

Момент сопротивления перемычки недопила $M_{\text{пер}}$ можно рассчитать по формулам, приведенным в [4, 5] или увеличить коэффициент зазора $\langle n \rangle$ на 0,10...0,15, поскольку $M_{\text{пер}} \approx (0,10...0,15) M_{\text{с0}}$ [3].

Из формулы (8) следует, что в случае $M_y = \text{const}$ ($n = \text{const} \geq 1$) скорость ω_0 при $\varphi = \varphi_0$ не может быть меньше предельного значения $\omega_{0 \text{ lim}}$, соответствующего $M_y = M_{\text{с0}}$ ($n = 1$): $\omega_{0 \text{ lim}} = M_{\text{с0}} a / (Gh_c)$. Так, для рассмотренного примера при $M_{\text{с0}} = 28,0 \text{ кН} \cdot \text{м}$

$$\omega_0 \geq \omega_{0 \text{ lim}} = \frac{M_{\text{с0}} a}{Gh_c} = \frac{28,0 \cdot 0,817}{256,5} = 0,089 \text{ 1/с.}$$

Существование минимального значения угловой скорости дерева $\omega_{0 \text{ lim}}$ при $M_y = \text{const} = M_{\text{с0}}$ объясняется тем, что в процессе поворота дерева момент сопротивления с ростом угла φ уменьшается по сравнению с $M_{\text{с0}}$, а $M_y = \text{const}$; работа разности этих моментов идет на сообщение кинетической энергии дереву.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Баринов К. М., Александров В. А. Проектирование лесопромышленного оборудования: Учеб. пособие.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1988.— 240 с. [2]. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения.— М.: Наука, 1988.— 480 с. [3]. Кочегаров В. Г., Бит Ю. А., Меньшиков В. М. Технология и машины лесосечных работ.— М.: Лесн. пром-сть, 1990.— 392 с. [4]. Люманов Р. Машинная валка леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1990.— 280 с. [5]. Полицук А. П. Валка леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 232 с.

Поступила 12 апреля 1993 г.

УДК 630*37 : 630*383

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ЛЕСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ РАЦИОНАЛЬНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Р. Н. КОВАЛЕВ

С.-Петербургская лесотехническая академия

Лесное хозяйство — это большая система, в которой тесно взаимосвязаны все элементы. Одним из них является транспортная система лесного предприятия (ТСП). При частном решении ее необходимо знать прямые и косвенные, близкие по времени и отдаленные последствия для основного лесохозяйственного производства.

Ранее, на основе принятой у нас сугубо сырьевой направленности лесопользования, лесные дороги проектировали в основном в расчете на освоение лесных массивов с приспевающими и спелыми насаждениями, без учета уровня систем лесное хозяйство — природопользование. При обосновании эффективности проектных решений превалировал технико-экономический подход, при котором за основной показатель принимали минимум приведенных капитальных и эксплуатационных затрат на вывозке леса. Такой подход привел к неоправданным экономическим потерям, не говоря уже об экологических. Лесная отрасль столкнулась сейчас с кризисной ситуацией, проявляющейся в необходимости резкого наращивания темпов дорожного строительства для вовлечения в хозяйственный оборот по промежуточному использованию насаждений I—IV классов возраста. Нарастают диспропорции между новым тяжелым подвижным составом и техническим уровнем существующих дорог, ростом средних расстояний и неравномерности вывозки леса и др.

В «Основах лесного законодательства Российской Федерации» сформулированы основные принципы рационального лесопользования [5, ст. 12, разд. II]. В частности, лесное хозяйство должно обеспечивать многоцелевое непрерывное, неистощительное пользование лесным фондом; воспроизводство, улучшение породного состава и качества лесов, повышение их продуктивности, рациональное использование земель лесного фонда и др. Иными словами, главными в лесопользовании с точки зрения лесотранспорта становятся не объемы вывезенной древесины, а разработка и создание ТСЛП с параметрами, обеспечивающими формирование экологически и экономически продуктивных лесов. Это сложная научная проблема, которая ставит перед теорией лесотранспорта ряд новых задач: разностороннее описание ТСЛП с позиции экологии, лесоводства, теории транспортных систем, математического моделирования, теории надежности и др.; многокритериальная оценка эффективности ТСЛП, которая не может быть сделана при традиционном подходе к оптимизации.

