

УДК 630\*3:630\*

***А.В. Родионов***

Родионов Андрей Викторович родился в 1974 г., окончил в 1997 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры механизации сельскохозяйственного производства ПетрГУ. Имеет 39 печатных работ в области технологии и экономики неистощительного лесопользования в условиях переходной экономики.



## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕИСТОЩИТЕЛЬНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Представлена технология комплексного освоения лесных площадей (КОЛП) как основа для практической реализации неистощительного лесопользования. Приведены результаты теоретических исследований по оптимизации параметров технологии КОЛП.

*Ключевые слова:* технология, лесозаготовки, лесовосстановление.

Принцип неистощительного лесопользования предполагает, что эксплуатация лесных ресурсов не должна подрывать их способности к самовоспроизводству [1], т.е. лесопользование следует рассматривать как совокупность технологических процессов заготовки, восстановления, охраны и защиты лесных ресурсов.

Известно [7], что в технологических процессах на лесной площади задействованы различные виды предметов труда, на порядки отличающиеся друг от друга по энергетическому уровню: деревья при проведении рубок леса, саженцы при посадке леса и т. д. При этом взаимная увязка работ осложнена и тем, что они смещены во времени из-за протекания биологических процессов.

Разрешение этих противоречий возможно в рамках объектной концепции лесной технологии [7]. В качестве объекта эта концепция рассматривает лесную площадь как земельный участок (аналог сырья), качество которого изменяется в результате технологических операций. Основная продукция – та же лесная площадь, но со спелыми насаждениями хозяйственно ценных пород, наличие которых говорит о завершении очередного технологического цикла.

Дополнительную продукцию образуют древесина от рубок главного пользования и рубок ухода, пневый осмол и другие продукты, заготавливаемые в период оборота рубки леса. Стоимость дополнительной продукции достаточно велика, чтобы компенсировать затраты на ее заготовку и достижение главной цели технологии. Однако стоимость основной продукции оказывается более высокой, если учесть стоимость земельного участка как

недвижимого имущества [7, 8].

Преобразование различных работ, выполняемых на одной площади, в единый процесс комплексного освоения лесной площади (КОЛП) осуществляется на основе постоянно действующих технологических коридоров (ПДТК), которые впервые предложил И.К. Иевинь для проведения рубок ухода [3–5, 8, 9]. При этом обеспечиваются связи между технологическими процессами лесосечных, лесовосстановительных работ и работ в период роста леса.

В процессе КОЛП преобразование лесной площади в исходном состоянии в основную продукцию – лесную площадь со спелыми насаждениями хозяйственно-ценных пород – осуществляется непрерывно с переменной интенсивностью, а все работы на площади – дискретно. Таким образом, технологический процесс КОЛП можно классифицировать как комбинированный [2].

В процессе КОЛП исключаются затраты на разметку и создание технологических коридоров для машин, выполняющих работы в период роста леса, на дополнение лесных культур, уничтожаемых машинами в технологических коридорах; сокращается документооборот [4, 5].

В Петрозаводском государственном университете разработан вариант технологического процесса КОЛП, основанный на применении лункообразователей Л-2У для посадки леса на вырубках с любым количеством пней и каменистыми почвами [4, 5, 8, 9]. Схема увязки параметров процесса КОЛП [5, 8] представлена на рисунке.

