

## ЭФФЕКТИВНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СЕТИ АВТОДОРОГ РЕГИОНА

Предложены методика и модель минимизации стоимости обслуживания сети автодорог. На основе этой методики и логистической концепции разработаны подход и модель оценки эффективности структурных преобразований в логистической системе управления автодорогами.

На Кубани плотность автомобильных дорог выше средней по Европейской части России, поэтому при резком дефиците финансирования дорожных работ на первый план выдвигается задача сохранения существующей территориальной сети автомобильных дорог и только в специальных случаях, продиктованных требованиями стратегии развития региона, – ее расширение (строительство новых дорог).

Дорожные работы по сохранению существующей сети автодорог в регионе делятся на три укрупненных вида:

- содержание;
- ремонт;
- реконструкция.

Содержание дорог предполагает их обустройство и при необходимости легкие ремонты дорожного полотна, ремонт требует существенно больших затрат, а затраты на реконструкцию сравнимы с затратами на строительство новых дорог.

Анализ состояния дорог при интенсивном автомобильном движении показал, что дорога, приведенная в удовлетворительное техническое состояние, при постоянном выполнении работ по содержанию служит достаточно долго (более 5 лет) до нового планового ремонта. Реконструкция же этой дороги выполняется только в специальных случаях.

В то же время, если в течение одного периода (2-3 года) не выполнялись работы по содержанию, дорога переходит в разряд требующей ремонта. Если же работы по сохранению дороги не выполнялись в течение двух периодов, то стоимость восстановительных работ приближается к стоимости реконструкции. В таблице 1 показана условная, приведенная к содержанию, стоимость дорожных работ в течение шести периодов для трех вариантов поддержания дорог в рабочем состоянии:

1 – работы по содержанию выполняются постоянно;

2 – работ по содержанию нет, а выполняются только ремонты через один период;

3 – работ по содержанию и ремонту нет, а через каждые два периода производятся восстановительные работы (реконструкция).

Из таблицы 1 видно, что при поставленной цели максимизации протяженности сети дорог, поддерживаемых в технически удовлетворительном состоянии, минимизация затрат достигается при постоянном выполнении работ по содержанию.

Предложенный подход был взят за основу стратегии работы управления «Краснодаравтодор» начиная с 1996 года (см. таблицу 2 и рисунок 1).

Таблица 1. Условно приведенная стоимость дорожных работ

№ вар.	Виды работ	Годы						Среднее значение стоимости работ
		1	2	3	4	5	6	
1	Содержание	1	1	1	1	1	1	1
2	Ремонт	0	10	0	10	0	10	5
3	Реконструкция	0	0	60	0	0	60	20

Таблица 2. Динамика изменения структуры инвестиций в дорожные работы за 1992-1998 годы

Расходы	1992 г	1993 г	1994 г	1995 г	1996 г	1997 г	1998 г
Содержание дорог, млн. руб.	221,4	3619	24615,6	63897,8	112183,7	149082,9	395,1
в % к общему объему работ	14,7	13,2	13,6	11,5	13,6	19	51
Ремонт дорог, млн. руб.	1012,9	21914,2	144466	424184,3	635364,2	587737,3	316,7
в % к общему объему работ	67,1	79,8	80,1	76,5	76,8	75	41
Реконструкция и строительство, млн. руб.	275,1	1920,7	11385	66277,4	79737,2	46548,3	62,2
в % к общему объему работ	18,2	7	6,3	12	9,6	6	8
Итого по содержанию, ремонту и строительству дорог, млн. руб.	1509,4	27453,9	180466,6	554309,5	827285,1	783368,5	774,0

