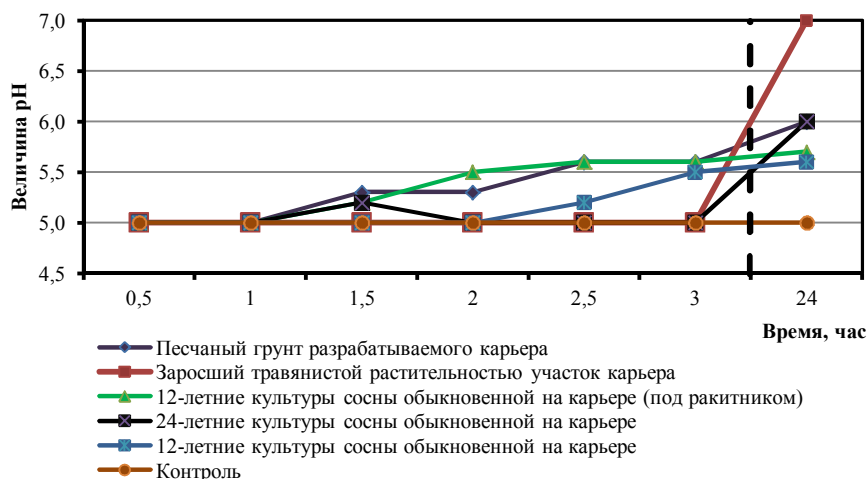


Рис. 1. Скорость изменения pH в почвенных грунтах карьера Чернушкинского лесного участка. В качестве контроля в исследовании по определению скорости разложения мочевины используется дистиллированная вода

Начало процесса разложения мочевины отмечено через полтора часа, через 24 часа наблюдалось существенное изменение pH на 1,0–2,0 единицы. Более высокая аммонифицирующая активность отмечена на участке, заросшем травянистой растительностью, что можно объяснить более высокой корнено насыщенностью грунтов и разложением надземной части растений. В почвенном грунте с участка под 12-летними культурами сосны и непосредственно под растением ракитника русского отмечено увеличение pH через 2 часа на 0,5 единицы, по истечении суток значения кислотности выравнялись.

Данные исследований гранулометрического состава, агрохимических и биологических свойств почв свидетельствуют, что лесные культуры сосны обыкновенной и многолетние травы способствуют биологической активизации почвогрунтов с увеличением содержания азота и орга-

нического вещества в верхнем горизонте (0–10 см). Гранулометрический состав грунтов карьера и ненарушенного участка лесного фонда в борových условиях отличаются незначительно. Всё это даёт основание предполагать, что почвенно-экологические условия на песчаных карьерах не будут лимитировать рост лесных культур сосны.

При рекультивации карьерных выемок, в т.ч. после добычи песка важным элементом технологии, влияющим на сроки смыкания культур и их экологические функции, является густота посадки и размещение. Сравнение состояния и параметров роста культур сосны обыкновенной при различном расстоянии между растениями в рядах показывает, что в молодняках культур преобладают здоровые деревья, что подтверждает наличие относительно благоприятных условий произрастания в песчаном карьере (рис. 2).

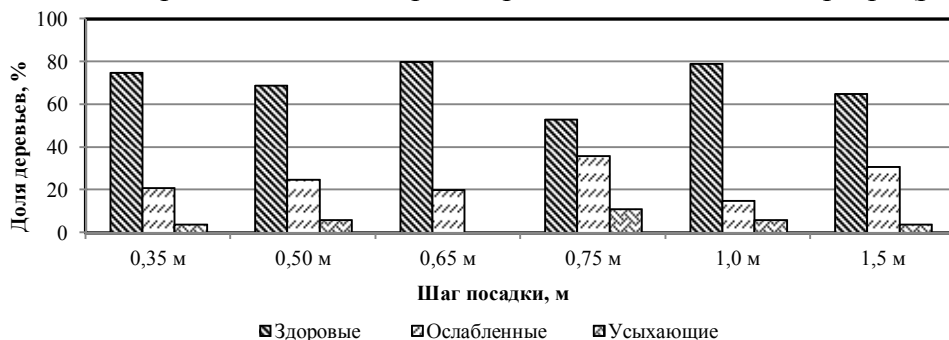


Рис. 2. Распределение растений по состоянию в лесных культурах сосны обыкновенной