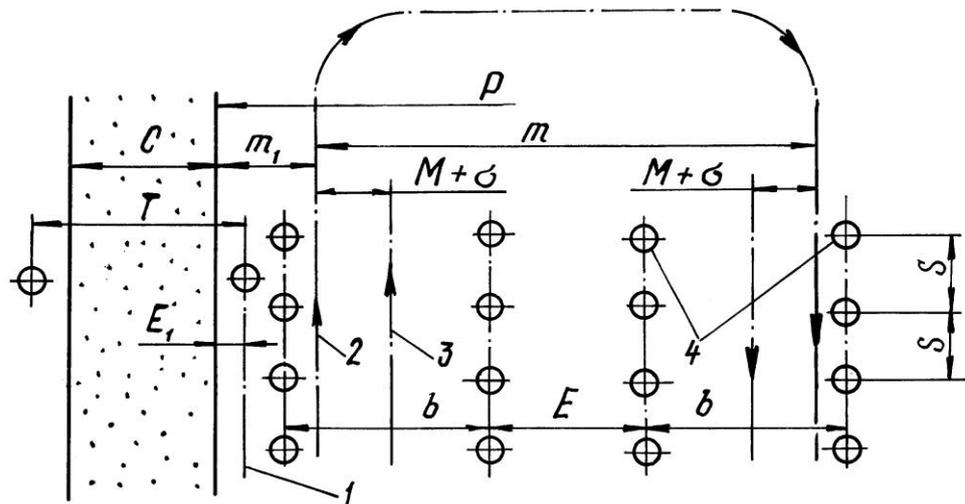


Схема увязки параметров технологического процесса КОЛП: 1 – расчетное расположение крайнего ряда образуемых на пасеке лесных культур; 2 – заданная ось движения лесокультурного агрегата; 3 – расчетное смещение трассы движения агрегата от заданной оси; 4 – ряды посадочных мест под

лесные культуры в одном проходе лесокультурного агрегата;  $P$  – ширина пасаки, м;  $C$  – ширина ПДТК, м;  $T$  – ширина волока для тракторной трелевки древесины, м;  $E_1$  – защитная зона между крайним на пасаке рядом культур и ПДТК, м;  $E$  – защитная зона между рядами культур в смежных проходах, м;  $b$  – расстояние между крайними рядами культур в ленте, м;  $S$  – шаг подготовки посадочных мест под лесные культуры, м;  $M$  – средняя арифметическая величина смещения трассы лесокультурного агрегата от заданной оси, м;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение, м;  $m$  – среднее расстояние между лентами культур, м;  $m_1$  – среднее расстояние между осью крайнего агрегата на пасаке и ПДТК, м

Оптимальную схему размещения ПДТК определяют при подготовке лесной площади к освоению. Расстояние между ними по осям устанавливают кратным ширине захвата агрегата, который предполагается использовать в качестве базового для работ в период роста леса. Реальный диапазон ширины захвата составляет 16 ... 25 м.

ПДТК формируют в процессе лесосечных работ на площади, выбирая ширину пасаки кратной расчетному расстоянию между лентами будущих лесных культур.

Лесные культуры закладывают между ПДТК, придерживаясь параллельности между осями проходов агрегата для посадки (посева) леса и технологическими коридорами.

Ширина волока для тракторной трелевки древесины ( $T$ ) зависит от параметров тракторов и, согласно требованиям по охране труда, не должна быть менее 5 м. Расстояние между крайними рядами культур в ленте ( $b$ ) определяется технической характеристикой лесокультурного агрегата и для двухрядных машин близко к ширине колеи трактора. Величины  $M$  и  $\sigma$  устанавливают при специальных исследованиях вырубок [6]. Остальные параметры процесса КОЛП расчетные.

Ширину ПДТК определяют по формуле

$$C = T - 2E_1. \quad (1)$$

При равномерном размещении лент культур на пасаке выполняется условие  $E_1 = 0,5E$ , при этом уравнение (1) приобретает вид

$$C = T - E. \quad (2)$$

Минимальная величина  $C$  ограничивается шириной наибольшего из агрегатов для обеспечения их беспрепятственного движения по технологическим коридорам. Ширина защитной зоны определяется по уравнению

$$E = m - b - 2(M + \sigma) \quad (3)$$

и должна быть не меньше  $S$ , чтобы устранить конкуренцию при росте культур в смежных рядах. При нормальном распределении значений отклонения трассы движения лесокультурного агрегата от заданной оси вероятность того, что это отклонение не превысит  $\sigma$ , составляет 0,242, а вероятность

совпадения отклонения на величину  $\sigma$  для смежных проходов в одном и том же месте равна 0,058 [5]. Исследования [6] показывают, что эксцесс эмпирических кривых распределения отклонений для всех групп типов леса оказался положительным, следовательно, вероятность уменьшения реальной защитной зоны по сравнению с расчетной будет меньше 0,058.

