

УДК 630

Э. Ф. Герц, В. А. Азаренок, А. В. Мехренцев
(Уральский государственный лесотехнический университет)

РАСЧЕТ ШИРИНЫ ПАСЕКИ ПРИ НЕСПЛОШНЫХ РУБКАХ МАНИПУЛЯТОРНЫМИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

Рассмотрена методика расчета ширины пасеки разрабатываемой манипуляторной лесозаготовительной машиной (ЛЗМ) с учетом досягаемости и доступности деревьев при сплошных рубках.

Параметры технологического процесса заготовки лесоматериалов полноповоротными лесозаготовительными машинами и прежде всего ширина пасеки оказывают значительное влияние на его эффективность и на сохранность таких элементов леса, как подрост, подлесок, напочвенный покров и др. При увеличении ширины пасеки создаются условия для более рационального использования лесной площади за счет снижения доли волоков. При работе ЛЗМ на стоянке происходит перекрытие рабочих зон, расположенных последовательно на пасеке, а также и на смежных пасеках. Величина перекрытия последовательно расположенных рабочих зон на пасеке определяется расстоянием переезда между стоянками L , а для рабочих зон, расположенных на смежных пасеках, – их шириной B , которые, в свою очередь, зависят от максимального вылета манипулятора и взаимного расположения стоянок на смежных пасеках. Наиболее благоприятное сочетание стоянок на смежных пасеках с шахматным их расположением. Ширина пасеки при этом составляет:

$$B \leq R + \sqrt{R^2 - \frac{L^2}{4}}. \quad (1)$$

Вместе с тем возможность переезда лесозаготовительной машины в насаждении при отсутствии разрубленного волокна определяется ее параметрами и особенностями насаждения, и в общем случае расстояние переезда составляет:

$$L = R + r + l_d, \quad (2)$$

где r – минимальный вылет манипулятора, м; l_d – дополнительное расстояние переезда за счет пустот (промежутков) между деревьями.

Размеры промежутков между деревьями определяются не только густотой насаждения, но и типом размещения деревьев. Обычно выделяют три таких типа: групповое, случайное и регулярное (Кавалюнене, 1985). Возможность дополнительного увеличения расстояния переезда за счет использования этих пустот определяется шириной ЛЗМ и густотой насаж-

дения. Вероятность дополнительного переезда ЛЗМ при случайном типе размещения деревьев, наиболее характерном для спелых насаждений естественного происхождения, составит:

$$P(l_d) = e^{-lb/S_d}, \quad (3)$$

где e - основание натурального логарифма; b - ширина ЛЗМ, м; S_d - густота насаждения, м²/дер.

При реализации всех видов несплошных рубок с равномерным изреживанием древостоя манипуляторными ЛЗМ при расчете ширины пасаки необходимо учитывать доступность деревьев, отведенных в рубку. Под "доступностью" здесь понимается возможность беспрепятственной доставки захватно-срезающего устройства (ЗСУ) к дереву, подлежащему валке. Принято рассматривать однократную (с одной стоянки) и многократную (с нескольких стоянок) доступность дерева. Понятию кратности соотносится при этом не только с деревом, но и с определенными областями на пасеке, для каждой из которых кратность обработки деревьев есть величина постоянная. Очевидно, что кратность обработки отдельных областей изменяется от единицы до максимального значения в случае, если вся площадь пасаки достижима для ЗСУ. Последнее выполняется при условии расчета ширины пасаки с учетом расстояния переезда ЛЗМ между стоянками. Области пасаки с максимальными значениями кратности обработки примыкают непосредственно к волоку. На рис. 1 максимальная кратность обработки на пасеке составляет пять, т.е. дерево может быть заготовлено с одной из пяти стоянок.

Доступность P^n деревьев с различных стоянок (номер стоянки по рис. 1) определяется по формуле

$$P^n = e^{-(b_k + d_{cp})\sqrt{(x_n - x)^2 + y^2}} / C / S_d, \quad (4)$$

где b_k - ширина просвета необходимого для доставки ЗСУ к дереву, м; x_n - абсцисса стоянки с номером n , м; C - коэффициент, учитывающий увеличение доступности за счет волока, $C = 1 - b_b / 2y$.

Определение многократной доступности как вероятности появления совместных независимых событий (Сотонин, 1987) неточно, поскольку при этом не учитывается перекрытие коридоров, необходимых для доставки ЗСУ к дереву с различных стоянок, а значит, рассчитанная таким образом доступность дерева будет завышенной.

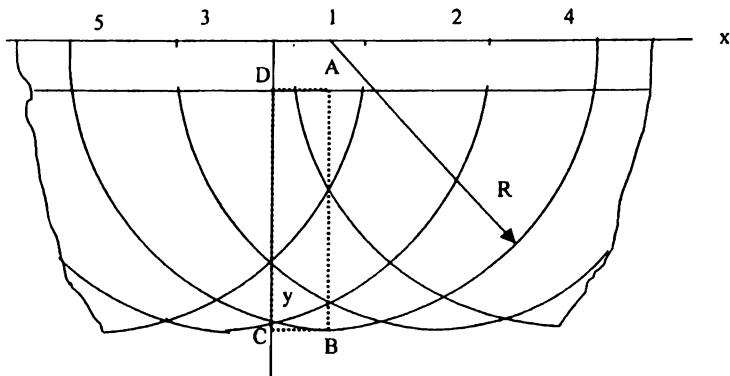


Рис. 1. Расчетная схема для определения доступности при максимальной кратности обработки, равной пяти

Величина перекрытия коридоров, необходимых для доставки ЗСУ к дереву со стоянок, составит:

$$S_j = b_k^2 / 4tg(\varphi / 2), \quad (5)$$

где φ - угол между направлениями на стоянки ЛЗМ, с которых дерево досягаемо, j - кратность перекрытия.

