

В. И. ВИШНЯКОВ, З. А. ГРОМОВА

**Методика расчета числа корней лиственницы
в почвенном профиле**

*Всесоюзный научно-исследовательский институт
механизации лесного хозяйства*

При решении ряда задач земледельческой механики и, в частности, при определении эффективности использования

пахотных агрегатов на нераскорчеванных лиственничных вырубках необходимо знать количество корней на единице длины сечения обрабатываемого слоя почвы.

Аппарат статистического моделирования позволяет моделировать вырубки с целью определения параметров корней в почвенном профиле [1, 2].

Распределение корней в сечении почвенного профиля на различных вырубках подчиняется закону Пуассона, параметры которого зависят от многих факторов: породы и количества пней (штук на 1 га), а также распределения их по ступеням толщины [3, 4].

Для определения числа корней на единице длины почвенного профиля на вырубке с заданными таксационными показателями использован метод наложения (в корневой зоне пня) случайной прямой L_i , называемой секущей (рис. 1).

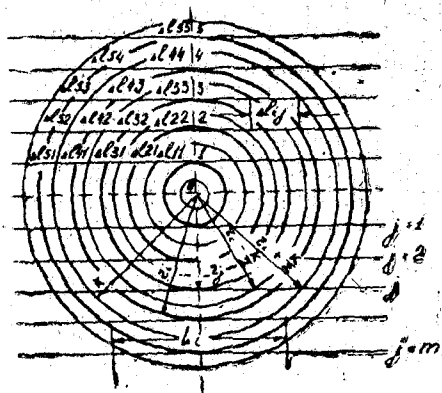


Рис. 1. Схема к методике определения количества корней в сечении почвенного профиля

Если секущая j проходит в интервале зоны, ограниченной окружностями с радиусами $r_i + k/2$ и $r_i - k/2$, то распределение числа корней на отрезке секущей Δl_{ij} можно считать таким же, что и на единице длины окружности, проходящей через середину соответствующей зоны. Поэтому задача по расчету количества корней на различном расстоянии от центра пня сводится к определению геометрической вероятности:

$$P_i = \frac{\Sigma \Delta l_{ij}}{2\pi r_i} \quad (1)$$

где $\Sigma \Delta l_{ij}$ — сумма отрезков в зоне, ограниченной двумя окружностями с радиусами $r_i + k/2$ и $r_i - k/2$;

r_i — радиус окружности;

$i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m;$

k — интервал, равный разности радиусов смежных окружностей.

Для нашего частного случая $i = 1, \dots, 5; j = 1, \dots, 5$. Длину отрезков Δ_{ij} , находящихся в произвольной зоне от центра O пня ($i = \text{const}$), определяли по формуле

$$\Delta_{ij} = \sqrt{\left(r_i + \frac{k}{2}\right)^2 - r_j^2} - \sqrt{\left(r_i - \frac{k}{2}\right)^2 - r_j^2} \quad (2)$$

Численные значения отрезков Δ_{ij} , рассчитанные по формуле (2) для $k = 1$ в одной четверти зоны распределения корней, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Численные значения отрезков Δ_{ij}

i	5	4	3	2	1	5	4	3	2
j	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Численные значения Δ_{ij} , м	1,021	1,034	1,063	1,173	1,118	1,093	1,159	1,372	1,500
i		5	4	3	5	4	5		
j		3	3	3	4	4	5		
Численные значения Δ_{ij} , м		1,255	1,551	1,803	1,713	2,062	2,291		

Суммарную длину отрезков по всей зоне распределения корней находили из выражения

$$\Delta l_i = 4 \sum_j \Delta_{ij}, \quad (3)$$

где Δ_{ij} — элементы матрицы:

$$\Delta l_i = 4 \left[\begin{pmatrix} \Delta_{11} \\ \Delta_{21} \\ \Delta_{31} \\ \Delta_{41} \\ \Delta_{51} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ \Delta_{122} \\ \Delta_{132} \\ \Delta_{142} \\ \Delta_{152} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \Delta_{133} \\ \Delta_{143} \\ \Delta_{153} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \Delta_{144} \\ \Delta_{154} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \Delta_{155} \end{pmatrix} \right]$$

Первый индекс элемента матрицы — величина радиуса окружности, проходящей через центр секущей Δ_{ij} ; второй индекс — расстояние от центра пня до этой секущей.

Численные значения величин Δ_{ij} , рассчитанные по формуле (3), приведены в табл. 2.

Суммарная длина отрезков Δl_{ij} секущей
в зоне распределения корней по всей окружности

i	1	2	3	4	5
Исчисленные начения Δl_{ij} , м	4,472	10,692	16,952	23,264	29,492

Геометрические вероятности, рассчитанные по формуле (3) с учетом данных табл. 2, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Отношение суммарной длины секущих
к длине соответствующей окружности

P_i	1	2	3	4	5
Вычисленные начения P_i	0,71	0,84	0,90	0,92	0,94

Количество корней на суммарной длине отрезков секущих α и β , заключенных в кольцах $r_i + k/2$ и $r_i - k/2$, определяются по формуле

$$N_{сек.i} = N_{окр.i} P_i, \quad (5)$$

где $N_{сек.i}$ — количество корней на длине секущей;
 $N_{окр.i}$ — количество корней на длине окружности;
 P_i — геометрическая вероятность.

