

## Система инвестиционного управления автодорожной отраслью региона

О.К. Безродный, В.И. Лойко  
(Краснодар)

Предложены структуры и модели системы управления государственными инвестиционными потоками в автодорожную отрасль региона, позволяющие повысить их эффективность. На основе логистической концепции авторами разработана и внедрена модель оценки эффективности структурных преобразований в логистической системе управления автодорогами.

### Система управления автодорогами региона

В общем виде система управления автодорогами региона имеет классический вид, но в отличие от него в схему системы управления добавлены два финансовых потока:  $F_u$  государственных инвестиций и  $F_y$  внутрисистемный управляющий поток (рис. 1).

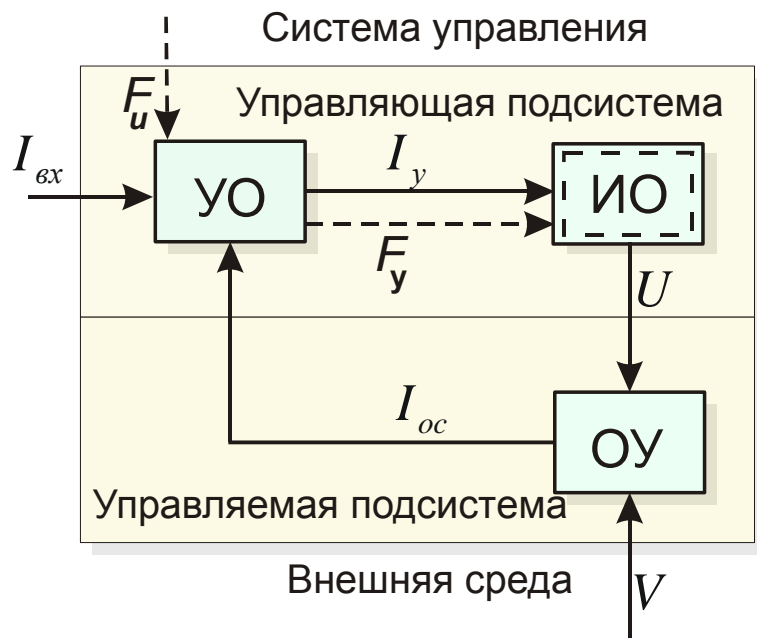


Рис. 1. Обобщенная модифицированная схема системы управления.

В приложении к управлению автодорогами Кубани управляющий орган (УО) – это аппарат управления «Краснодаравтодор», объект управления (ОУ) – дороги общего пользования Краснодарского края, исполнительный орган (ИО) – подрядные ДРСП. Изображенные сплошными стрелками потоки обозначают:

$I_{ex}$  - информационный поток концептуальной модели управления (поток целей и функций) системы;

$V$  - физический поток внешнего разрушающего воздействия на автодороги;

$I_{oc}$  - информационный поток обратной связи, осведомляющий о текущем состоянии автодорог;

$I_y$  - информационный управляющий поток, формируемый на основе анализа потоков  $I_{ex}$  и  $I_{oc}$ ;

$U$  - физический поток управляющего воздействия ДРСП на автодороги.

По сравнению с классической схемой, на рис. 1 добавлены два важнейших потока (пунктирные стрелки):

$F_u$  - финансовый поток от источников инвестиций;

$F_y$  - управляющий финансовый поток.

Их наличие превращает изображенную систему в систему управления инвестициями в автодороги (ОУ) через исполнительный орган (ИО), который возникает в системе только благодаря инвестиционному финансовому потоку  $F_y$ , действующему совместно с информационным потоком  $I_y$ .

Другой особенностью исследуемой системы управления является то, что ее устойчивость достигается при адекватности пар потоков  $I_{ex} - F_u$  и  $I_y - F_y$ , т.е. потребности ( $I_{ex}$  и  $I_y$ ) должны согласовываться с финансовыми возможностями ( $F_u$  и  $F_y$ ).

Указанные особенности и специфика дорожного хозяйства отражены на предложенной нами схеме системы управления инвестициями в автодорожную отрасль региона (рис. 2).

