

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ГОНАМИ ПРИ РАБОТЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО АГРЕГАТА

На основе проведенных натурных наблюдений, моделирования наиболее характерных вырубок и произведенных расчетов выполнено обоснование выбора рационального межгонового расстояния при работе агрегата ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У.

Ключевые слова: лесохозяйственный агрегат, культуры, рациональное расстояние между гонами.

В последние годы большое внимание уделяется созданию машин и орудий, обеспечивающих механизированные технологии восстановления лесов на нераскорчеванных и нерасчищенных вырубках. Данные технические средства в агрегате с тракторной техникой высокой проходимости способны готовить посадочные места, сажать лесные культуры и производить уход за ними. Такой подход резко сокращает все виды затрат на создание лесов искусственным путем за счет отказа от корчевки и очистки вырубков и прокладки сплошных минерализованных полос, а также сокращения состава машинно-тракторного парка.

Главная задача выполнения лесовосстановительных работ заключается в качественном и количественном обеспечении норм агротехники при минимуме расходуемых ресурсов. Рост и развитие насаждений зависят от первоначальной густоты и равномерности размещения. Согласно «Правилам лесовосстановления» [1] и рекомендациям [2], на вырубках таежной зоны первоначальная густота культур, создаваемых посадкой семян, должна быть не менее 3 тысяч на 1 гектар. При посадке лесных культур саженцами допускается снижение количества высаживаемых растений до 2,5 тысяч штук на 1 гектар.

Соблюдение требований «Правил лесовосстановления» при гоновых способах выполнения работ возможно, когда общая протяженность гонов на 1 гектаре полностью обеспечивает посадку необходимого количества семян или саженцев. В первую очередь это касается обработки почвы под создание культур. Необходимо знать, какую общую протяженность гонов требуется выполнить на заданной площади вырубки. Здесь следует учитывать, что качество выполнения работ снижается, если повышается категория сложности вырубки. Это, в свою очередь, сказывается

на увеличении общей протяженности гонов.

Важную роль в выборе количества гонов при их минимальной общей протяженности играет расстояние между ними, которое для каждой конкретной вырубки должно иметь свое максимальное значение. В общем виде данную задачу можно сформулировать следующим образом:

$$C_{MG} \rightarrow \max \quad \text{при} \quad [N_{ПМ}]_H \leq N_{ПМ} \leq [N_{ПМ}]_B.$$

Максимальное значение межгонового расстояния C_{MG} должно гарантировать при работе агрегата количество посадочных мест $N_{ПМ}$ в соответствии нижнему $[N_{ПМ}]_H$ и верхнему $[N_{ПМ}]_B$ допустимым пределам, согласно требованиям «Правил лесовосстановления».

Для выявления рациональных межгоновых расстояний с целью наиболее эффективного выполнения поставленной задачи при работе комплексного агрегата ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У на характерных для Карелии нерасчищенных и нераскорчеванных вырубках были выполнены специальные экспериментальные наблюдения. Данный агрегат предназначен для одновременной полосной расчистки с помощью толкателя клиновидного ТК-1,2 [3] и создания посадочных мест лунками машиной Л-2У [4]. В качестве тягового средства использовался гусеничный трактор высокой проходимости ЛХТ-55А [5]. Образование лунок выполняется по подобию работы меча Колесова с созданием посадочного места, по форме и объему практически аналогичным мечу. Практика применения данного агрегата показывает положительные результаты. Резко снижается трудоемкость работ за счет освобождения большого количества рабочей силы, необходимой для выполнения лесокультурных работ в сжатые агротехнические сроки.

* - автор, с которым следует вести переписку.

Гусеничный лесохозяйственный трактор ЛХТ-55А класса тяги 30кН оборудован фронтальным и задним навесными устройствами и задним валом отбора мощности (ВОМ). Его ходовая часть имеет специальную компоновку, обладающую повышенной приспособляемостью к работе на вырубках. Рама трактора представляет собой мощную сварную конструкцию с минимальной податливостью к изгибам. Ее днище закрыто гладкой броней. Гусеничная цепь состоит из цельнолитых звеньев цевочного зацепления и соединительных пальцев. Для поддержания нормального натяжения цепи в передней части движителя установлены амортизационно-натяжные устройства. Их направляющие колеса и задние ведущие звездочки приподняты над поверхностью пути. Катки движителя имеют большой диаметр и соединены с рамой рычажно-балансирной подвеской.

Данная конструкция ходовой части способна без каких либо последствий защитить от ударов моторно-трансмиссионную установку трактора, пропускать в просвете под днищем пни, валуны, скальные выходы и т. п. высотой до 0,5 м. Подвеска и гусеничная цепь уменьшают вертикальные перемещения корпуса, а при движении по вырубке обеспечивают «обтекание» препятствий катками. Приподнятые направляющие колеса и ведущие звездочки дают возможность успешно преодолевать единичные препятствия.