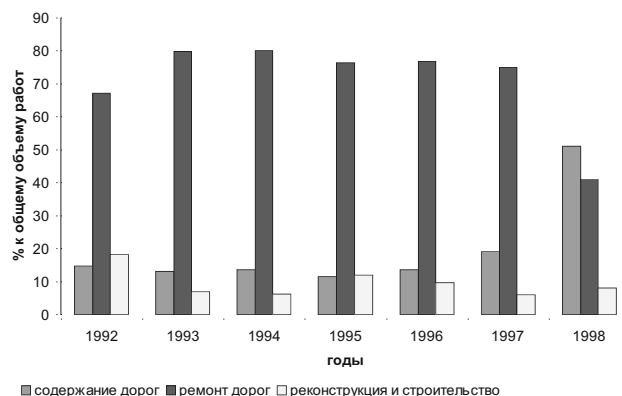


Рисунок 1. Динамика изменения структуры инвестиций в дорожные работы управления «Краснодаравтодор» за 1992-1998 годы

Приведенные рассуждения позволяют на качественном уровне определить приоритетность дорожных работ, но для количественной оптимизации их недостаточно.

**Модель минимизации стоимости обслуживания сети автодорог**

Для количественной оптимизации распределения годовых объемов инвестиций по видам дорожных работ, проведения имитационных экспериментов и создания портфеля инвестиционных проектов была разработана линейно-динамическая модель решения указанной задачи.

Модель разработана для участка сети дорог, находящегося к первому периоду планирования в исправном состоянии. Критерием оптимизации модели является максимум протяженности дорог участка, содержащихся в технически удовлетворительном состоянии по окончании срока планирования. Она формулируется следующим образом.

Максимизировать суммарную протяженность дорог участка сети с выполненными дорожными работами за заданный период планирования инвестиций

$$Z = \sum_{i=1}^m S_i \rightarrow \max$$

при условиях:

1) по объемам инвестиций:

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} x_{ij} = b_j; j = \overline{1, n};$$

2) по протяженности дорог участка сети:

$$-\sum_{k=1}^{j-1} x_{mk} + \sum_{i=1}^{m-1} x_{ij} \leq S; j = \overline{1, n};$$

3) по предельной протяженности дорог по видам работ:

$$-\sum_{k=1}^{j-1} x_{mk} + x_{ij} \leq S; i = \overline{1, m-1}; j = \overline{1, n};$$

4) по суммарной протяженности дорог по видам работ:

$$-S_i + \sum_{j=1}^n x_{ij} = 0; i = \overline{1, m};$$

5) по исключению видов работ в 1-м и 2-м периодах планирования инвестиций:

$$x_{(j+1)j} = 0 \text{ при } j = 1;$$

$$x_{(j+2)j} = 0 \text{ при } j = 1;$$

$$x_{(j+1)j} = 0 \text{ при } j = 2;$$

6) по неотрицательности переменных:

$$x_{ij} \geq 0; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n},$$

где  $i$  – номер вида дорожной работы,  $i \in m$ ;

$j$  – номер года финансирования,  $j \in n$ ;

$m$  – множество видов работ;

$n$  – множество периодов планирования инвестиций;

$b_j$  – объем инвестиций в дорожные работы в  $j$ -м периоде;

$S$  – протяженность дорог участка сети к началу 1-го периода планирования;

$a_{ij}$  – затраты на 1 км  $i$ -го вида работы в  $j$ -м периоде;

$x_{ij}$  – протяженность дорог для выполнения  $i$ -го вида работ в  $j$ -м периоде;

$x_{mk}$  – протяженность построенных дорог в  $k$ -м периоде;

$S_i$  – суммарная протяженность дорог для выполнения  $i$ -го вида работ за весь период планирования.

Результаты расчетов по разработанной модели применяются в Краснодарском крае при прогнозировании объемов и видов дорожных работ с 1996 года.

**Модель оценки эффективности структурных преобразований**

Сравнительный анализ логистических систем управления автодорогами региона в дореформенный и послереформенный периоды позволяет оценить *эффективность* проведенных структурных преобразований.

До начала реформ логистическая система управления автодорогами имела вид, изображенный на рис. 2.

Как видно из этого рисунка, средства дорожного фонда в размере  $D_d = (1 - k_y) D_{\phi}$ , где  $k_y$  – доля, идущая на компенсацию издержек управления, разделяется на две составляющие:  $D_p$  – для оплаты дорожных работ;  $D_n$  – для оплаты материально-технического обеспечения дорожных работ.