Таблица 3

Ряды распределения высоты сосны в 12-летних культурах на карьере по добыче песка в зависимости от шага посадки

Шаг посадки, м	Фактическая густота, шт./га	Сохранность, %	Статистические показатели						
			X ср	m _x	δ	Min	Max	C, %	P, %
0,35	6571	69	4,2	0,17	1,09	2,0	5,9	26,01	3,97
0,50	4467	67	4,5	0,12	0,77	3,6	6,0	16,99	2,69
0,65	3846	75	4,7	0,17	1,14	2,8	7,0	24,28	3,40
0,75	3333	75	4,5	0,19	0,93	2,5	6,0	20,80	4,16
1,0	2966	89	4,5	0,21	0,93	2,1	6,0	20,06	4,62
1,5	1800	81	4,6	0,17	0,96	2,5	6,3	20,94	3,76

По вариантам средняя высота культур варьирует от 4,2 м на участке с шагом посадки 0,35 м до 4,7 м в варианте с расстоянием 0,65 м (табл. 3).

Значения максимальной высоты культур во всех вариантах, кроме посадки семян через 0,65 м в ряду, близки, находясь в диапазоне 5,9 – 6,3 м с тенденцией её увеличения от меньшего расстояния между растениями в ряду к большему. Минимальные значения высоты отличаются значительно с вариацией от 2,0 м (в культурах с шагом посадки 0,35 м) до 3,6 м (3×0,5 м). Коэффициент изменчивости высоты сосны в вариантах посадки составляет от 17,0 до 26,0 %, это ниже, чем по диаметру, отражая общие

закономерности роста и развития древостоев.

Более значительной вариабельностью характеризуется средний диаметр сосны, коэффициент изменчивости которого составляет от 36,93 до 44,03 % (табл. 4). В культурах сосны на нарушенных землях встречаются растения с минимальными диаметрами от 1,0 до 1,6 см и максимальными от 8,5 до 12 см. Средний диаметр от 3,8 см при шаге посадки 0,75 см до 5,9 см с шагом посадки 1,5 м. Такие различия по диаметру сосны обыкновенной можно закономерно связать с расстоянием между растениями в ряду, при увеличении которого в условиях дефицита почвенного и светового питания у сосны лучше развивается крона.

Таблица 4

Влияние шага посадки на статистические показатели диаметра 12-летних культур сосны (Чернушкинский лесной участок)

Шаг посадки, м	Фактическая густота, шт./га	Статистические показатели						
		X ср	±m _x	±δ	Min	Max	C, %	P, %
Карьер по добыче песка								
0,35	6571	4,5	0,13	1,90	1,0	10,2	41,86	2,89
0,50	4467	4,2	0,15	1,83	1,2	8,5	43,37	3,46
0,65	3846	4,5	0,14	1,94	1,5	12,0	42,73	3,08
0,75	3333	3,8	0,14	1,62	1,6	10,9	42,67	3,67
1,0	2966	4,7	0,16	1,74	1,4	11,3	36,93	3,30
1,5	1800	5,9	0,28	2,60	1,2	11,7	44,03	4,78

Сравнивая статистические показатели культур, созданных с различным размещением на карьере, по диаметру и высоте можно сделать вывод, что при размещении 0,65 м и более в ряду сосна отличается более интенсивным ростом. По-видимому, это связано с лучшей обеспеченностью культур сосны влагой (близким расположением к поверхности грунтовых вод). Это, а также отсутствие конкуренции с травянистой растительностью на начальных этапах роста, по нашему мнению, повлияло на сохранность 12-летних культур сосны обыкновенной, которая во всех вариантах на карьере, кроме участка с шагом посадки 0,75 м, выше. Более высокой сохранностью в 12-летнем возрасте отличаются культуры, созданные сеянцами с ЗКС с размещением в ряду 1,0 м (89 %). Следует отметить, что снижение сохранности в вариантах с шагом посадки 0,35 и 0,50 м (69 и 67 % соответственно) произошло после более раннего смыкания крон и усыхания отставших в росте деревьев (табл. 3).