С учетом того, что общая площадь коридора, необходимого для беспрепятственной доставки ЗСУ к дереву, включает в себя участки различной кратности перекрытия, многократная доступность дерева, рассчитанная как условное событие, составит:

$$P(n) = P(S_n) \left[1 - \prod_{j=1}^n \left(1 - \prod_{i=1}^{j-1} P(S_i) \right) \right]. \quad (6)$$

Расчетная площадка ABCD, выделенная на рис. 1, является повторяющейся для пасаки, и рассчитанная для нее вероятность может быть распространена на площадь всей пасаки. На рис. 2 представлена поверхность распределения доступности деревьев на площадке ABCD при густоте древостоя 10 м²/дер.

Наряду с доступностью отдельного дерева используется понятие средней доступности деревьев на пасаке. Допускается оставлять невырубленными до 10 % от намеченных к удалению из древостоя деревьев. Следовательно, минимально допустимый уровень средней доступности на пасаке не может быть ниже 0,9 без учета оставления невырубленными деревьев, отведенных в рубку по другим причинам.

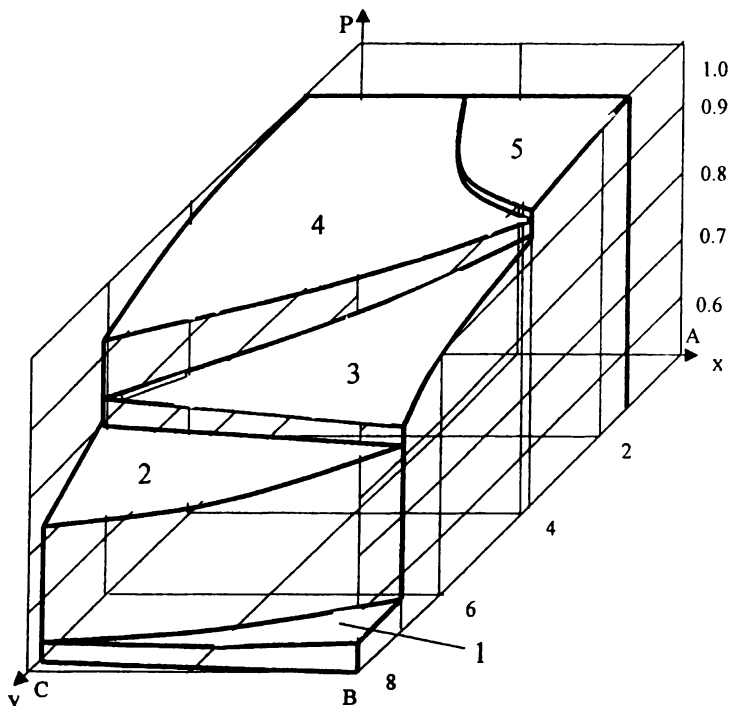


Рис. 2. Доступность деревьев для ЗСУ ЛЗМ манипуляторного типа на характерном участке пасаки: 1, 2, 3, 4, 5 - кратность обработки участка

Средняя доступность на площадке ABCD и на пасаке в целом может быть определена с использованием теоремы о среднем (Выгодский, 1961): двойной интеграл равен произведению среднего значения подынтегральной функции на площадь области интегрирования. Подынтегральной функцией в данном случае является функция доступности:

$$P(k) = \frac{I_1 + I_2 + \dots + I_k}{(V - D/2)a/2} = \frac{\sum_{m=1}^k I_m}{a(2V - D)}, \quad (7)$$

где V - ширина пасаки, м; D - ширина волока, м; I_m - двойной интеграл функции вероятности в области интегрирования, соответствующий кратности обработки k :

$$I_m = \int_{x_1}^{x_2} dx \int_{y_1}^{y_2} P_n(x, y) dy . \quad (8)$$

Пределы интегрирования x_1, x_2, y_1, y_2 определяются по расчетной схеме (см. рис. 1).

Максимальная кратность обработки пасеки рассчитывается по формуле

$$k = \sqrt{4R^2 - D^2} / a . \quad (9)$$

Средняя доступность для площадки ABCD, рассчитанная по предложенной методике, составляет для приведенного примера 0,87, что даже без учета влияния других факторов не удовлетворяет действующим лесоводственным требованиям. Достаточный уровень средней доступности может быть достигнут ограничением ширины пасеки по условию доступности деревьев, отведенных в рубку, значит, по возможности их вырубки или неоставления на пасеке. Так, уменьшение ширины пасеки в примере на 0,5 м (до 7,5 м) ведет к увеличению средней доступности до 0,90.

Таким образом, при несплошных рубках ширина пасеки, разрабатываемая манипуляторными ЛЗМ, должна определяться не только из расчета досягаемости деревьев, но и с учетом их доступности.

ЛИТЕРАТУРА

Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике. Изд. 5-е. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1961. 784 с.

Кавалюнене Д. К. Типы размещения деревьев в свете закономерностей роста древостоя // Закономерности роста и производительности древостоев: Тез. докл. науч. конф., 16-17 апреля. Каунас, 1985. С. 40-42.

Сотонин С. Н. Обоснование технологии рубок ухода валочно-пакетирующими машинами: Дис. ... канд. техн. наук. Л., 1987.