Кратность расстояния между ПДТК по осям в зависимости от ширины захвата базового агрегата для работ в период роста леса выражается как

$$A_k = kB, \quad (4)$$

где  $A_k$  – расстояние между смежными ПДТК по осям, м;

$B$  – ширина захвата базового агрегата для работ в период роста леса, м;

$k$  – целое число. При использовании на лесосечных работах агрегатов, близких по ширине захвата к применяемым в период роста леса (например валочно-пакетирующим машинам), принимают  $k = 1$ .

При использовании трелевочных тракторов с канатно-чokerной оснасткой первоначальное расстояние между ПДТК можно увеличить, соблюдая условие (4), однако в процессе посадки леса (см. рисунок) следует сформировать дополнительные ПДТК между коридорами, подготовленными на этапе лесосечных работ, выполняя условие

$$A_k = B. \quad (5)$$

При использовании в период роста леса различных агрегатов в качестве базового для расчетов принимают агрегат с наименьшей шириной захвата.

Ширину пасаки определяют по формуле

$$P = A_k - C. \quad (6)$$

Кратность ширины пасаки среднему расстоянию между лентами культур по осям выражается как

$$m = \frac{P}{N}, \quad (7)$$

где  $N$  – число проходов лесокультурного агрегата между смежными ПДТК.

Решая совместно уравнения (2)–(7), получаем выражение, объединяющее параметры операций лесосечных и лесовосстановительных работ:

$$m = \frac{kB - T - b - 2(M + \sigma)}{N - 1}, \quad (8)$$

при этом условию (2) будет соответствовать  $m_1 = 0,5m$ .

Среднее расстояние  $S$  между высаживаемыми растениями в одном ряду находим по формуле [6]

$$S = \frac{10000nN}{AH}, \quad (9)$$

где  $n$  – число рядов культур, высаживаемых за один проход агрегата;

$H$  – норма посадки растений, определяемая в зависимости от условий выполнения работ; для Карелии – 4000 шт./га при посадке семян и 2800 шт./га при посадке саженцев.

При разделении процесса посадки леса на механизированное приготовление лунок и выборочное (с учетом качества) использование их для размещения растений расчетную величину  $S_p$  шага подготовки лунок можно определить из выражения [6]

$$S_p = \frac{10000nNK_1K_2K_3}{\left(1 + \frac{\xi}{100}\right)AH}, \quad (10)$$

где  $K_1$  – вероятность образования лунок необходимой глубины;

$K_2$  – вероятность образования лунок по длине рабочего хода;

$K_3$  – коэффициент удлинения рабочего хода;

$\xi$  – показатель точности.

Методика определения этих величин изложена в работах [5, 6].

Для практических расчетов можно использовать готовые таблицы [6], при этом следует принимать  $\xi = 5\%$ .

Шаг  $S$  подготовки посадочных мест под лесные культуры (см. рисунок) выбирают как ближайший меньший к расчетному по характеристике лесокультурного агрегата. Для лункообразователя Л-2У в агрегате с трактором МТЗ-82 значения  $S$  могут быть равны 0,43; 0,53; 0,74 и 1,04 м [6].

Наиболее равномерное размещение культур на пасеке достигается при максимальном числе проходов лесокультурного агрегата между смежными ПДТК [8]:

$$N = \frac{P}{m} \rightarrow \max; \quad (11)$$

$$E \geq S; \quad S \geq S_m, \quad (12)$$

где  $S_m$  – минимальный шаг подготовки посадочных мест по характеристике лесокультурного агрегата, м.

Если при выполнении расчетов условие (12) не выполняется, то применение лесокультурного агрегата не соответствует природно-производственным условиям осваиваемой лесной площади. В этом случае необходимо использовать другие агрегаты либо обеспечить содействие естественному лесовозобновлению.