Для определения количества корней на единице длины секущей, проходящей через вырубку, необходимо знать распределение расстояний между пнями и секущей. Результаты исследований показали, что распределение расстояний от пней различных ступеней толщины до секущей произвольного направления подчиняется закону Гаусса (табл. 4).

Так как количество пней на каждой полосе достаточно большой длины можно считать одинаковым, то расстояния от центра пней определенной ступени толщины до секущей распределяются с вероятностью равной в каждом интервале расстояний от 1 до 5 м. Поскольку число пней одной ступени толщины на различном расстоянии от секущей равнове-

Распределение расстояний от центра пней до секущей

Ступени толщины пней, см	Расстояния от центра пней до секущей, м				
	1	2	3	4	5
	Частота				
12	5	4	3	4	3
16	7	5	7	6	7
20	14	13	12	13	11
24	16	18	16	18	17
28	22	21	22	20	20
32	24	25	24	23	22
36	20	20	19	18	18
40	18	16	17	16	17
44	8	7	7	6	8
48	4	3	5	4	4

роятно, то выбор участка для определения количества корней на единице длины вырубki производится произвольным образом.

Экспериментальными исследованиями установлено, что распределение корней на различном расстоянии от центра пней качественно одинаково для всех ступеней их толщин и подчиняется усеченному нормальному распределению [3].

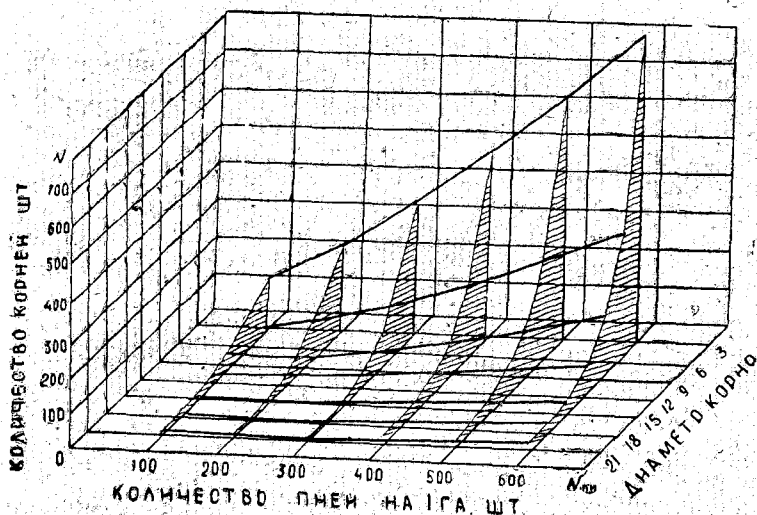
Обобщенные результаты распределения количества корней, с учетом их диаметра, на 1 пог. км сечения почвенного профиля приведены в табл. 5. Анализ таблицы показал, что в общем виде зависимость между количеством корней заданного диаметра и числом пней (штук на 1 га) выражается корреляционным уравнением

$$y = a_1 + \frac{b_1}{x} + \frac{c_1}{x^2} \quad (6)$$

Корреляционное отношение для изучаемых пород корней варьировало в пределах 0,74 ÷ 0,96.

График зависимости числа корней лиственницы от количества пней на 1 га, построенный по уравнению (6), приведен на рис. 2. Теоретические расчеты подтверждены экспериментальными данными. Расхождение их не превышает 5-10%.

Полученные результаты найдут применение при обосновании параметров корневых ссылающих машин, расчете демфирующих и предохранительных устройств почвообрабатывающих орудий, а также при решении других задач.



Р и с. 2. Зависимость числа листовничных корней на 1 пог. км сечения почвенного профиля от количества пней на 1 га

Таблица 5

Распределение корней на единице длины сечения почвенного профиля

Порода, пней	Количество пней на 1 га, шт.	Диаметр корней, см							Итого
		3	6	9	12	15	18	21	
		Количество корней, шт. на 1 пог. км							
Л		137	55	27	11	6	3	2	241
С	100	81	42	41	14	6	—	—	184
Е		125	70	28	8	3	1	—	235
Л	200	263	110	53	22	12	5	3	408
С		162	83	82	29	12	—	—	368
Е		252	141	55	17	6	2	—	473
Л	300	396	165	71	33	18	9	6	698
С		244	127	124	42	19	—	—	556
Е		375	211	84	25	10	10	—	708
Л	400	547	220	106	45	24	11	6	959
С		325	170	165	57	25	—	—	742
Е		502	284	114	34	13	2	1	878
Л	500	685	275	135	55	30	15	10	1265
С		407	212	206	71	32	1	—	929
Е		627	352	141	41	16	4	2	1183
Л	600	820	330	159	67	37	16	9	1438
С		481	254	250	85	38	1	—	1119
Е		751	420	166	47	19	10	3	1416

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков С. М., Михайлов Г. А. Курс статистического моделирования. М., «Наука», 1976.
2. Кендалл М., Моран П. Геометрические вероятности. М., «Наука», 1973.
3. Вишняков В. И. Распределение корней древесных пород на вырубках. — В кн.: Лесная таксация и лесоустройство. Межвуз. сб. науч. тр., вып. 4. Красноярск, СТИ, 1975.
4. Вишняков В. И. Распределение корней в обрабатываемом почвенном профиле. — В кн.: Лесная таксация и лесоустройство. Межвуз. сб. науч. тр., вып. 5. Красноярск, СТИ, 1976.