На изображенной схеме управляющий орган системы разбит на четыре подсистемы:

- АУ - аппарат управления;
- МСАД - мониторинг состояния автодорог;
- КВР - качество выполненных работ;
- РИ - распределение инвестиций.

Система имеет четыре основных внешних потока воздействия:

$I_{ex}$  - содержащий информацию входной поток внешнего окружения и концептуальной модели управления (КМУ);

$F_u$  - финансовый поток от источников инвестиций;

$I_{II}$  - информационный поток сведений о подрядных организациях от рынка подрядных работ;

$V$  - поток физического разрушающего воздействия на автодороги.

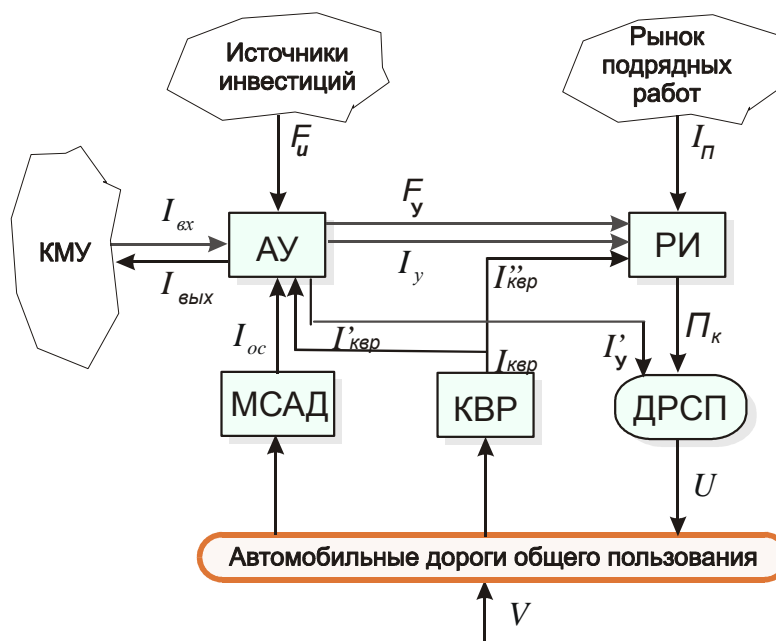


Рис. 2. Система управления инвестициями в автодорожную отрасль

Основным и наиболее сложным управляющим блоком системы является подсистема «Аппарат управления (АУ)». Этот блок перерабатывает внешние информационно-финансовые и внутренние информационные потоки обратной связи:  $I_{ос}$  (о состоянии автодорог от подсистемы МСАД) и  $I_{квр}$  (о качестве работ, выполненных подрядными ДРСП). Результатом обработки входных информационных и финансовых потоков являются управляющий финансовый поток  $F_y$ , поступающий в подсистему распределения инвестиций (РИ), а также информационный управляющий поток  $I_y$ , направленный в подсистему РИ, и информационный управляющий поток  $I'_y$ , воздействующий на исполнительный орган системы управления – дорожные ремонтно-строительные предприятия (ДРСП). Причем, результатом обработки потоков  $I_{вх}$ ,  $I_{ос}$  и  $F_u$  являются не только потоки управления  $I_y$  и  $F_y$ , но и информационный поток  $I_{вых}$ , корректирующий концептуальную модель управления на уровне частных целей и задач, так как интенсивность финансового потока от источников инвестиций прямо влияет на выбор объектов инвестиций, объемов и видов дорожных работ.

Финансовый инвестиционный поток  $F_y$ , подлежащий распределению среди подрядных ДРСП, и информационный поток  $I_y$ , содержащий инвестиционные проекты, разработанные на основе данных мониторинга состояния автодорог ( $I_{ос}$ ), концептуальной модели ( $I_e$ ) и финансовых возможностей ( $F_u$ ), поступают в подсистему распределения инвестиций (РИ). Эта подсистема призвана распределить инвестиционные проекты на рынке подрядных работ так, чтобы достигались минимизация инвестиционного риска и стоимости

выполнения проектов. Задачу уменьшения инвестиционного риска решает подсистема качества выполняемых ДРСП работ, информационный фонд которой содержит сведения по качеству работ, выполнявшихся ранее ДРСП (часть потока  $I_{квр}$ ), и информационный фонд, содержащий сведения об участниках рынка подрядных работ (поток  $I_{п}$ ).