Данные обстоятельства свидетельствуют о пригодности песчаных грунтов с низким содержанием питательных веществ для произрастания сосны обыкновенной и использования её для создания насаждений различного целевого назначения.

На основе эмпирических данных были вычислены параметры регрессионного уравнения, отражающего зависимость средней высоты и среднего диаметра культур сосны обыкновенной, созданных на нарушенных землях, от густоты посадки (рис. 3). Пределы адекватности данных уравнений находятся в интервале шага посадки от 0,3 до 1,5 м. Зависимость подчиняется экспоненциальной кривой с высоким коэффициентом детерминации. Лимитирующее действие низкого почвенного плодородия песчаных грунтов на рост 12-летних культур сосны в высоту и по диаметру проявляется при более плотной посадке (от 0,5 м и менее).

Высота культур не изменяется, начиная с шага посадки 0,6 м и более, резко снижаясь при расстоянии между растениями менее 0,5 м. Диаметр ствола в сомкнувшихся рядах культур в данном возрасте с увеличением шага посадки возрастает, достигая максимума при более свободном стоянии растений через 1,5 м.

Сравнение диаметров культур сосны по критерию Стьюдента подтверждает достоверное влияние размещения в ряду и соответственно первоначальной густоты на толщину ствола сосны между всеми вариантами, кроме шага посадки 0,5 и 0,35 м друг с другом и с участками с расстоянием 0,65 и 1,0 м (табл. 5).

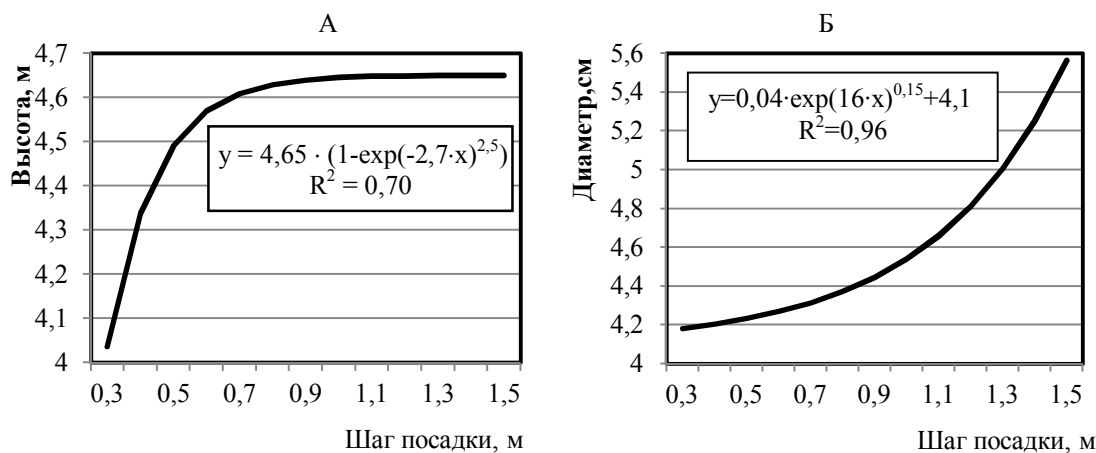


Рис. 3. Зависимость высоты (А) и диаметра (Б) культур сосны обыкновенной от шага посадки сеянцев с ЗКС в 12-летнем возрасте (где x – шаг посадки, м; y – высота (А), м и диаметр (Б), см)

Таблица 5

Существенность различий диаметров сосны в культурах, созданных с различной первоначальной густотой (значение табличного t-критерия Стьюдента (t_{05})=1,96)

Варианты шага посадки, м	Значения фактического t-критерия Стьюдента при шаге посадки в культурах				
	0,35 м	0,5 м	0,75 м	1,0 м	1,5 м
0,65	0,4	0,7	2,8*	1,5	4,2*
0,35	-	0,3	2,4*	1,8	4,4*
0,5	-	-	2,1*	2,2*	4,6*
0,75	-	-	-	4,2*	5,8*
1,0	-	-	-	-	3,4*

Примечание: * различия достоверны на 5 % уровне значимости.