Лункообразующая машина Л-2У предназначена для двухрядного строчного приготовления посадочных лунок под ручную посадку сеянцев и саженцев с открытой и закрытой корневой системой. При одном проходе агрегата создаются посадочные места с междурядьем 1,8 м и шагом в каждом ряду 0,9...1,2 м при работе трактора без ходоуменьшителя и 0,4...1,2 м – с ходоуменьшителем.

Натурные наблюдения проводились на вырубках Сегежского района. Вырубки имеют слегка всхолмленный рельеф, который на многих участках представлен сложной микро- и мезоизменчивостью поверхности (рвы глубиной 0,4...0,8 м и длиной до 5,0 м, ямы глубиной до 1,0 м и диаметром 0,8...2,5 м). Основной лесорастительных условий являются сосняки-брусничники. Давность рубки 1...3 года. Среднее количество пней на вырубках 200...1000 шт./га. По механическому составу лесокультурные площади имеют в основном

свежие супесчаные почвы со слабой степенью задернения и влажностью 15...25 %. Каменистость вырубок характеризуется наличием валунов 400 шт./га и камней диаметром менее 20 см – 950 шт./га.

Объем порубочных остатков с учетом валежа колеблется от 10,1 до 22,7 м³/га, что составляет 6,7...9,3 % от объема заготовленной древесины в стволах. Сосновый жизнеспособный подрост составляет 1100 шт./га. Его высота до 40 см. Оставлены обсеменительные куртины с 8...10 деревьями.

Было выбрано пять участков с различным количеством пней и различным объемом порубочных остатков площадью 1 га и длиной гона 100 м. Характеристика вырубок представлена в таблице 1, где $m(N_{\Pi})$ – математическое ожидание количества пней, $\sigma_{N_{\Pi}}$ – среднеквадратическое отклонение $m(N_{\Pi})$, $K_{vN_{\Pi}}$ – коэффициент вариации $m(N_{\Pi})$.

Фрагмент вырубки со схемой расположения гон и рядов посадочных мест (лунок), образуемых при работе комплексного агрегата ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У, представлен на рис. 1.

Из-за многообразия природно-производственных условий многие из них охватить натурными наблюдениями не представилось возможным. В связи с этим, на ряде вырубок работа агрегата была воспроизведена с помощью моделирования. Были созданы модели наиболее характерных вырубок со случайным размещением пней, порубочных остатков, валунов, камней, куртин подроста, куртин обсеменителей, канав, рвов и ям. Для этого использовались лесоустроительные материалы лесных площадей, рекомендации, изложенные в трудах [6, 7], результаты осмотров характерных площадей и результаты выполненных экспериментальных наблюдений. Построение моделей производилось с помощью генератора случайных чисел.

Моделирование выполнено с использованием рядов распределений случайных величин: диаметра и высоты пней, наибольшей ширины и высоты валунов, диаметра камней и площади их россыпи, диаметра поверхностного расположения корней и ориентации их направлений, объема и занимаемой площади отдельных куч порубочных остатков, площади куртин подроста.

Характеристика вырубок по количеству и объему порубочных остатков, на которых проводились натурные наблюдения

Уча- сток	Значение					
	Количество пней			Объем порубочных остатков		
	$m(N_{пн})$	$\sigma_{N_{пн}}$	$K_{vN_{пн}}$	$m(V_{по})$	$\sigma_{V_{по}}$	$K_{vV_{по}}$
	шт./га			м ³ /га		
1	203	11,0	5,4	10,08	1,83	18,2
2	398	23,1	5,8	16,62	3,74	22,5
3	596	43,8	6,3	17,19	3,37	19,6
4	807	60,5	7,5	22,66	4,03	17,8
5	1011	81,9	8,1	21,47	4,74	22,1