Для выявления и анализа параметров ТСЛП, взаимодействия и взаимозависимости между ними и принципов управления качеством функционирования необходимо разработать ее параметрическое описание. Согласно общему принципу теории систем нужно определить следующие характерные черты объекта:

- цель формирования и функционирования системы;
- структура системы;
- связь с внешней средой, взаимное влияние рассматриваемой системы и внешней среды;
- результаты функционирования системы.

Сформулированная цель позволяет определить показатели эффективности функционирования системы. Лучшим является решение, которое в максимальной степени способствует достижению поставленной цели. Но ТСЛП, с одной стороны, это элемент предприятия, ведущего рациональное лесопользование, а с другой — условно самостоятельная система с пространственными, технологическими и организационными связями между ее элементами. Это порождает противоречивость оценки. Она формируется из свойств самой системы и в то же время вытекает из потребностей производственной среды, в данном случае лесного предприятия с конкретными природно-производственными условиями. В этом отличие ТСЛП от транспортных систем общего назначения, которые предназначены для выполнения чисто транспортных задач и не имеют технологических функций. Вот почему попытки приложить методы оптимизации транспортных систем общего пользования (например задачи Штейнера) к оптимизации ТСЛП не дали положительного эффекта.

ТСЛП в виде технической системы раскрывает специфику ее функционирования и развития. Наряду с этим ТСЛП как элемент предприятия, ведущего рациональное лесо- и природопользование, представляет собой экологический и экономический объект, который может рассматриваться как неспецифическое основание. Неспецифические (эколого-экономические) основания значимы в пределах выяснения специфических качеств (технических параметров) для выработки критериев их оценки. Законы структурообразования и процессов технической системы; экономические и экологические оценки взаимно дополняют друг друга, и только через их единство на основе системных представлений можно получить многомерную и многофакторную ТСЛП.

С учетом сказанного параметры ТСЛП должны максимально отвечать интересам эксплуатации лесного фонда предприятия, являющегося основой его деятельности. Главная цель лесопользования на современном этапе — формирование высокопродуктивных лесов по всему ком-

плексу его ресурсов. На основе глубоких и разносторонних исследований [4] данную проблему можно решить при полном выполнении региональной системы лесохозяйственных мероприятий (РСЛМ), разработанных на зонально-типологической основе. Отсюда оптимальной следует считать такую ТСЛП, которая обеспечит эффективное выполнение РСЛМ в конкретных природно-производственных условиях того или иного предприятия.

Таким образом, основная цель функционирования ТСЛП может быть сформулирована следующим образом: обеспечить максимальный эколого-экономический эффект при организации и ведении лесного хозяйства на принципах многоцелевого лесопользования. Количественная оценка эффективности ТСЛП, характеризующая степень достижения цели ее функционирования, может быть выражена величиной интегрального эколого-экономического эффекта (ИЭ)

$$ИЭ = \frac{П^T}{ПЗ^T} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где $ПЗ^T$ — приведенные затраты на создание и эксплуатацию ТСЛП или ее реконструкцию за время T ;

$П^T$ — потери в лесном хозяйстве от бездорожья за плановый период T ,

$$П^T = f[(1 - K_n) S_n]; \quad (2)$$

K_n — коэффициент уровня развития транспортной сети;

$$K_n = 200 \sum_{n=1}^m \sum_{k=1}^t \sum_{j=1}^p \frac{l_{nk} d_{nkj}}{S_n} \leq 1; \quad (3)$$

l_{nk} — протяженность n -х основных технологических путей за k -й плановый период, км;

d_{nkj} — протяженность j -х первичных технологических путей по n -му основному технологическому пути за k -й плановый период, км;

S_n — площадь лесного фонда, пригодная к эксплуатации, га.

