

УДК 630.383

С.В. Ращупкин, ассистент; В.С. Исаченков, ассистент

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

The technical and economical analysis of transportally and exploitation indexes of auto and forest roads.

Вывозка древесины осуществляется в тяжелейших природных условиях. Эксплуатационное состояние дорожно-транспортной сети при этом оказывает значительное влияние на показатели работы лесовозного автомобильного транспорта. Со строительством новых дорог на передний план выступает проблема повышения транспортно-эксплуатационного состояния существующей дорожно-транспортной сети.

Наряду с расширением строительства новых дорог, в том числе современных автомагистралей, на передний план выдвинута проблема повышения транспортно-эксплуатационного состояния существующей сети. Анализируя полученные данные, в РБ ежегодные затраты на ремонт и содержание дорог общего пользования составляют около 55% от всех расходов на дорожное хозяйство. Большая часть этих средств используется на средние и капитальные ремонты, обеспечивающие повышение транспортно-эксплуатационных показателей дорог. В условиях ограниченных финансовых возможностей повышение транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных лесовозных дорог требует системного анализа и определения критериев качества. Поэтому дальнейшее совершенствование уровня дорожно-ремонтных работ — важнейшее направление деятельности дорожного хозяйства.

На основании имеющихся теоретических положений существует необходимость в совершенствовании методов эксплуатации: автомобильных, лесовозных дорог, т. е. комплексном рассмотрении процесса взаимодействия дороги и лесовозного автотранспорта. Выделим для анализа из комплекса водитель – автомобиль – дорога – среда отдельные связи, составляющие систему дорога – лесовозный автопоезд (рис.). Исходными показателями для рассматриваемой системы, предопределяющими условия ее функционирования, приняты следующие факторы воздействия: качество проектирования и строительства дороги; типы подвижного состава, характер изменения интенсивности во времени, погодно-климатические условия.

В процессе своего функционирования система преобразует исходные показатели и вырабатывает в результате новые величины, которые классифицируются по степени их значимости. К первой группе этих величин можно отнести выходные параметры, характеризующие роль и значение системы. Так как основное назначение дороги – это сооружение для транспорта, в качестве выходных параметров системы дорога – автомобиль приняты: первичные – скорость, безопасность и односторонность движения лесовозного автопоезда; вторичные – производительность автопоездов и себестоимость грузоперевозок (рис.).

Вторая группа величин – показатели состояния, которые характеризуют способность системы к решению стоящих перед ней задач. К этой группе отнесены дорожные условия, т. е. совокупность транспортно-эксплуатационных характеристик дороги, имеющих непосредственное отношение к обеспечению транспортного процесса.

Ухудшение дорожных условий вызывает изменение исходных показателей системы: снижение скорости движения автомобилей, повышение аварийности. В результате ухудшаются показатели эффективности работы автомобилей (снижается производительность автопоездов и возрастает себестоимость грузоперевозок) – вторичные выходные параметры системы, которые в интегральной форме отражают качество ее функционирования.

Из анализа структурной схемы (рис.) следует, что нормальное функционирование системы возможно при условии поддержания на требуемом уровне транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильной дороги путем проведения мероприятий по содержанию и ремонту дорог.

Вкладываемые в ремонт дорог денежные и материальные ресурсы должны в конечном итоге обеспечивать наиболее возможное снижение себестоимости грузоперевозок. Следовательно, регулирование транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог должно основываться на технико-экономическом анализе, позволяющем принимать обоснованные решения по приведению дорожных условий в соответствии с требованиями автомобильного движения.

Задача улучшения состояния дорог за счет выполнения средних и капитальных ремонтов в общем виде – задача оптимального управления показателями, характеризующими внутреннее состояние рассматриваемой системы [3]. Назовем эти показатели объектом управления. Состояние объекта в фиксированный момент времени t можно охарактеризовать n -фазовыми координатами x^1, \dots, x^n , т. е. точкой x пространства R^n переменных x^1, \dots, x^n . Таким образом, в каждый момент времени t -фазовое состояние $x(t)$ имеет n координат:

$$x(t) = [x^1(t), \dots, x^n(t)].$$

Последовательность состояний объекта

$$x(0), x(1), \dots, x(N) \quad (1)$$

в моменты $t = 0, 1, \dots, N$ будем называть траекторией движения объекта.