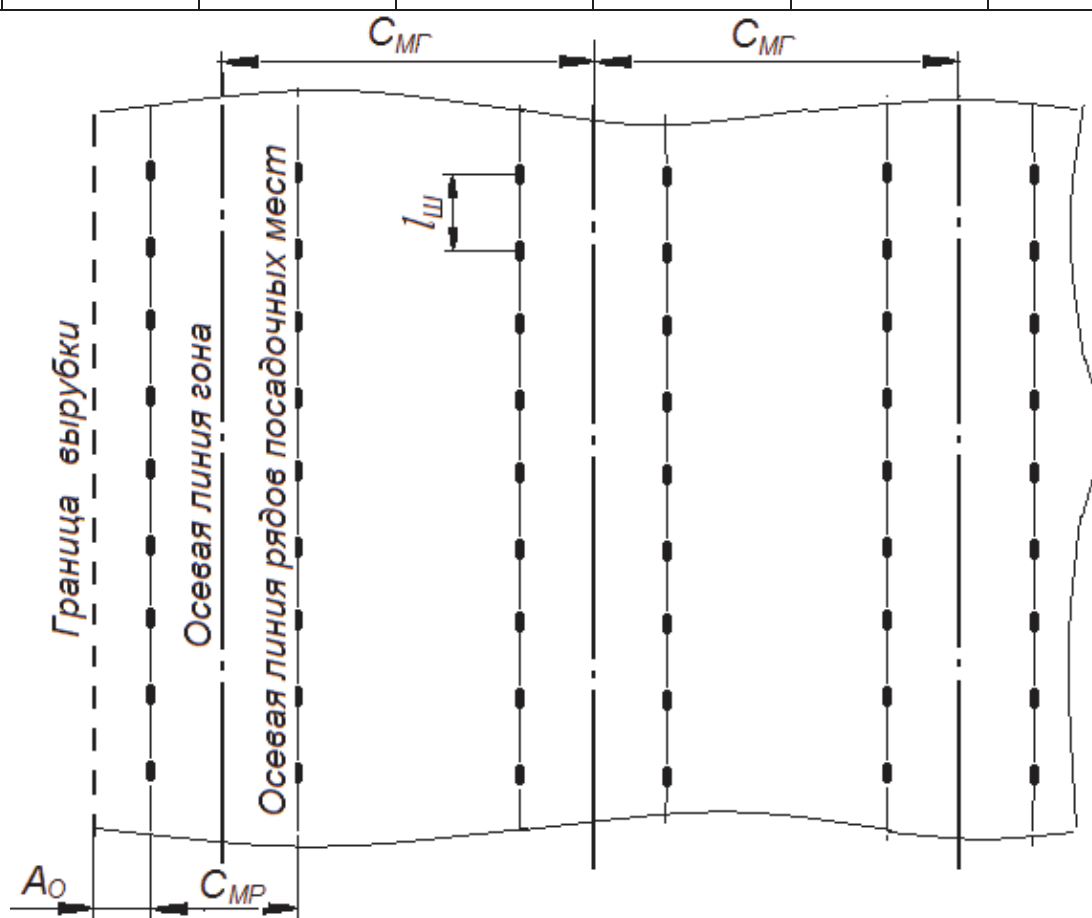


Рис. 1. Схема расположения гон и рядов посадочных мест. A_0 – расстояние 1-го ряда посадочных мест от кромки вырубки; $C_{МГ}$ – междугоновое расстояние; $C_{МР}$ – расстояние между рядами; $l_{ш}$ – шаг создания посадочных мест.

Выбрано пять групп вырубок с различным количеством пней и порубочных остатков, в каждую из которых вошли несколько участков, полученных на основании моделирования и натурных обследований. Обобщенная характеристика групп вырубок по количеству и объему порубочных остатков представлена в таблице 2.

Модели вырубок были выполнены отдельными фрагментами в масштабе 1:50. На каждой модели вырубок была нанесена лента траектории движения агрегата при выполнении технологического процесса на гоне. Нанесение ленты движения осуществлялось с помощью модели горизонтальной проекции агрегата. При этом, на основании обобщенного

опыта натурных экспериментов, отмечались последствия всех встреч агрегата с отдельными элементами смоделированных вырубок. Особое внимание было уделено результатам работы рабочих органов лункообразующей машины. В виде точечных пунктирных строк были нанесены все воздействия рабочих органов на поверхность вырубки с целью создания посадочных мест. Выделены также все переезды и объезды сложных препятствий.

Сопоставление результатов моделирования и экспериментальных наблюдений на данном этапе исследований производилось с помощью полезного качества выполнения работ. Для этого на одинаковой длине прохода агрегата по гону определялась его полезная часть $l_{\text{Пол}}$, на которой созданы лунки, пригодные под посадку. Расхождение составило не более 4...9 %, что является удовлетворительным результатом моделирования.

Для получения исходной информации оценки и анализа была проведена компьютерная обработка данных натурального эксперимента и моделирования с помощью пакета прикладных программ STATGRAPHICS. В результате обработки получены значения основных показателей качества работы агрегата ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У при выполнении технологического процесса, которые приведены в таблице 3.

