

ТРАССИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С УЧЕТОМ ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА ЛЕСА НА ОСНОВЕ CREDO-ТЕХНОЛОГИЙ

При проектировании транспортного освоения лесных массивов возникает задача по определению очередности строительства лесных дорог. От правильности ее решения зависит ритмичность работы предприятий, динамика освоения инвестиций и в конечном итоге эффективность лесозаготовительного производства [1, 3].

При решении данной задачи предварительно определено на перспективу множество всех допустимых звеньев сети (конфигурация транспортной сети), в которое включаются как существующие участки лесных автомобильных дорог, так вероятные новые трассы. В специальной цифровой модели местности (рис. 1) определяются точечные и линейные препятствия, площадные объекты, которые затрудняют или вовсе исключают расположение по ним лесотранспортных путей (например, особо защитные участки леса, болота, реки и т. д.).



Рисунок – Трассирование лесных дорог с учетом интенсивности роста леса

При проектировании схемы транспортного освоения в эксплуатационных лесах следует определить наилучшую с экономической точки зрения совокупность звеньев (конфигурацию) лесотранспортной сети с одновременным обоснованием параметров лесотранспортных путей (структуры). Запас древесины каждого выдела считается сосредоточенным в его центре (центроиды) [1, 3, 5].

Исходные данные:

1. Очертания лесосырьевой базы, ее размеры, рельеф и распределение запасов на ней могут быть любыми.
2. Существующая сеть лесных дорог и дорог общего пользования (макет 13 «Земли линейного протяжения»).
3. Любое количество пересечений транспортных путей с водотоками.
4. Различные параметры дорожных конструкций. Транспортная сеть лесозаготовительного предприятия представляет собой структурное дерево в виде графа $G_{ЛТС}$ с конечным числом центроидов Q_i и точек

примыканий к существующей сети X_v . Данный граф формируется путем построения минимального связующего дерева – дерева Прима, и в последующем введении дополнительных развилок путей – минимального дерева Штейнера. Алгоритм Прима заключается в соединении сетью звеньев G_s , имеющих минимальную суммарную длину. За основной критерий оптимальности варианта расположения транспортной сети принят минимум затрат на строительство, содержание лесной дороги и вывозку всего сосредоточенного объема древесины [5]:

$$\min_{i,j \in G_s} \Phi(G_s) = \min_{i,j \in G_s} \sum_{ij} C_{ij} \cdot l_{ij}^k = \min_{i,j \in G_s} \sum_{ij} \sum_{t=1}^T \left[\frac{K_{ij}^k(t) + T_{ij}^k(t) \cdot q_{ij}(t) + I_{ij}^k(t)}{(1 + E_n)^t} \right] \cdot l_{ij}^k,$$

где $K_{ij}^k(t)$ – стоимость строительства 1 км дороги на участке (i, j) в k -ой области неоднородности и t -й период времени, тыс. руб./км; $T_{ij}^k(t)$ – текущие транспортные затраты на 1 км дороги (i, j) в k -ой области неоднородности и t -й период времени, тыс. руб./м³км; $q_{ij}(t)$ – объем вывозки древесины из i -й вершины в j -ю в t -й период времени, м³; $I_{ij}^k(t)$ – стоимость искусственного сооружения на дороге (i, j) в k -ой области неоднородности и t -й период времени, тыс. руб.; E_n – норма дисконты; l_{ij}^k – протяженность участка (i, j) , пересекающего k -ую области неоднородности, км.

Трассирование лесных автомобильных дорог является одним из существующих видов проектно-изыскательских работ, требующий творческий подход и трудно поддается автоматизации. Трасса дороги на долгие годы определяет ее технические и эстетические свойства, поэтому трассирование автомобильных дорог требует определенного архитектурного искусства, которое приходит с опытом и по мере овладения техникой трассирования [2, 4].

Стили трассирования лесных автомобильных дорог в CREDO-технологий: «жесткая трасса», состоящая из длинных прямых, сопряженных круговыми кривыми и короткими переходными кривыми; «плавная трасса», состоящая из круговых кривых, сопряженных достаточно длинными переходными кривыми и прямыми вставками; «плавная трасса без прямых», состоящая из круговых и переходных кривых; «клотоидная трасса», состоящая почти исключительно из переходных кривых [2].

При трассировании «жесткой трассы» в системе CREDO «ДОРОГИ» прокладывают опорный ход и вписывают кривые в каждый поворот. После завершения трассирования положение всех построенных вершин угла (ВУ) можно исправить, удалить неудачные или ввести дополнительные. При таких корректировках трассы автоматически пере-

считываются пикетные положения всех основных точек остальных закруглений – вершин углов, начала и конца кривой, начала и конца переходной кривой.

Конструктивно «плавная трасса» состоит из круговых кривых, сопряженных переходными кривыми. Стиль «плавная трасса» логичен для проектирования на местности с холмистым рельефом.

Проектируя плавную трассу в CREDO, первоначально выделяют плановые и высотные препятствия и описывают вокруг них базовые круговые кривые. Важной особенностью камерального трассирования плавных трасс является необходимость построения в первую очередь базовых окружностей, а во вторую – базовых прямых.

Все методы построения сопряжений в CREDO дают достаточно информации для анализа и оценки проектного решения по известным правилам эстетических свойств сопряжений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лыщик П.А., Бавбель Е.И., Науменко А.И. Основные принципы развития сети лесных автомобильных дорог / П.А. Лыщик, Е.И. Бавбель, А.И. Науменко // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2020. № 1 (228). С. 125–130.

2. Петько А.Р., Бавбель Е.И. Клотоидное трассирование лесной автомобильной дороги / А.Р. Петько, Е.И. Бавбель // Студенческий журнал, ООО «Сибирская академическая книга», Новосибирск. 2019. № 30–2 (74). С. 46–48.

3. Бавбель Е.И., Лыщик П.А., Науменко А.И. Создание опорной сети лесных автомобильных дорог на основе ГИС-технологий / Е.И. Бавбель, П.А. Лыщик, А.И. Науменко // Лесозаготовительное производство: проблемы и решения. Материалы Международной научно-технической конференции. БГТУ. 2017. С. 140–144.

4. Лыщик П.А., Бавбель Е.И. Проблема развития транспортной инфраструктуры лесопользователей / П.А. Лыщик, Е.И. Бавбель // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2011. № 2. С. 62–64.

5. Бавбель Е.И., Лыщик П.А. Обоснование размещения лесотранспортных сетей / П.А. Лыщик, Е.И. Бавбель / Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2009. № 4. С. 82–88.