Предположим, что можно воздействовать на объект, выбирая r управляющих параметров u^1, \dots, u^r , или, что то же самое, точку u пространства переменных u^1, \dots, u^r . Следовательно, в каждый момент управляющее воздействие $u(t)$ имеет r координат:

$$u(t) = [u^1(t), \dots, u^r(t)].$$

Управлением условимся называть последовательность точек

$$u(1), u(2), \dots, u(N) \quad (2)$$

в пространстве переменных u^1, \dots, u^r .

Если выбрано некоторое управление (2) при известном начальном состоянии объекта $x(0)$, то дальнейшее его поведение определяется с помощью соотношений

$$x(t) = [x(t-1), u(t)]; t = 1, 2, \dots, N, \quad (3)$$

где $f_t = (x, u) = [f_t^1(x, u), \dots, f_t^n(x, u)]$ – некоторая вектор-функция со значениями в пространстве R^n , отражающая «устройство» объекта (в данном случае – эксплуатационные качества дороги).

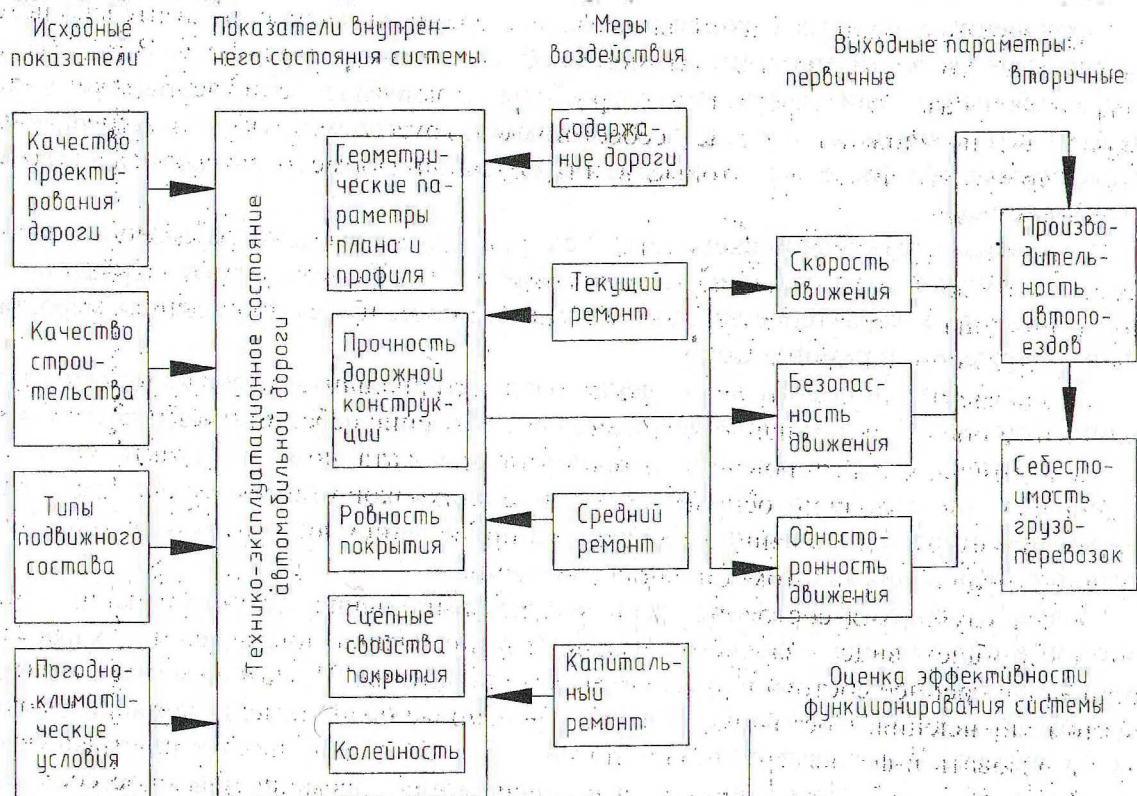


Рис. Схема функционирования системы дорога – автопоезд

Соотношение (3) – закон движения дискретно управляемого объекта. Траекторию, удовлетворяющую соотношению (3), будем называть соответствующей начальному состоянию $x(0)$ и управлению (2).