Все участки для натурального эксперимента и моделирования имели близкую к квадрату площадь в 1 га. Проектом предусматривалось создание посадочных мест с минимальным количеством 2500, 3000, 3500, 4000 и 4500 штук на 1 гектар. При этом каждое количество посадочных мест создавалось с шагом 0,6,

0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,1, 1,2 метра. Натурный эксперимент работы агрегата был выполнен с шагом 0,9 м. Работа с остальными шагами создания посадочных мест была смоделирована.

Агрегат движется по вырубке по извилистому пути, часто отклоняясь от прямолинейного движения с целью преодоления единичных препятствий, обхода их и куртин подроста, а также совершения сдвигов в сторону порубочных остатков, мелких пней и небольших валунов. В результате общая длина прохода агрегата по гону $L_{\text{Пр}}$ заметно превышала длину гона $L_{\text{Г}}$. На участке 1 данное превышение составило 6,0 м, а на участке 5, имеющем почти в два раза более жесткие условия, оно увеличилось до 12,4 м.

Значения математических ожиданий длины гона $m(L_{\text{Г}})$, длины прохода агрегата $m(L_{\text{Пр}})$, ширины участка вырубки $m(B_{\text{В}})$ и шага создания посадочных мест $m(l_{\text{Ш}})$ имеют слабую изменчивость. Согласно коэффициенту вариации K_v , она не превышает 8,1 %. Заметную изменчивость имеют отступ первого и последнего ряда посадочных мест от боковой кромки участка $m(A_0)$ и полезная длина части прохода (качественно выполненная работа) $m(l_{\text{ПолПр}})$. Изменчивость показателя $m(A_0)$ составила $K_v = 10,1...14,9$ %. При переходе работы с вырубок с минимальным количеством пней и порубочных остатков (1-я группа участков) в максимально сложные условия (5-я группа участков) данная изменчивость возрастает почти в 1,5 раза. Аналогичная картина просматривается и с изменчивостью показателя $m(l_{\text{ПолПр}})$, которая увеличивается с 9,8 до 18,4 %, т. е. в 1,9 раза.

Таблица 2

Обобщенная характеристика групп вырубок по количеству и объему порубочных остатков

Группа вырубков	Значение	
	Количество пней, шт./га: $m(N_{\text{П}})$, шт./га / $\sigma_{N_{\text{П}}}$, шт./га / $K_{vN_{\text{П}}}$, %	Объем порубочных остатков, $\text{м}^3/\text{га}$: $m(V_{\text{ПО}})$, $\text{м}^3/\text{га}$ / $\sigma_{v_{\text{но}}}$, $\text{м}^3/\text{га}$ / $K_{vV_{\text{но}}}$, %
1	194...208 / 9,9...12,3 / 5,1...5,9	9,95...11,89/1,83...2,55/18,2...25,6
2	384...407 / 23,0...26,4 / 5,8...6,5	15,72...17,03/2,51...3,74/14,7...22,5
3	591...611 / 34,9...43,8 / 5,9...7,1	15,26...18,66/3,34...4,42/19,6...23,7
4	789...807 / 52,9...60,5 / 6,7...7,5	22,66...25,93/4,03...5,52/17,8...21,3
5	997...1018/76,8...102,8/7,7...10,1	18,84...23,53/4,74...6,19/22,1...29,8

Значения основных показателей качества работы агрегата ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У