Транспортная система лесного предприятия, параметры которой соответствуют максимуму ИЭ, обеспечит максимальную продуктивность лесного фонда за плановый период, примерно равный обороту рубки главной породы. Если исходить из тезиса, что наиболее экологически устойчивы самые продуктивные древостои [4], то показатель эффективности ИЭ можно считать неспецифической экологической оценкой эффективности ТСЛП.

Анализ функционала (1) показывает, что параметром ТСЛП, определяющим эколого-экономический эффект от ее реализации в системе лесопользования, является густота транспортной сети и технический уровень ее элементов, определяющий производительность ТСЛП и затраты на ее создание. Именно густота транспортной сети $\Delta_{уд}$ определяет интенсивность лесопользования и позволяет реализовать РСЛМ в условиях предприятия. Эту величину находят по формуле

$$\Delta_{уд} = 1000 \frac{\sum l_{o.t.p.}}{S_n}, \quad (4)$$

где $\sum l_{o.t.p.}$ — протяженность основных технологических путей, км.

В связи с требованием о рациональном использовании земель лесного фонда [5] целесообразно ввести такой критерий эффективности ТСЛП, как экологическая густота транспортной сети:

$$\Delta_{уд}^э = \frac{\sum l_{о.т.п}}{S_{и}} \quad (5)$$

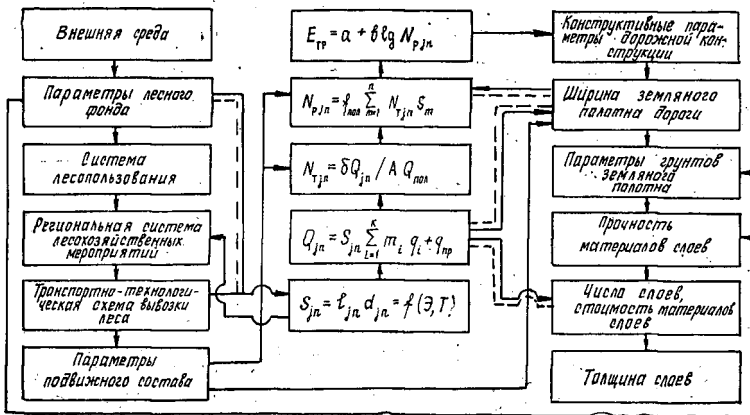
где $S_{и}$ — площадь лесных земель, изымаемых под дороги, га, или их эколого-экономическая ценность.

Введение в целевую функцию параметра, оценивающего густоту транспортной сети, отодвигает на второй план такой важнейший показатель, как годовой грузооборот ТСЛП, делая его производным от густоты. В связи с этим в первую очередь необходима оптимизация ТСЛП по густоте транспортной сети, а все остальные проектные параметры (в рамках ограничений на расчетную лесосеку) уже зависят от нее.

При ориентации на значительное увеличение густоты транспортных путей, а значит и их суммарной протяженности, растет $\Delta_{уд}^э$, но не улучшается показатель $\Delta_{уд}^э$. Разрешить это противоречие можно с помощью проверенного на практике метода размещения технологических путей по квартальным просекам. Например, для доведения густоты транспортной сети до 38 м/га (уровень Германии) необходимо на территории лесного фонда площадью 10 000 км² изъять (в случае отклонения от квартальной сети) из лесопroduцирующей площади под дорожные просеки 20...25 тыс. га лесных земель, что равноценно убыткам 6...8 млрд р. (в ценах II квартала 1993 г.).

Поскольку в России и других странах СНГ исторически сложилась квартальная сеть огромной протяженности (разной степени густоты и капиталности), то очевидна экологическая целесообразность ее использования для транспортных целей.