В результате денежные потоки приобретают материальное воплощение в потоках  $M_p$  и  $M_o$ , преобразуясь в процессе дорожных работ  $ДР$  в километры обслуженных участков дорог.

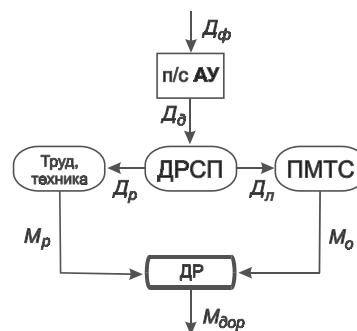


Рисунок 2. Логистическая система управления автодорогами до начала реформ

В системе рис. 2 выходной материальный поток  $M_{дор}$  определяется суммой потоков труда и технических средств  $M_p$  и материально-технического снабжения  $M_0$ :

$$M_{дор} = k(M_p + M_0),$$

где  $k$  – коэффициент преобразования трудо-материальных затрат в процессе дорожных работ в дороги.

Работы по обслуживанию дорог делятся на три вида: содержание, ремонт и реконструкция. Себестоимость 1 км этих работ различна.  $M_{дор}$  представляет собой сумму протяженностей дорожных участков, на которых выполнены перечисленные работы, т. е.:

$$M_{дор} = M_c + M_p + M_{рек},$$

где  $M_c$  – протяженность дорожных участков, на которых выполнены работы по содержанию;  $M_p$  – протяженность дорожных участков, на которых выполнены работы по ремонту;  $M_{рек}$  – протяженность дорожных участков, на которых выполнены работы по реконструкции.

Отношение реальной протяженности участков к протяженности, приведенной к работам по содержанию (самым дешевым), назовем коэффициентом эффективности управления дорожными работами  $k_{эф}$ , который определяется соотношением выполненных работ:

$$k_{эф} = \frac{M_{дор}}{M_{дор}^*}.$$

Тогда реальная суммарная протяженность дорожных участков, на которых выполнены обслуживающие работы,

$$M_{дор} = k_{эф} \frac{D_d}{C_c}$$

или

$$M_{дор} = k_{эф} (1 - k_y) \frac{D_{ф}}{C_c}, \quad (1)$$

где  $C_c$  – стоимость работ по содержанию 1 км дорог.

Иными словами, протяженность обслуженных участков дорог пропорциональна объему средств из дорожного фонда и коэффициенту управления.

В результате проведенной структуризации логистическая система управления автодорогами региона приобрела вид, показанный на рис. 3.

В состав системы введена подсистема распределения инвестиций (п/с РИ), благодаря которой средства дорожного фонда  $D_{ф}$  за вычетом части  $k_y D_{ф}$ , идущей на расходы по управлению, поступают на оплату проектов, выигран-

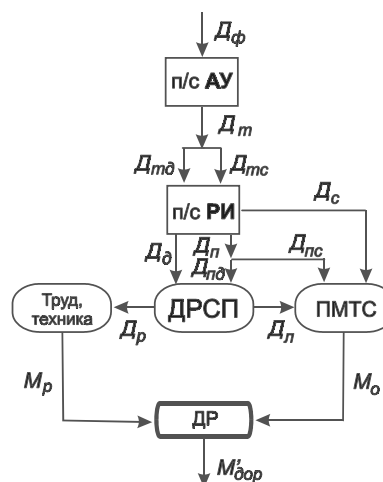


Рисунок 3. Логистическая система управления автодорогами в послереформенный период

ных победителями торгов. Смысл торгов в том, чтобы понизить стоимость проектов, а разность между их начальной и окончательной стоимостью является прибылью системы управления. Прибыль  $D_{п}$  направляется на оплату дополнительных дорожных работ  $D_{нд}$  и их материального обеспечения  $D_{нс}$ .