Показатель	Значение (математическое ожидание случайной величины $m(X)$ / ее среднеквадратическое отклонение σ_X)				
	1-я группа участков	2-я группа участков	3-я группа участков	4-я группа участков	5-я группа участков
Общие значения агротехнических показателей					
$m(L_T)/\sigma_{L_T}$, м	97,9...99,6/5,97...6,08	100,1...102,9/6,51...6,7	100,3...103,7/7,02...7,26	98,3...101,4/7,37...7,61	100,8...104,1/7,96...8,22
K_L	0,062...0,074	0,067...0,08	0,072...0,096	0,074...0,086	0,082...0,098/
$m(L_{Пp})/\sigma_{Пp}$, м	103,8...106,7/6,12...6,29	107,2...111,1/6,97...7,22	106,1...109,3/7,64...7,87	105,8...109,1/8,57...8,61	110,2...113,4/9,92...10,2
$m(B_B)/\sigma_{B_B}$, м	99,4...103,1/5,76...5,96	99,8...103,3/6,29...6,51	100,7...103,2/6,29...6,51	98,1...102,0/7,06...7,24	95,7...98,6/7,27...7,49
$m(A_O)/\sigma_{A_O}$, м	1,6...2,4/0,16...0,24	1,7...2,5/0,18...0,26	1,6...2,6/0,19...0,31	1,5...2,6/0,20...0,34	1,7...2,4/0,25...0,37
$m(l_{Ш})/\sigma_{Ш}$, м	0,59...1,23/0,02...0,05	0,58...1,20/0,02...0,05	0,60...1,22/0,03...0,06	0,58...1,23/0,03...0,06	0,57...1,25/0,03...0,08
K_{A_2}	0,904...0,916	0,867...0,885	0,833...0,857	0,777...0,797	0,734...0,770
$m(l_{ПолПp})$, м	94,9...96,2/9,3...9,43	94,9...96,9/9,87...10,08	89,7...95,3/11,66...12,39	83,7...88,1/12,64...14,18	82,1...86,2/15,11...15,86
Отдельные значения агротехнических показателей:					
минимальное проектное количество посадочных мест $N_{ПМ}$, = 2500 шт./га					
$n_{Гонь}$, шт./га	8,0...16,0	8,0...16,0	9,0...16,0	9,0...18,0	9,0...18,0
$N_{ПМД}$, шт./га	2484...2618/226...238	2484...2610/283...297	2496...2682/337...362	2440...2640/379...404	2466...2678/434...469
$C_{МГ}$, м	13,94...6,30/1,10...0,50	13,50...6,30/1,17...0,55	11,73...6,26/1,14...0,61	11,96...5,66/1,28...0,61	11,68...5,49/1,37...0,64
минимальное проектное количество посадочных мест $N_{ПМ}$, = 3000 шт./га					
$n_{Гонь}$, шт./га	10,0...19,0	10,0...19,0	10,0...20,0	11,0...21,0	11,0...22,0
$N_{ПМД}$, шт./га	3002...3160/306...322	3002...3168/369...390	2980...3144/438...462	2992...3162/488...515	3014...3120/573...593
$C_{МГ}$, м	10,84...5,42/0,87...0,44	10,50...5,25/0,94...0,48	10,41...4,94/1,03...0,49	9,57...4,82/1,06...0,54	9,74...4,45/1,19...0,54
минимальное проектное количество посадочных мест $N_{ПМ}$, = 3500 шт./га					
$n_{Гонь}$, шт./га	11,0...23,0	11,0...23,0	12,0...23,0	13,0...25,0	13,0...25,0
$N_{ПМД}$, шт./га	3476...3634/389...407	3476...3654/462...486	3492...3680/548...578	3520...3614/609...625	3496...3640/696...724
$C_{МГ}$, м	13,94...6,30/1,25...0,56	13,50...6,30/1,42...0,66	10,41...4,25/1,15...0,47	7,92...4,01/0,97...0,49	7,78...3,89/1,02...0,51
минимальное проектное количество посадочных мест $N_{ПМ}$, = 4000 шт./га					
$n_{Гонь}$, шт./га	13,0...26,0	13,0...26,0	14,0...26,0	15,0...28,0	15,0...29,0
$N_{ПМД}$, шт./га	4046...4160/494...507	4012...4160/574...595	4056...4192/677...700	4004...4170/733...763	4004...4118/841...865
$C_{МГ}$, м	9,76...3,90/1,00...0,40	7,87...3,78/0,90...0,43	7,21...3,76/0,89...0,46	6,84...3,57/0,88...0,46	6,67...3,34/0,94...0,48
минимальное проектное количество посадочных мест $N_{ПМ}$, = 4500 шт./га					
$n_{Гонь}$, шт./га	15,0...29,0	15,0...29,0	15,0...29,0	16,0...32,0	17,0...32,0
$N_{ПМД}$, шт./га	4522...4740/597...626	4524...4740/692...725	4524...4656/801...824	4448...4650/858...897	4524...4658/995...1025
$C_{МГ}$, м	6,97...3,49/0,81...0,41	6,75...3,38/0,84...0,42	6,25...3,35/0,83...0,44	6,38...3,12/0,92...0,45	5,84...3,01/0,89...0,46

Количество гонов $n_{\text{гон}}$ зависит от количества и шага создаваемых посадочных мест. Оно возрастает с 8,0...16,0 и 9,0...18,0 при минимальном количестве посадочных мест $N_{\text{ПМ}} = 2500$ шт./га до 15,0...29,0 и 17,0...32,0 при $N_{\text{ПМ}} = 4500$ шт./га. При этом с увеличением шага посадочных мест с 0,6 до 1,22 м количество гонов вырастает почти в два раза. Все это наглядно представлено в таблице 3. При выборе рационального количества гонов во всех случаях происходит занижение на 1,0...3,0 % или завышение на 2,0...7,0 % количества посадочных мест относительно их минимальных проектных значений, что мало сказывается на результате работы.