Параметры первичных технологических путей (трелевочные волокна, технологические коридоры) определяются главным образом внешней средой (типами леса) и параметрами трелевочных средств. На основании последних можно рассчитать рациональную дальность трелевки из экологического критерия — максимально допустимого числа проходов



Параметрическая модель ТСЛП: $N_{т,лн}$, $N_{р,лн}$ — техническая и приведенная расчетные интенсивности движения транспортных средств; δ — коэффициент, учитывающий движение порожняком по грузовой полосе; A — число дней работы дороги в весенне-летний период; $Q_{пол}$ — полезная нагрузка на автопоезд; $f_{пол}$ — коэффициент, учитывающий число полос движения; S_m — суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортных средств различных марок к расчетной нагрузке; a , b — коэффициент линеаризации; сплошными линиями показаны статические связи, штриховыми — динамические

транспортного средства по одному следу из условия сохранения верхних горизонтов почвы и корневой системы деревьев при рубках промежуточного пользования [2].

Исходя из отмеченных принципов и подходов разработана параметрическая модель ТСЛП, отражающая ее связь с внешней средой, а также внутренние связи в системе с выходом на основные параметры дорожных конструкций транспортных путей различной иерархии. В укрупненном виде модель приведена на рисунке. Поставленная цель — обеспечение максимальной продуктивности древостоев, оцениваемой интегральным эколого-экономическим эффектом в динамике, — реализуется через связь согласованных параметров лесоводственной и транспортной подсистем в рамках лесной типологии и вытекающих отсюда РСЛМ. В частности, модель дает функциональную связь параметров дорожных конструкций с параметрами лесного фонда через расчетную формулу [1]

$$Q_n = 0,01 l_{jn} d_{jn} \left(\sum_{i=1}^k m_i q_i + \frac{0,8 m_{сп} \gamma_{л}}{n_{об}} + 100 q_{пр} \right), \quad (6)$$

- где Q_n — расчетный годовой грузооборот n -го транспортного пути, т;
 l_{jn} — длина n -го транспортного пути с j тяготеющими к нему кварталами, км;
 d_{jn} — расстояние подвозки древесины к n -му пути от j -го квартала, км;
 m_i — доля площадей, занятых лесом различных классов возраста, %;
 q_i — расчетная грузоотдача i -х лесных площадей по промежуточному пользованию, т/га;
 $m_{сп}$ — доля спелых и перестойных насаждений в зоне тяготения, %;
 $\gamma_{л}$ — ликвидный запас древесины на лесосеках главного пользования, м³/га;
 $n_{об}$ — период вырубki запасов спелого и перестойного леса, лет;
 $q_{пр}$ — грузоотдача по перевозке прочих нелесных грузов, т/га.

Данная модель может служить основой для разработки оптимизационной модели ТСЛП на основе векторного критерия оптимизации, а также для решения ряда частных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ильин Б. А. Об основных принципах транспортного освоения сырьевых баз комплексных лесных предприятий // Комплексная механизация лесозаготовок и транспорт леса: Межвуз. сб. науч. тр.—Л., 1986.—С. 20—27. [2]. Ковалев Р. Н. Обоснование рациональной дальности первичной вывозки древесины на основе экологических критериев // Лесосечные, лесоскладские работы и транспорт леса: Межвуз. сб. науч. тр.—Л., 1993.—С. 56—59. [3]. Ковалев Р. Н., Хлюстов В. К. Экологический подход к формированию рациональной структуры и стадийному развитию транспортной сети лесных предприятий // Лесосечные, лесоскладские работы и транспорт леса: Межвуз. сб. науч. тр.—Л., 1992.—С. 64—68. [4]. Лесное хозяйство на рубеже XXI века. Мировой лесной конгресс. Париж, т. 1.—М., 1991.—315 с. [5]. Основы лесного законодательства Российской Федерации // Российск. газ.—1993.—17 апр.

Поступила 1 июня 1993 г.