Для каждой точки $x \in R^n$ и каждого $t=1, \dots, N$ задано в пространстве переменных u^1, \dots, u^l некоторое множество $u_t(x)$ – область управления, соответствующая в момент t -фазовому состоянию x . Допустимое управление при этом должно удовлетворять условию

$$u(t) \in u_t[x(t-1)]; t = 1, 2, \dots, N. \quad (4)$$

Это значит, что управляющие воздействия и связанные с ними затраты должны быть выбраны из некоторого множества U , содержащего в себе возможные реальные условия, отражающие специфику управления процессом.

Теперь поставим задачу оптимального управления для дискретного управляемого объекта (3), (4). Предположим, выбирая управляющее воздействие $u(t) \in U$, необходимо внести определенную плату в размере $f^0[x(t), u(t)]$, где f^0 – известная функция. Тогда конечное состояние объекта $x(T)$ будет характеризоваться некоторой функцией (суммарными приведенными дорожно-транспортными затратами)

$$J = \varphi[x(T)]. \quad (5)$$

Учитывая соотношение (3), можем записать

$$J = \varphi[x(T)] = \varphi\{f_t[x(T-1), u(T)]\} = \sum_t f_t[x(t-1), u(t)]. \quad (6)$$

Если ремонтные работы не проводить, то выражение (6) примет вид

$$J' = \Phi \left(f_t' (x(T-1)) \right) = \sum_{t=1}^T f_t' [x(t-1)]. \quad (7)$$

Таким образом, задача оптимального управления в данном случае заключается в том, чтобы, зная начальное состояние $x(0)$, выбрать такое допустимое управление (2) для объекта (3), (4), которое бы придало максимальное значение разности (т. е. принятой целевой функции) при ограничении $0 < u(t) \leq u_{max}$,

$$C = J' - J = \sum_{t=1}^T f_t' [x(t-1)] - \sum_{t=1}^T f_t [x(t-1), u(t)], \quad (8)$$

где $u(t)$ – фактически потребные затраты на ремонт; u_{max} – объем ресурсов, выделяемых на ремонт дороги; T – срок службы участка дороги до следующего капитального (среднего) ремонта.

Выражение (8) может быть представлено как разность между суммарными приведенными затратами до и после выполнения ремонтных работ на дороге. Учитывая существующий подход к планированию текущих дорожных затрат, можно сделать допущение, что величины этих затрат и характер их изменения во времени аналогичны для случаев до и после проведения капитальных или средних ремонтов. Тогда (8) будет иметь вид

$$\Theta = \left[\sum_{t=1}^T \frac{C_a'(t)}{(1+E_{кп})^t} - \left[\frac{\Delta C_{ai}}{(1+E_{кп})^t} + \sum_{t=1}^T \frac{C_{a(t)}}{(1+E_{нп})^t} \right] \right] \cdot K_{cp} - \frac{D_t}{(1+E_{нп})^t} = \max, \quad (9)$$

где $C_a'(t)$, $C_a(t)$ – годовые транспортные расходы соответственно до и после ремонта дороги (участка); ΔC_{ai} – величина прироста транспортных затрат в период проведения ремонта; D_t – затраты на ремонт; t – срок суммирования затрат; K_{cp} – коэффициент сезонности проведения работ (летний период – 0,95...1,05; зимний – 1,15...1,25); t_i – год выполнения ремонта; $E_{нп}$ – нормативный коэффициент для приведения разновременных затрат к исходному периоду ($E_{нп} = 0,08$).

Выражение в фигурных скобках формулы (9) – величина экономии транспортно-эксплуатационных расходов, получаемой в результате выполнения соответствующих дорожно-ремонтных работ. Чем выше величина этой экономии и ниже затраты на ремонт, тем больше величина получаемого эффекта. Предложенное уравнение (9) можно рекомендовать в качестве одного из критериев оптимизации принимаемых решений при определении объемов, очередности выполнения средних и капитальных ремонтов дорог.

Технико-экономический подход открывает пути рациональному регулированию транспортно-эксплуатационных показателей дорожной сети. Он позволяет определить в дальнейшем основные направления совершенствования технологии и организации дорожно-ремонтных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болтянский В.О. Оптимальное управление дискретными системами. – М.: Наука, 1973.
2. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. – М.: Транспорт, 1976. – 218 с.
3. Сиденко В.М., Михович С.И. Эксплуатация автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1976. – 103 с.