Из выражений (12) следует, что максимальное число проходов лесокультурного агрегата по пасеке достигается при

$$E = S \geq S_m. \quad (13)$$

При этом максимальное число проходов  $N$  определяется путем подстановки в задачу (11) выражений (2)–(9), (13):

$$N = \frac{kB - T + \frac{10^4 nN}{kBH}}{\frac{10^4 nN}{kBH} + b + 2(M + \sigma)} \rightarrow \max. \quad (14)$$

Единственное решение в этом случае имеет вид

$$N = -\frac{p}{2} + \sqrt{\frac{p^2}{4} + z}, \quad (15)$$

где величины  $p$  и  $z$  будут иметь следующие значения:

$$p = \frac{kBH[b + 2(M + \sigma)]}{10^4 n} - 1;$$

$$z = \frac{kBH(kB - T)}{10^4 n}.$$

При разделении процесса посадки леса на механизированное приготовление лунок и выборочное (с учетом качества) использование их для размещения растений решение задачи (14) также будет иметь вид (15), но значения  $p$  и  $z$  будут иными:

$$p = \frac{(1 + \xi/100)kBH[b + 2(M + \sigma)]}{10^4 nK_1K_2K_3} - 1;$$

$$z = \frac{kBH(kB - T)(1 + \xi/100)}{10^4 nK_1K_2K_3}.$$

При расчетах по формуле (15) величину  $N$  необходимо округлять в меньшую сторону. Это объясняется тем, что в результате формальных вычислений получается предельное количество проходов лесокультурного агрегата по пасеке.

Представленный технологический процесс КОЛП внедрен в практику проведения лесосечных и лесовосстановительных работ при сплошнолесосечных рубках главного пользования на лесопромышленном предприятии «Шуялес» (Республика Карелия). В качестве лесокультурных агрегатов на предприятии используют дисковые бороны ПДН-2 в агрегате с тракторами ТДТ-55А.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природных ресурсов. – М.: Аспект Пресс, 1998. – 320 с.
2. Залегаллер Б.Г. Технология работ на лесных складах. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 231 с.

3. *Иевинь И.К., Кажелка А.Ф.* Проблемы технологии рубок ухода. – Рига: Зинатне, 1973. – 295 с.

4. *Родионов А.В.* Рекомендации по применению технологии комплексного освоения лесной площади / Петрозав. гос. ун-т. – Петрозаводск, 2002. – 33 с. – Деп. в ВИНТИ 29.07.2002, № 1421-B2002.

5. *Цыпук А.М.* Повышение эффективности лесовосстановительных работ ресурсосберегающей технологией: Дис... д-ра техн. наук. – Петрозаводск, 1996. – 299 с.

6. *Цыпук А.М.* Моделирование процессов работы лесокультурных агрегатов на нераскорчеванных вырубках: Учеб. пособие. – Петрозаводск: Изд-во Петрозав. гос. ун-та, 1997. – 44 с.

7. *Цыпук А.М.* Объектная концепция лесной технологии // Региональные проблемы развития лесного комплекса: Тез. докл. республ. науч.-практ. конф. 16 янв. 1998 г. – Петрозаводск: КарНИИЛП, 1998. – С. 8–9.

8. *Цыпук А.М., Родионов А.В.* Оптимизация параметров комплексного освоения лесной площади // Вестн. Центр.-Черноз. регион. отд. наук о лесе Академии естеств. наук. – Воронеж: ВГЛТА, 1999. – Вып. 2. – С. 40–47.

9. *Цыпук А.М., Эгипти А.Э., Шегельман И.Р.* Технология комплексного освоения лесных площадей // Лесосечные, лесоскладские работы и транспорт леса: Сб. науч. тр. – Л.: ЛТА, 1989. – С. 43–46.

Петрозаводский государственный  
университет

Поступила 11.07.03

*A. V. Rodionov*

### **Technological Base of Inexhaustible Forest Management**

Technology of complex development of forest areas is presented as a base for practical realization. The results of theoretical investigations on parameters' optimization of technology for complex development of forest areas are provided.

---