Для обеспечения рационального количества гонов при заданном количестве создаваемых посадочных мест и заданном шаге их расположения в наиболее распространенных природно-производственных условиях искусственного восстановления леса были определены для рассматриваемых параметров участков характерные межгоновые расстояния. Диапазоны изменения значений их математического ожидания и среднеквадратического отклонения представлены в таблице 3. Значения отклонений $\sigma_{C_{\text{ме}}}$ указывают на значительную изменчивость данного показателя, которая, судя по коэффициенту вариации, изменяется от 9,3 до 22,6 %. При этом изменчивость показателя $C_{\text{МГ}}$ увеличивается с ростом создания количества посадочных мест и повышением сложности вырубки.

В таблице 4 представлены значения $C_{\text{МГ}}$ для практического использования. Подчерк-

нутые их значения применимы только в случае очистки вырубок от валежа и порубочных остатков. Данные значения межгонового расстояния незначительно подвержены влиянию изменения длины гона.

Учитывая, что наибольшее влияние на расстояние $C_{\text{МГ}}$ при работе агрегата ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У на нераскорчеванных и нерасчищенных вырубках оказывают количество посадочных мест $N_{\text{ПМ}}$, шаг посадки $l_{\text{ш}}$ и коэффициент агротехнической приспособляемости агрегата $K_{\text{Аг}}$, для прогнозирования межгонового расстояния в различных природно-производственных условиях был применен метод регрессионного анализа.

Предварительный выбор уравнений регрессий показал, что наиболее удобным для принятия решений и адекватно отражающим явления в данном случае является линейное уравнение:

$$Y = a + bX, \quad (1)$$

где Y и X – зависимая и независимая переменные, a и b – коэффициенты уравнения.

С помощью данного вида уравнения были описаны зависимости $C_{\text{МГ}} = f(N_{\text{ПМ}})$, $C_{\text{МГ}} = f(l_{\text{ш}})$ и $C_{\text{МГ}} = f(K_{\text{Аг}})$, полученные при минимальном создании посадочных 3000 шт./га с шагом 0,92 м. Для этого был применен пакет программ STATGRAPHICS. Коэффициенты уравнений регрессий зависимостей

Таблица 4

Значения межгонового расстояния $C_{\text{МГ}}$ для практического пользования

Шаг посадки $l_{\text{ш}}, \text{ м}$	Значение межгонового расстояния $C_{\text{МГ}}$ в метрах при следующем минимальном создании посадочных мест на 1-м гектаре:				
	2500	3000	3500	4000	4500
Количество пней $N_{\text{П}} = 200$ шт./га					
0,6	13,94	10,84	9,76	8,13	6,97
0,7	12,20	9,76	8,13	6,97	6,10
0,8	9,76	7,51	6,97	6,10	5,42
0,9	8,87	6,97	6,10	5,14	4,65
1,0	8,13	6,51	5,74	4,88	<u>4,44</u>
1,1	6,97	5,74	4,88	<u>4,24</u>	<u>3,75</u>
1,2	6,10	5,42	<u>4,24</u>	<u>3,90</u>	-

Продолжение таблицы 4

Количество пней $N_{II} = 400$ шт./га					
0,6	13,50	10,50	9,45	7,87	6,75
0,7	11,81	9,45	7,87	6,30	5,91
0,8	9,45	7,88	6,75	5,91	4,97
0,9	8,59	6,75	5,91	4,97	4,50
1,0	7,88	6,30	5,56	4,73	<u>4,30</u>
1,1	6,75	5,56	4,73	<u>4,30</u>	<u>3,78</u>
1,2	6,30	5,25	<u>4,30</u>	<u>3,78</u>	-
Количество пней $N_{II} = 600$ шт./га					
0,6	11,73	10,41	9,95	7,21	6,25
0,7	10,41	8,52	7,21	6,25	5,86
0,8	9,39	7,83	6,26	5,52	4,94
0,9	7,83	6,69	5,93	4,94	4,47
1,0	7,81	6,25	5,54	4,70	<u>4,08</u>
1,1	6,71	5,52	4,70	<u>4,08</u>	-
1,2	6,26	4,94	<u>4,25</u>	<u>3,76</u>	-
Количество пней $N_{II} = 800$ шт./га					
0,6	11,96	9,57	7,92	7,84	6,38
0,7	10,63	7,98	6,84	5,98	5,32
0,8	8,75	6,87	5,66	5,06	4,59
0,9	7,41	6,02	5,35	4,59	<u>4,01</u>
1,0	6,88	5,94	5,07	<u>4,38</u>	<u>3,85</u>
1,1	6,02	5,06	<u>4,38</u>	<u>3,85</u>	-
1,2	5,66	4,82	<u>4,01</u>	-	-
Количество пней $N_{II} = 1000$ шт./га					
0,6	11,68	9,74	7,78	6,67	5,84
0,7	9,34	7,78	6,67	5,84	5,19
0,8	7,78	6,67	5,84	4,92	4,45
0,9	7,18	5,83	4,92	4,45	<u>3,89</u>
1,0	6,67	5,49	4,67	<u>4,25</u>	<u>3,85</u>
1,1	5,83	4,92	<u>4,25</u>	-	-
1,2	5,49	<u>4,45</u>	<u>3,89</u>	-	-