Различия достоверны между всеми вариантами и участком с шагом посадки сеянцев с ЗКС 1,5 м. С увеличением размеров деревьев с возрастом усиливаются конкурентные взаимоотношения, более слабые и отставшие в росте экземпляры начинают постепенно усыхать.

В зависимости от занимаемого положения в формирующемся кроновом пространстве насаждения были рассчитаны биометрические показатели 12-летних культур (рис. 4).

Доля деревьев, расположенных в верхней и средней части полога, наибольшая в варианте с шагом посадки

0,65 м и составляет 80 %, что свидетельствует о более полном использовании естественных факторов для ускоренного роста насаждения. Древоστοи с преобладающим участием более развитых по высоте и диаметру растений могут отличаться и более высокой устойчивостью к лимитирующим факторам в условиях карьеров, которыми являются преимущественно недостаток и несбалансированность элементов минерального питания, сильное ветровое воздействие и т. д. В варианте с шагом посадки 0,75 м более половины всех деревьев (53 %) находятся в нижней части полога.

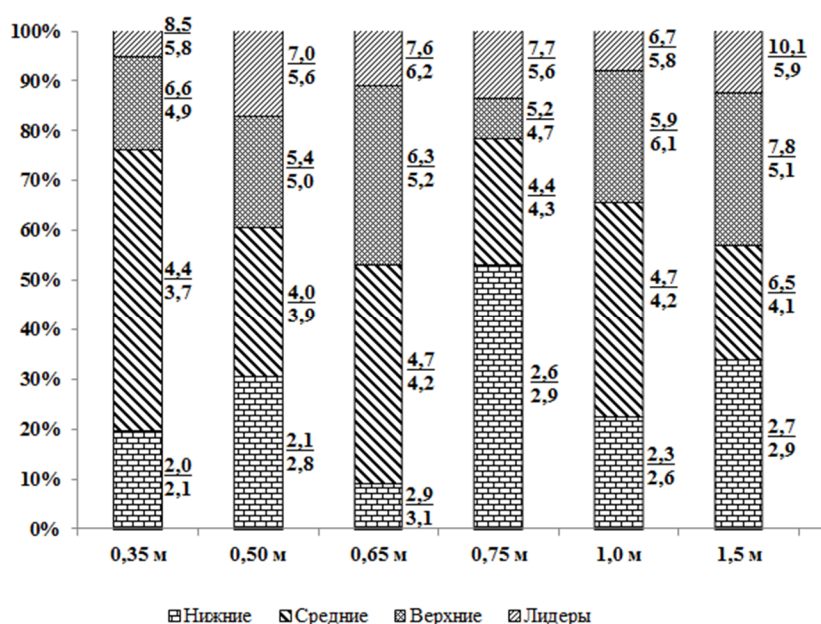


Рис. 4. Распределение деревьев по положению в пологе формирующегося древостоа. В числителе приведён диаметр (см), в знаменателе – высота (м). Расстояние между рядами культур – 3 м

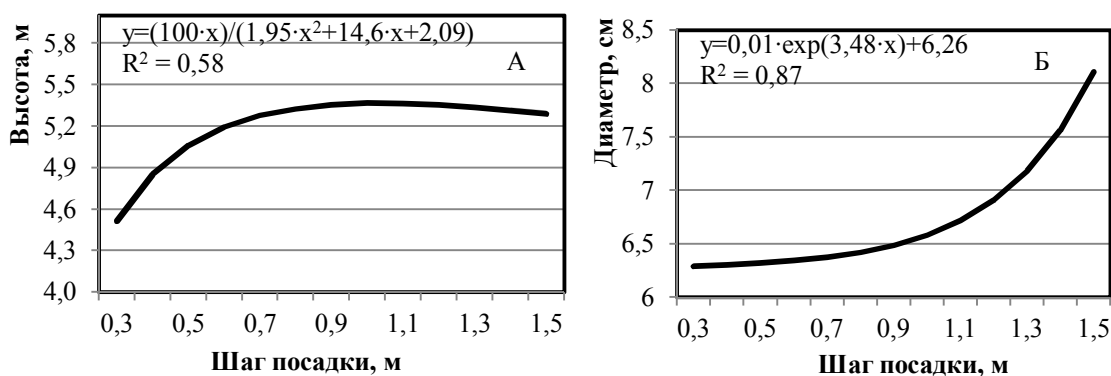


Рис. 5. Зависимость высоты (А) и диаметра (Б) деревьев, формирующих верхний полог насаждения, от шага посадки (где x – шаг посадки, м; y – высота (А), м и диаметр (Б), см)