Задача минимизации стоимости подрядных работ решается в подсистеме РИ на основе методики организации и проведения тендеров (конкурсов).

Другая часть информационного потока из подсистемы качества выполненных работ (КВР) поступает в аппарат управления, где в результате его анализа создается управляющий поток  $I'_y$ , позволяющий оперативно корректировать процесс выполнения проектов.

### Подсистема распределения инвестиций

Для повышения эффективности государственных инвестиций была разработана подсистема распределения инвестиций (РИ) в автодорожную отрасль региона, структурная схема которой приведена на рис. 3.

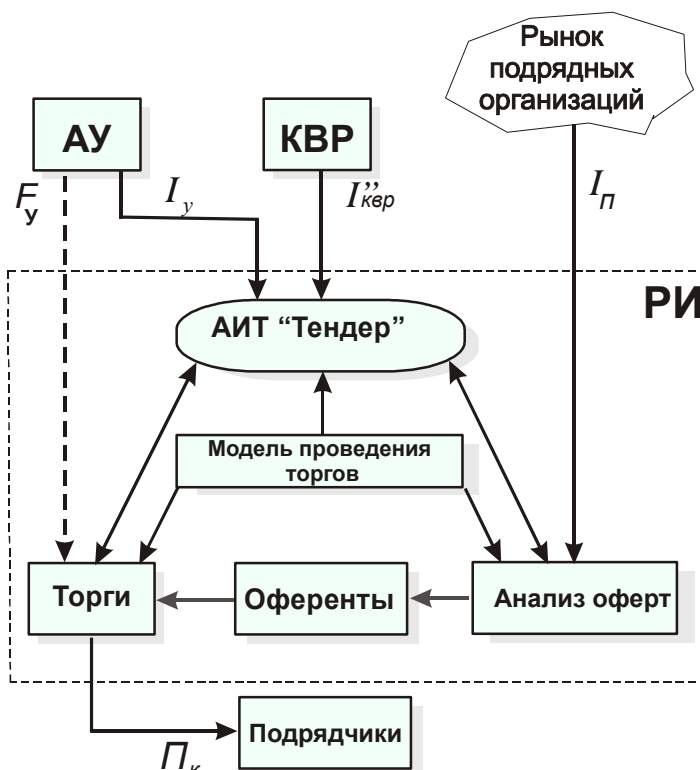


Рис. 3. Структурная схема подсистемы распределения инвестиций (РИ)

Основное функциональное назначение подсистемы РИ состоит в эффективном распределении инвестиционных проектов, минимизирующих стоимость и степень риска их выполнения на рынке подрядных ДРСР организаций-поставщиков строительных дорожных материалов. В качестве основы для создания модели функционирования подсистемы принята широко распространенная в странах с рыночной экономикой методология конкурсных торгов (тендеров). Взаимодействие блоков подсистемы РИ управляется моделью (методикой) проведения закрытых торгов, включающую регламент, требования к тендерной документации, процедуру торгов, критерии выбора победителя.

Входные информационные потоки поступают в подсистему РИ от подсистемы АУ в виде  $I_y$  (комплект инвестиционных проектов), от подсистемы КВР в виде  $I_{квр}$  (сведения о подрядчиках и качестве выполненных ими работ), от рынка подрядных организаций в виде  $I_{П}$  (сведения об организациях, действующих на рынке дорожных работ). Кроме того, в подсистему поступает финансовый поток  $F_u$  для финансирования инвестиционных проектов.

Заявки на участие в торгах поступают в блок анализа оферт, где они проходят предквалификацию, а прошедшие ее попадают в состав оферентов, допущенных к торгам. Победители торгов становятся подрядчиками на выполнение инвестиционных проектов.

