

УДК 681.5

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛЮЮ РЕГИОНА**

Барановская Т.П. – д. э. н., профессор

Безродный О.К. – к. э. н., профессор

Лойко В.И. – д. т. н., профессор

*Кубанский государственный аграрный университет*

*Статья подготовлена по материалам проекта, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований.*

В статье предлагается методика формирования организационной структуры системы управления региональными дорогами Кубани, структура ее целей и функций, проводится анализ и сравнительная оценка структур целей и функций реструктуризированной и существовавшей систем управления, предлагаются варианты и проводится информационный анализ организационных структур подсистемы "Аппарат управления", предложены модель минимизации стоимости обслуживания сети автодорог и структура подсистемы распределения инвестиций.

### **Введение**

Конечные результаты производства зависят не только от уровня развития непосредственно той или иной отрасли, но и от обслуживающих его отраслей, которые принято называть инфраструктурой.

Автомобильные дороги являются важнейшим элементом инфраструктуры производственного комплекса Кубани.

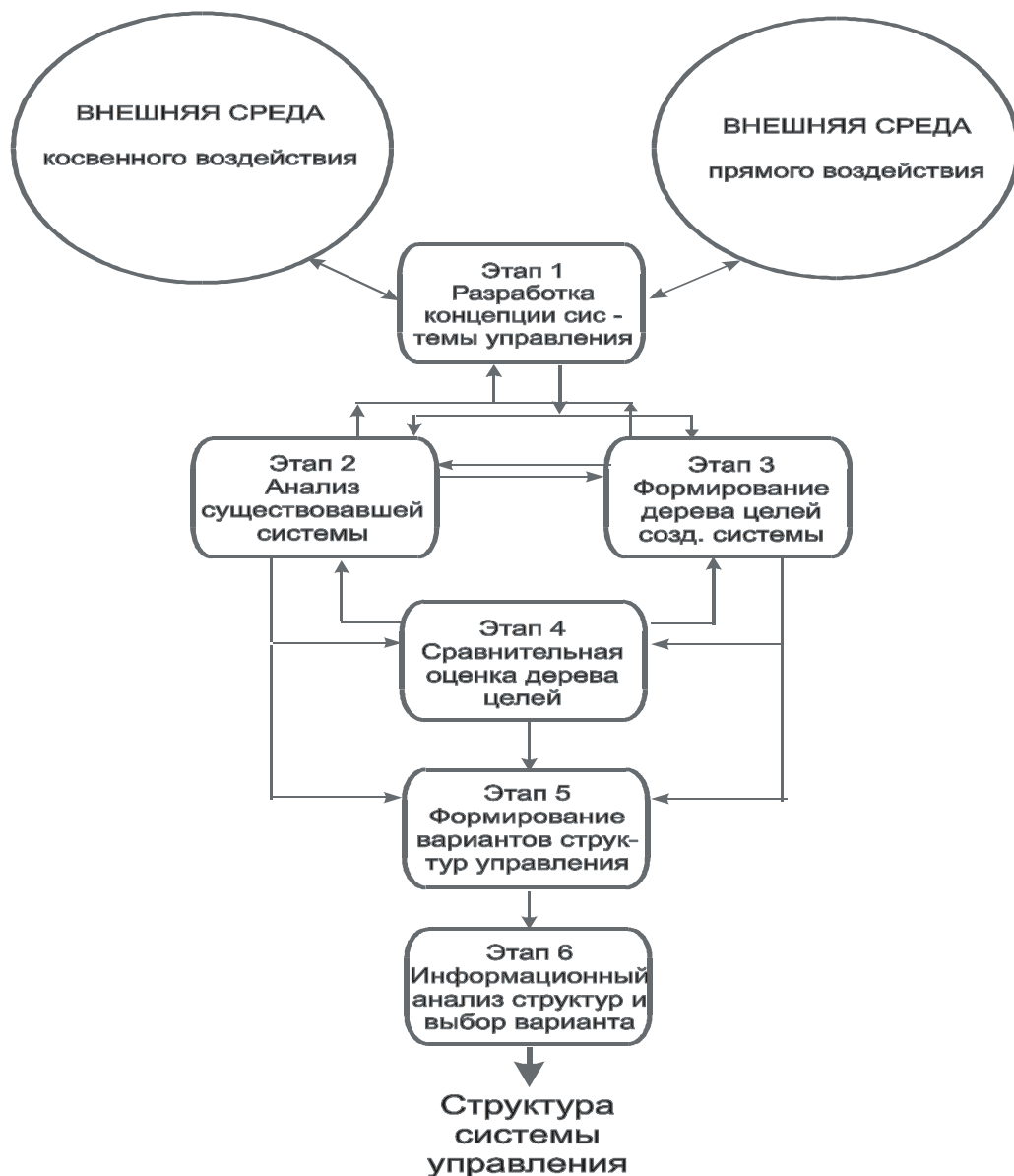
В результате коренного изменения функций и связей с внутренней и внешней средой региональные службы управления дорогами в России утратили производственные функции, а на передний план выдвинулись функции создания инвестиционных финансовых ресурсов и эффективное управление ими.