Высота деревьев лидеров и деревьев верхних в пологе зависит от шага посадки и описывается уравнением вида $y = 100 \cdot x / (1,95 \cdot x^2 + 14,6 \cdot x + 2,09)$. Согласно ему высота увеличивается до варианта с размещением через 0,5 м и остаётся неизменной при дальнейшем уменьшении расстояния между рядами. Диаметр самых высоких деревьев с увеличением шага посадки возрастает по экспоненциальной кривой. При этом расстояние в ряду от 0,3 до 0,8 м не приводит к существенному увеличению диаметра деревьев верхнего полога. Более толстые стволы формируются при размещении деревьев с расстоянием в ряду через 0,9 м и более (рис. 5). Пределы адекватности данных уравнений определены вариантами размещения растений в ряду (0,35–1,5 м) на экспериментальном участке.

Выводы

1. Грунты карьера по гранулометрическому составу незначительно отличаются от почв лесных участков в условиях свежих боров. В верхнем слое почвы на вырубке отмечено более высокое содержание мелкодисперсных фракций размером 0,001–0,05 мм (на 4,2–4,4 %). В грунтах Чернушкинского карьера преобладает фракция крупного и среднего песка более 0,25 мм (60 %), содержание физической глины в них не превышает 1,1 %. Песчаные грунты карьера характеризуются кислотностью (6,22–7,85) близкой к нейтральной и слабощелочной реакцией, крайне низким содержанием органического вещества (0,44–1,31 %), калия, азота и фосфора,

что может оказывать сдерживающее влияние на процессы восстановления биологической продуктивности грунтов и процессы естественного зарастания. Лесные культуры сосны обыкновенной и многолетние травы способствуют биологической активизации почвогрунтов. В целом агрохимические и биологические свойства грунтов можно оценить как вполне пригодные для произрастания сосны обыкновенной, но крайне не сбалансированные по основным элементам питания.

2. Размещение и первоначальную густоту необходимо увязывать с целевым назначением создаваемых культур в карьерах. Для обеспечения более высоких темпов роста культуры на выработанном пространстве карьера целесообразно высаживать сеянцы сосны с ЗКС с шагом посадки от 0,8 до 1,0 м.

3. Лесные культуры сосны обыкновенной в условиях карьера по основным биометрическим показателям не отличаются от созданных на вырубках в свежих борах, а при размещении 0,65 и 1,5 м в ряду высота сосны на нарушенных землях даже превалирует, что свидетельствует об её устойчивости к действию лимитирующих факторов. Возможно, это связано с лучшей обеспеченностью растений сосны влагой при более близком расположении грунтовых вод в карьерах. Это может служить основанием для внесения корректив в Правила лесоразведения для данных категорий нарушенных земель, при использовании сеянцев с закрытой корневой системой.