Для автоматизации обработки информации в подсистеме РИ предусмотрено использование автоматизированной информационной технологии «Тендер», позволяющей значительно ускорить подготовку, обработку и размножение тендерных документов.

При разработке методики организации и проведения тендеров преследовалась цель минимизации стоимости дорожно-строительных работ при одновременном повышении их качества. В связи с этим управлением «Краснодаравтодор» была разработана методика проведения закрытых тендеров и подготовки тендерной документации участниками торгов. Закрытость тендеров и состоит в том, что тендерный комитет на основе анализа технико-экономических данных участников выбирает потенциальных оферентов и уже среди них проводит торги. Такой подход позволяет преуменьшить опасность инвестирования рискованного проекта и стабилизировать выполнение плана дорожно-строительных работ.

Методика разработана на основе международного стандарта положения о торгах, первых региональных вариантов тендерных документов, предложенных инжиниринговыми фирмами Санкт-Петербурга, Вологды, дорожных ассоциаций заказчиков «РАДОП» и

подрядных организаций «АСПОР».

Основные отличия разработанной методики от существующих состоят в изменении порядка и необходимости внесения залогов, сроков действия оферт, в определении критериев допуска к торгам и выбора победителей.

Эффективность тендеров определяется в денежном и процентном выражении как разница между ориентировочной ценой заказчика и ценой победителя торгов (см. табл. 1).

Таблица 1

**Показатели подрядных торгов управления «Краснодаравтодор»**

Годы	Цена заказчика, млн. руб.	Цена победителей, млн. руб.	Эффективность торгов, млн. руб.	Эффективность торгов, %
1997	78,290	76,473	1,817	2,32
1998	404,824	399,8415	4,982	1,23
1999	1166,892	1125,446	41,446	3,55

Сэкономленные средства дорожного фонда направляются на выполнение дополнительных видов дорожных работ, повышается качество их выполнения, что в конечном итоге повышает срок службы всей дорожной сети.

На Кубани плотность автомобильных дорог выше средней по Европейской части России, поэтому при резком дефиците финансирования дорожных работ на передний план выдвигается цель сохранения существующей территориальной сети автомобильных дорог и только в специальных случаях, продиктованных требованиями внешней среды непосредственного воздействия, - ее расширение (строительство новых дорог).

Дорожные работы по сохранению существующей сети автодорог в крае 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 ни каких работ по сохранению дороги не выполнялось в течении двух периодов, то стоимость восстановительных работ приближается к стоимости реконструкции. В таблице 2 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).

Таблица 2

**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

Из табл. 2 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.

### **Модель минимизации стоимости инвестиционных проектов по обслуживанию 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:

2)

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

3) по протяженности дорог участка сети:

4)

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

5) по предельной протяженности дорог по видам работ:

6)

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

7) по суммарной протяженности дорог по видам работ:

8)

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

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



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

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

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

10) по неотрицательности переменных:

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

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  $n$  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.

Схема матрицы этой модели для трех периодов планирования ( $n = 3$ ) и четырех видов дорожных работ ( $m = 4$ ) приведена в табл. 4.4, где

$i = 1$  – содержание,

$i = 2$  – ремонт,

$i = 3$  – реконструкция,

$i = 4$  – строительство.

Результаты расчетов по разработанной модели применяются в управлении «Краснодаравтодор» 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. 5.

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

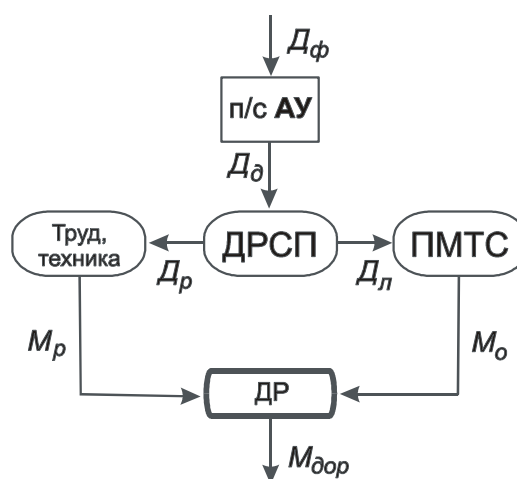


Рис. 5. Логистическая система управления автодорогами до начала реформ

В системе рис. 5 выходной материальный поток  $M_{\partial op}$  определяется суммой потоков труда и технических средств  $M_p$  и материально-технического снабжения  $M_o$ :