Таблица 5

Значения коэффициентов уравнений регрессий, отражающих зависимость межгонового расстояния от количества и шага посадочных мест, коэффициента агротехнической приспособляемости при работе агрегата ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У на вырубках с различным количеством пней

Количество пней $m(N_{II})$, шт./га	Значения коэффициентов уравнений регрессий					
	$C_{MG} = f(N_{II})$ $l_u = 0,92$ м		$C_{MG} = f(l_u)$ $N_{II}=3000$ шт./га		$C_{MG} = f(K_{Ag})$ $l_u = 0,92$ м, $N_{II}=3000$ шт./га	
	a	b	a	b	a	b
203	13,535	-0,0021	15,507	-8,815	418,661	-451,79
398	13,116	-0,002	15,279	-8,73	234,962	-259,69
596	11,897	-0,0017	15,49	-9,047	188,162	-214,19
807	11,237	-0,0016	13,223	-7,302	149,594	-180,816
1011	10,826	-0,0015	13,561	-7,907	110,682	-138,71

представлены в таблице 5. Полученные уравнения характеризуются следующими диапазонами значений статистических показателей:

– значения коэффициентов детерминации $RI = 0,963...0,993$ говорят о том, что варьи-

вание показателя C_{MG} во всех зависимостях на 96...99 % описывается регрессионной линией;

– уровни значимости t -критерия для обоих коэффициентов всех уравнений менее 0,05, т. е. коэффициенты достоверны на 5 % уровне значимости;

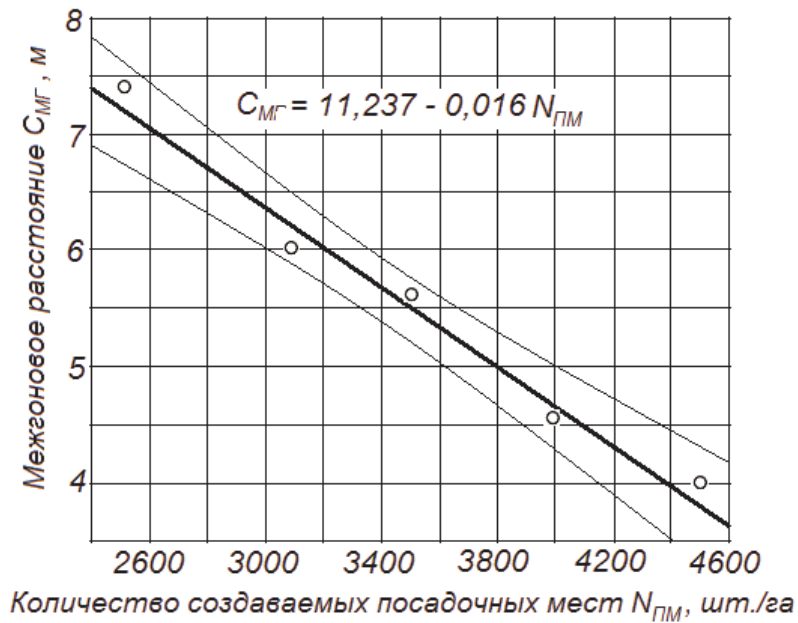


Рис. 2. Изменение межгонового расстояния в зависимости от количества создаваемых посадочных мест.