Список литературы

1. Панков Я.В., Иванов Ф.Е., Воробьев В.В. Создание культур саженцами с закрытой корневой системой при рекультивации земель Курской магнитной аномалии // Защитное лесоразведение и лесные культуры: Тр. Воронежского ЛТИ. 1979, № 6. С. 25-30.
2. Панков Я.В., Иванов Ф.Е., Воробьев В.В. Выращивание лесных культур на отвалах Курской магнитной аномалии // Основы рационального освоения недр Курской магнитной аномалии. Воронеж: ВТА, 1991. С. 129-141.
3. Панков Я. В., Андрющенко П. Ф. Лесная рекультивация техногенных земель Курской магнитной аномалии. Воронеж: ВГЛТА, 2003. 118 с.
4. Трещевская Э.И., Трещевская С.В., Бобрешов К.В. Сосновые насаждения в разных лесорастительных условиях нарушенных земель // Лесотехнический журнал. 2014. Т. 4. № 3(15). С. 76-84.
5. Чудецкий А.И., Шутов В.В., Рыжова Н.В. Опыт лесной рекультивации выработанного песчаного карьера // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2014. № 4 (103). С. 112-115.
6. Капелькина Л.П. О естественном зарастании и рекультивации нарушенных земель Севера // Успехи современного естествознания. 2012. № 11. С. 98 - 102.
7. Федорец Н.Г., Соколов А.И., Крышень А.М., Медведева М.В., Костина Е.Э. Формирование лесных сообществ на техногенных землях северо-запада таежной зоны России. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. 130 с.
8. Баранник Л.П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации / отв. ред. С.С. Трофимов; Акад. наук СССР, Сибир. Отд-е, Ин-т почвовед-я и агрохимии. Новосибирск: Наука, 1988. 85 с.
9. Ortiz O., Ojeda G., Espelta J. M., Alcalá J. M. Improving substrate fertility to enhance growth and reproductive ability of a *Pinus halepensis* Mill. afforestation in a restored limestone quarry // *New Forests*. 2012. Vol. 43. Iss. 3. Pp. 365-381.
10. Macdonald S. E., Landhausser S. M., Skousen J., Franklin J., Frouz J., Hall S., Jacobs D. F., Quideau S. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions // *New Forests*. 2015. Vol. 46. Iss. 5. Pp. 703-732.
11. Воронина Л.А. Рост культур сосны на техногенных ландшафтах Южного Кузбасса // Восстановление нарушенных ландшафтов: сб. материалов IV научно-практической конференции. Барнаул: Изд-во Алт. ун-а, 2004. С. 264 -269.
12. Малюта О.В., Гордеева Т.Х., Туев А.С., Курочкина М.А. Исследование степени антропогенной нарушенности природной среды в условиях песчаного карьера // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 111 (07). URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/52.pdf> (дата обращения: 09.03.2016).
13. Гордеева Т.Х., Малюта О.В. Динамика параметров биологической активности почвы как показатель почвенно-экологических условий на объекте рекультивации // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (40). С. 34-36.
14. Аристовская Т.В., Чугунова М. В. Экспресс-метод определения биологической активности почвы // Почвоведение. 1989. № 11. С. 142-147.
15. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. 191 с.
16. Шитилова А.М., Семина И.С., Беланов И.П. Почвенно-экологическое состояние рекультивированных территорий, расположенных в лесостепной зоне Кемеровской области // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S-4-20. С. 25-31.

Статья поступила в редакцию 20.10.15.

Информация об авторах

НУРЕЕВА Татьяна Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур, селекции и биотехнологий, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление и лесоразведение, рекультивация нарушенных земель. Автор 90 публикаций.

КУКЛИНА Надежда Александровна – аспирант кафедры лесных культур, селекции и биотехнологий, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – рекультивация нарушенных земель. Автор 15 публикаций.

ЧЕФРАНОВА Мария Николаевна – аспирант кафедры лесных культур, селекции и биотехнологий, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – интенсификация лесовыращивания хвойных пород, воспроизводство лесных ресурсов. Автор 25 публикаций.

МУХОРТОВ Дмитрий Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой лесных культур, селекции и биотехнологии, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление, применение органических отходов при лесовосстановлении. Автор 120 публикаций.

UDC 630*2

PATTERNS OF GROWTH AND FORMATION OF SCOTS PINE SPECIES FOR THE PURPOSE OF QUARRY RECULTIVATION

T. V. Nureeva, N. A. Kuklina, M. N. Chefranova, D. I. Mukhortov

Volga State University of Technology,
3, Pl. Lenina, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: NureevaTV@volgatech.net

Key words: *planting material; forest species; reclamation; quarry; structure; Scots pine.*