$$M_{\partial op} = k(M_p + M_o),$$

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.  $M_{\partial op}$  представляет собой сумму протяженностей дорожных участков, на которых выполнены перечисленные работы, т.е.:

$$M_{\partial op} = M_c + M_p + M_{рек},$$

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:

$$k_{эф} = \frac{M_{дор}}{M_{дор}} \cdot$$

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

$$M_{дор} = k_{эф} \frac{D_{д}}{C_c}$$

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. 6.

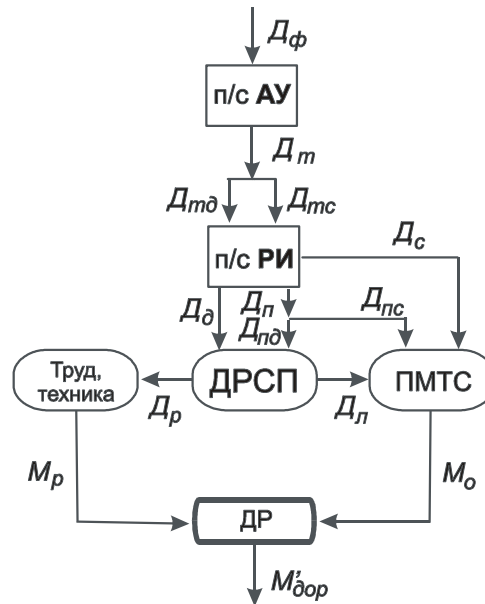


Рис. 4. Логистическая система управления автодорогами в послереформенный период

В состав системы введена подсистема распределения инвестиций (п/с РИ), благодаря которой средства дорожного фонда  $D_\phi$  за вычетом части  $k_y D_\phi$ , идущей на расходы по управлению, поступают на оплату проектов, выигранных победителями торгов. Смысл торгов в том, чтобы понизить стоимость проектов, а разность между их начальной и окончательной стоимостью является прибылью системы управления. Прибыль  $D_n$  направляется на оплату дополнительных дорожных работ  $D_{nd}$  и их материального обеспечения  $D_{nc}$ .

Эффективность подсистемы РИ определяется получаемой прибылью:

$$k_{эм} = \frac{D_m - (D'_\delta + D_c)}{D_m},$$

где  $D'_\delta$  – окончательная стоимость проектов дорожных работ;  $D_c$  – окончательная стоимость проектов материально-технического снабжения;  $D_m = (1 - k_y) D_\phi$  – средства, направленные на торги.

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

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

Отличие (2) от (1) состоит в наличие сомножителя  $(1 + k_{эм}) \geq 1$ , учитывающего прибыль, приносимую подсистемой распределения инвестиций.

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

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

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

$$\mathcal{E} = \frac{k'_{эф}}{k_{эф}} (1 + k_{эм})$$

Коэффициенты эффективности управления  $k'_{эф}$  и  $k_{эф}$  в сравниваемых системах существенно отличаются. Дело в том, что в существовавшей системе целью ДРСП являлось *повышение категорийности* работ, а категорийность 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  $M_{рек} \gg (M_p + M_{рек})$ :

$$k_{эф_{\min}} = \frac{1}{d_{рек}},$$

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

$$k_{эф_{\max}} = 1.$$

Учитывая различные целевые установки сравниваемых систем, можно считать, что  $k_{эф} \rightarrow k_{эф_{\min}} = \frac{1}{d_{рек}}$ , а  $k'_{эф} \rightarrow k_{эф_{\max}} = 1$ .

При достижении предельных значений коэффициентов эффективности управления получим предельное значение эффективности  $\mathcal{E}$ :

$$\mathcal{E}_{\max} = d_{рек}(1 + k_{эм}).$$

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

Управление «Краснодаравтодор», 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 ЛИТЕРАТУРЫ

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