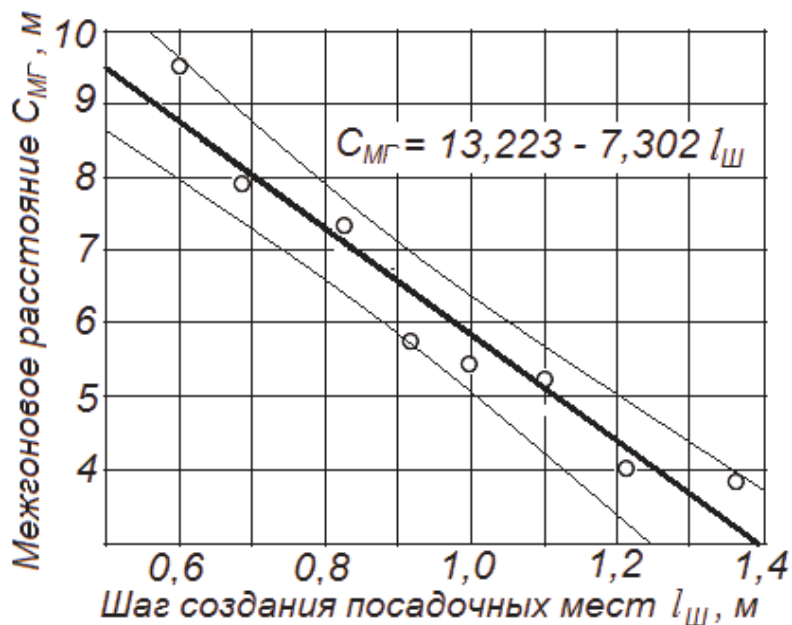


Рис. 3. Изменение межгонового расстояния в зависимости от шага создания посадочных мест.

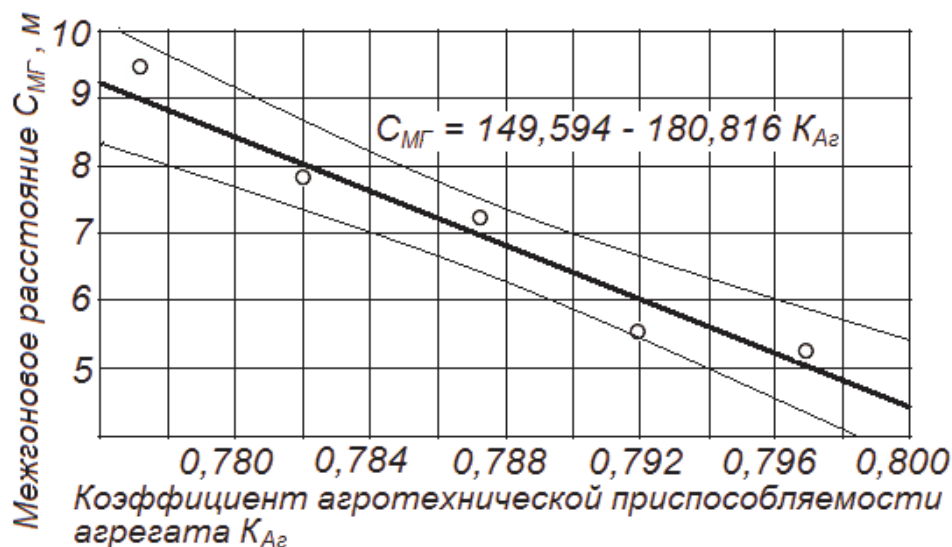


Рис. 4. Изменение межгонового расстояния в зависимости от коэффициента агротехнической приспособляемости агрегата.

– уровни значимости F -критерия, оценивающего достоверность регрессионных уравнений в целом, во всех случаях меньше 0,05, что подтверждает высокую степень достоверности полученных уравнений;

– значения коэффициентов корреляции r между переменными уравнений составляют 0,93...0,98, что указывает на их высокую взаимную связь;

– вероятность нахождения «истинной» линии регрессии в доверительном интервале у всех уравнений составляет 95 %.

На рисунках 2, 3 и 4 данные зависимости, полученные при работе агрегата на вырубке с количеством пней 800 шт./га при шаге расположения посадочных мест 0,92 м, представлены графически.

Подводя итог, следует отметить, что технологический процесс создания посадочных мест под сеянцы и саженцы агрегатом ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У выполняется с широким диапазоном значений межгонового расстояния. Большое влияние на данный показатель оказывают сложность вырубki по количеству пней и объему порубочных остатков, количество и шаг посадочных мест, качество выполняемой работы. Предлагаемые значения межгонового расстояния для практического поль-

зования могут быть применены при создании технологических процессов с использованием комплексного агрегата ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У.

Литература

1. Правила лесовосстановления: Утв. приказом МПР России от 16.07.2007 г. № 183. М.: Экология, 2007. 45 с
2. Калиниченко Н.П., Писаренко А. И., Смирнов Н.А. Лесовосстановление на вырубках. М.: Экология, 1991. 384 с.
3. Толкатель клиновидный ТК-1,2: паспорт и инструкция по эксплуатации. Петрозаводск: Петрозаводск РМЗ, 1985. 7 с.
4. Инструкция по комплексной технологии лесовосстановления (посадка леса, посев, содействие естественному возобновлению) с использованием лункообразователя Л-2У. Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. 22 с.
6. Анучин Н.П. Лесная таксация. М., Л.: Лесн. пром-сть, 1971. 531 с.
7. Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г. Справочник таксатора: таблицы для таксации леса. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 460 с.