ABSTRACT

The topic addressed in the paper is urgent in terms of improving the quality and productivity of plantations particularly on the recultivated lands damaged by unfavorable conditions. In terms of restoration of disturbed lands, the type of forest species plays a very important role. The use of planted seedlings on the disturbed areas is not properly studied so far as evidenced by the relatively small number of publications on this topic. The **goal** of this research was to identify the growth patterns of Scots pine seedlings with closed root system and study the prospects of their application on the quarry undergoing forest reclamation. The research was carried out on the experimental plot with plantations of Scots pine aged 12, on quarries due for reclamation. The **research methods** were aimed at studying the impact of applied approaches on the status and growth of planted pine seedlings and were determined by such factors as viability, safety, status, height, increment, stem diameter, the diameter of the crown and other qualitative and quantitative parameters in accordance with the G.K. Nezabudkin's method. The **analysis** of the growth of pine with the use of seedlings with closed root system and in-the-row spaces varying from 0.35 to 1.5 m between the plants, allowed concluding that growth was intensified for seedlings which were spaced 0.8-1.0 m. The viability of 12-year-old Scots pine species in all cases exceeded 67 %, and the highest growth rate was recorded for the seedlings with 1.0 m in-the-row spacing, due to the achievement of favorable conditions for growth and development, including lack of competition with herbaceous vegetation on the early stages of growth. In terms of their key indicators the quarry plantations of Scots pine were similar with those obtained on clearings and when in-the-row spacing varied between 0.65 and 1.5 m., the growth increment of pine trees on the experimental quarry plot was higher which indicates their resistance to limiting factors.

REFERENCES

1. Pankov Ya.V., Ivanov F.E., Vorob'ev V.V. Sozdanie kultur sazhentsami s zakrytoy kornevoy sistemoj pri rekultivatsii zemel Kurskoy magnitnoy anomalii [Planting seedlings with closed root system when recultivating lands in Kursk Magnetic Anomaly]. *Zashchitnoe lesorazvedenie i lesnye kultury: Tr. Voronezhskogo LTI* [Protective afforestation: Proceedings of Voronezh Forest Technical Institute]. 1979, No 6. Pp. 25-30.
2. Pankov Ya.V., Ivanov F.E., Vorobiev V.V. Vyrashchivanie lesnykh kultur na otvalakh Kurskoy magnitnoy anomalii [Growing forest species on the waste banks of Kursk Magnetic Anomaly]. *Osnovy ratsionalnogo osvoeniya nedr Kurskoy magnitnoy anomalii* [Bases of land reclamation of Kursk Magnetic Anomaly mines]. Voronezh: VTA, 1991. Pp. 129-141.
3. Pankov Ya. V., Andryushchenko P. F. *Lesnaya rekultivatsiya tekhnogennykh zemel Kurskoy magnitnoy anomalii* [Forest recultivation of anthropogenic lands of Kursk Magnetic Anomaly], Voronezh: VGLTA, 2003. 118 p.
4. Treshchevskaya E.I., Treshchevskaya S.V., Bobreshov K.V. Sosnovye nasazhdeniya v raznykh lesorastitelnykh usloviyakh narushennykh zemel [Pine plantations grown on various damaged lands]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forest Technical journal]. 2014. Vol. 4, No 3(15). Pp. 76-84.
5. Chudetskiy A.I., Shutov V.V., Ryzhova N.V. Opyt lesnoy rekultivatsii vyrabotannogo peschanogo karera [Sample of forest recultivation on the mined out sand pit]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa - Lesnoy vestnik* [Vestnik of Moscow State Forest Institute – Forest Vestnik]. 2014. No 4(103). Pp. 112-115.
6. Kapelkina L.P. O estestvennom zarastanii i rekultivatsii narushennykh zemel Severa [On the natural regrowth and recultivation of damaged lands of the

North]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Success of contemporary natural science]. 2012. No 11. Pp. 98 - 102.

7. Fedorets N.G., Sokolov A.I., Kryshen A.M., Medvedeva M.V., Kostina E.E. Formirovanie lesnykh soobshchestv na tekhnogennykh zemlyakh severozapada taezhnoy zony Rossii [Forming forest communities on anthropogenic lands of north-west taiga zone of Russia] Petrozavodsk: Karelskiy nauchnyy tsentr RAN, 2011. 130 p.

8. Barannik L.P. Bioekologicheskie printsipy lesnoy rekultivatsii [Bioecological principles of forest recultivation] Edited by S.S.Trofimov; Akad. nauk SSSR [Academy of Sciences of the USSR], Sibir. Otd-e, In-t pochvoved-ya i agrokhimii [Siberian branch of the institute of soil science and agrochemistry] Novosibirsk: Nauka, 1988. 85 p.