Эффективность подсистемы РИ определяется получаемой прибылью:

$$k_{эп} = \frac{D_{т} - (D'_d + D_c)}{D_{т}},$$

где  $D'_d$  – окончательная стоимость проектов дорожных работ;  $D_c$  – окончательная стоимость проектов материально-технического снабжения;  $D_{т} = (1 - k_y) D_{ф}$  – средства, направленные на торги.

Проведя анализ логистической системы управления автодорогами в послереформенный период (рис. 3), аналогичный для этой системы до начала реструктуризации, получим для выходного материального потока:

$$M'_{дор} = k'_{эф} (1 - k'_y) (1 + k_{эп}) \frac{D'_{ф}}{C'_c}. \quad (2)$$

Отличие (2) от (1) состоит в наличии множителя  $(1 + k_{эп}) \geq 1$ , учитывающего прибыль, приносимую подсистемой распределения инвестиций.

Эффективность  $\mathcal{E}$  реструктурированной системы по отношению к существовавшей может быть записана в виде:

$$\mathcal{E} = \frac{M'_{дор}}{M_{дор}}.$$

Если предположить равные условия, т. е.  $D'_ф = D_{ф}$  и  $C'_c = C_c$ , а  $k'_y$  и  $k_y \ll 1$ , то

$$\Theta = \frac{k'_{эф}}{k_{эф}} (1 + k_{эт})$$

Коэффициенты эффективности управления  $k'_{эф}$  и  $k_{эф}$  в сравниваемых системах существенно отличаются. Дело в том, что в существовавшей системе целью ДРСП являлось повышение категоричности работ, а категоричность была тем выше, чем больше удельный вес работ по реконструкции дорог. Поэтому при больших объемах работ в денежном выражении протяженность обслуженных дорожных участков была меньше, а зарплата больше (выше категория – выше зарплата).

В реструктурированной системе целью деятельности ДРСП является *уменьшение стоимости* дорожных работ, что неизбежно ведет к применению оптимальной мировой технологии обслуживания дорог, при которой своевременное содержание отодвигает сроки ремонта и реконструкции, уменьшая при этом среднюю стоимость обслуживания дорог.

Коэффициент эффективности управления

$$k_{эф} = \frac{M_c + M_p + M_{рек}}{M_c + d_p M_p + d_{рек} M_{рек}},$$

где  $d_{рек}$  и  $d_p$  – коэффициенты приведения к работам по содержанию, имеет минимум при  $M_{рек} \gg (M_p + M_{рек})$ :

$$k_{эф_{мин}} = \frac{1}{d_{рек}},$$

а максимум при  $M_c \gg (M_p + M_{рек})$ :

$$k_{эф_{макс}} = 1.$$

Учитывая различные целевые установки сравниваемых систем, можно считать, что

$$k_{эф} \rightarrow k_{эф_{мин}} = \frac{1}{d_{рек}}, \text{ а } k'_{эф} \rightarrow k_{эф_{макс}} = 1.$$

При достижении предельных значений коэффициентов эффективности управления получим предельное значение эффективности  $\Theta$ :

$$\Theta_{макс} = d_{рек} (1 + k_{эт}).$$

Реально себестоимость работ по реконструкции раз в 20-30 выше себестоимости работ по содержанию, то есть  $d_{рек} = 20 \times 30$ , из-за чего удельный вес коэффициента эффективности управления в общей эффективности системы весьма ощутим.

Управление «Краснодаравтодор» (ныне «Дорожный комитет»), где внедрена предложенная система, в процессе перехода к рыночным отношениям последовательно увеличивало коэффициент  $k'_{эф}$ , что при росте цен на строительные материалы позволило удерживать среднюю себестоимость дорожных работ на уровне 1991 года.

**Список использованной литературы:**

1. Барановская Т.П. Модели реформирования предприятий АПК в рыночной экономике. – Краснодар: Издательство КубГАУ 2000. – 218с.: ил.
2. Барановская Т., Безродный О. Дороги в сельской инфраструктуре // Экономика сельского хозяйства – 2000, – №4. С. 23-24.