9. Ortiz O., Ojeda G., Espelta J. M., Alcani J. M. Improving substrate fertility to enhance growth and reproductive ability of a *Pinus halepensis* Mill. afforestation in a restored limestone quarry. *New Forests*. 2012. Vol. 43. Iss. 3. Pp. 365-381.

10. Macdonald S. E., Landhausser S. M., Skousen J., Franklin J., Frouz J., Hall S., Jacobs D. F., Quideau S. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions. *New Forests*. 2015. Vol. 46. Iss. 5. Pp. 703-732.

11. Voronina L.A. Rost kultur sosny na tekhnogennykh landshaftakh Yuzhnogo Kuzbassa [Growth of pine species on the anthropogenic lands of the South Kuznetsk Basin]. *Vosstanovlenie narushennykh landshaftov: sb. materialov IV nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Reclamation of damaged landscape: proceedings of 6th research and practical conference] Barnaul: Altay University Publishing House, 2004. Pp. 264 -269.

12. Malyuta O.V., Gordeeva T.KH., Tuev A.S., Kurochkina M.A. Issledovanie stepeni antropogennoy

narushennosti prirodnoy sredy v usloviyakh peschanogo karera [Research of the amount of anthropogenic damage of natural environment in the sand pit]. *Politematicheskiy setevoj elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. [Multidisciplinary network e-journal of Kuban State Agrarian University]. 2015. No11(07). URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/52.pdf> (reference date: 09.03.2016).

13. Gordeeva T.KH., Malyuta O.V. Dinamika parametrov biologicheskoy aktivnosti pochvy kak pokazatel pochvenno-ekologicheskikh usloviy na oekte rekultivatsii [Dynamics of parameters of soil biological activity as an indicator of soil and ecological conditions on the recultivated plot]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestiya of Orenburg State Agrarian University]. 2013. No 2 (40). Pp. 34-36.

14. Aristovskaya T.V., Chugunova M. V. Ekspress-metod opredeleniya biologicheskoy aktivnosti pochvy [Express method of defining the biological activity of soil]. *Pochvovedenie* [Soil science]. 1989. No 11. Pp. 142-147.

15. Kachinskiy N.A. Mekhanicheskiy i mikroagregatnyy sostav pochvy, metody ego izucheniya [Mechanics and micro-aggregation contents of soils and methods of its research]. Moscow: Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1958. 191 p.

16. Shipilova A.M., Semina I.S., Belanov I.P. Pochvenno-ekologicheskoe sostoyanie rekultivirovannykh territoriy, raspolozhennykh v lesostepnoy zone Kemerovskoy oblasti [Soil and ecological condition of the recultivated territories located in forest and steppe zone of Kemerov region]. *Gornyye informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)* [Mountain information and analytical bulletin (research and technical journal)] 2012. No S-4-20. Pp. 25-31.

The article was received 20.10.15.

Citation for an article: Nureeva T. V., Kuklina N. A., Chefranova M. N., Mukhortov D. I. Patterns of Growth and Formation of Scots Pine Species for the Purpose of Quarry Recultivation. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2016. No 1(29). Pp. 57-68.

Information about the authors

NUREEVA Tatiana Vladimirovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Forest Species, Selection and Biotechnologies, Volga State University of Technology. Research Interests – reforestation and forest regeneration, recultivation of damaged lands. Author of 90 publications.

KUKLINA Nadezhda Aleksandrovna – Postgraduate student of the Department of Forest Species, Selection and Biotechnologies, Volga State University of Technology. Research Interests – recultivation of damaged lands. Author of 15 publications.

CHEFRANOVA Maria Nikolaevna – Postgraduate student of the Department of Forest Species, Selection and Biotechnologies, Volga State University of Technology. Research Interests – intensification of coniferous plantations, forest resources regeneration. Author of 25 publications.

MUKHORTOV Dmitry Ivanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Forest Species, Selection and Biotechnologies, Volga State University of Technology. Research Interests – reforestation, application of organic wastes for reforestation. Author of 120 publications.