Совершенствование системы управления инвестициями в дорожное хозяйство в современных условиях является одним из наиболее действенных способов повышения эффективности работы отрасли, где при минимальных инвестициях может быть получен значительный экономический эффект.

Совершенствование системы управления дорожным хозяйством должно осуществляться по двум направлениям:

- совершенствование (перестройка) организационных структур управления;
- совершенствование методов управления.

## **1. Методика формирования организационной структуры**



**Рисунок 1 – Схема методики разработки организационной структуры системы управления региональными дорогами Кубани**

Обобщение подходов к созданию методик разработки и оценки сформированных управленческих структур позволило предложить конкретную схему формирования организационной структуры системы управления региональными дорогами Кубани. В ней можно выделить шесть основных этапов, взаимосвязь между которыми показана на рисунке 1.

1. Разработка концепции объекта и системы управления региональными дорогами Кубани.

2. Анализ, построение дерева целей и структуризация функций существующей системы управления на основе системно-целевого подхода.

3. Разработка дерева целей и функций системы управления региональными дорогами Кубани с использованием системно-целевого подхода.

4. Оценка и сравнительный анализ целей и функций создаваемой структуры.

5. Формирование вариантов организационной структуры системы управления региональными дорогами Кубани и расчет их информационных характеристик.

6. Сравнительный анализ характеристик вариантов и выбор окончательного из них для создаваемой организационной структуры системы управления региональными дорогами Кубани.

Перечисленные этапы связаны с существовавшей и создаваемой организационными структурами системы управления региональными дорогами Кубани, которые фактически связаны друг с другом. Новая структура вырастает из старой в силу того, что существовавшая система управления уже не в состоянии решать новые задачи, инициированные изменившейся внешней средой. Поэтому на графическом изображении методики (рис. 1) этапы не следуют строго друг за другом, а информационно взаимосвязаны.

При выполнении первого этапа на разработку концепции объекта системы управления непосредственное воздействие оказывают окружающая (внешняя) среда прямого и косвенного воздействия: экономика, политика, право, социально-культурные факторы, технология, государственные и краевые органы власти, рынок труда, поставщики и т.д. В то же время разработанный вариант концепции может быть скорректирован и после выполнения второго и третьего этапов, и после выполнения каждого из них. В свою очередь, формирование дерева целей создаваемой системы невозможно без анализа существовавшей, а анализ последней

невозможно без анализа существовавшей, а анализ последней должен проводиться в одинаковых с новой методологией рамках. В связи с этим этапы 2 и 3 взаимосвязаны: результаты анализа существовавшей системы позволяют сохранить и полнее использовать часть ее структурных элементов и свойств, изменив при необходимости их содержание.

Этап 4 позволяет полнее выявить новые цели и функции, а также модификацию содержания в сохранившихся для создаваемой системы управления элементах. При этом возможен возврат ко второму и третьему этапам для корректировки их результатов, необходимость которой может появиться в результате сравнительной оценки и анализа структур целей и функций существовавшей и создаваемой систем управлений на четвертом этапе.

Формирование вариантов организационной структуры системы управления на пятом этапе происходит под воздействием результатов выполнения этапа 2, дающего для исследования ранее существующей структуры дерево целей и функций, полученного на этапе 3 и являющегося основой для формирования организационной структуры создаваемой системы управления, и этапа 4, позволяющего на пятом этапе воспользоваться сохранившимися свое значение элементами существовавшей организационной структуры управления.

На шестом этапе методики происходит информационная оценка разработанных вариантов организационных структур системы управления и на основе принятого критерия по степени "централизации-децентрализации" производится окончательный выбор структуры управления.

## **2. Структура (дерево) целей и функций региональной системы**

## **управления автодорогами**

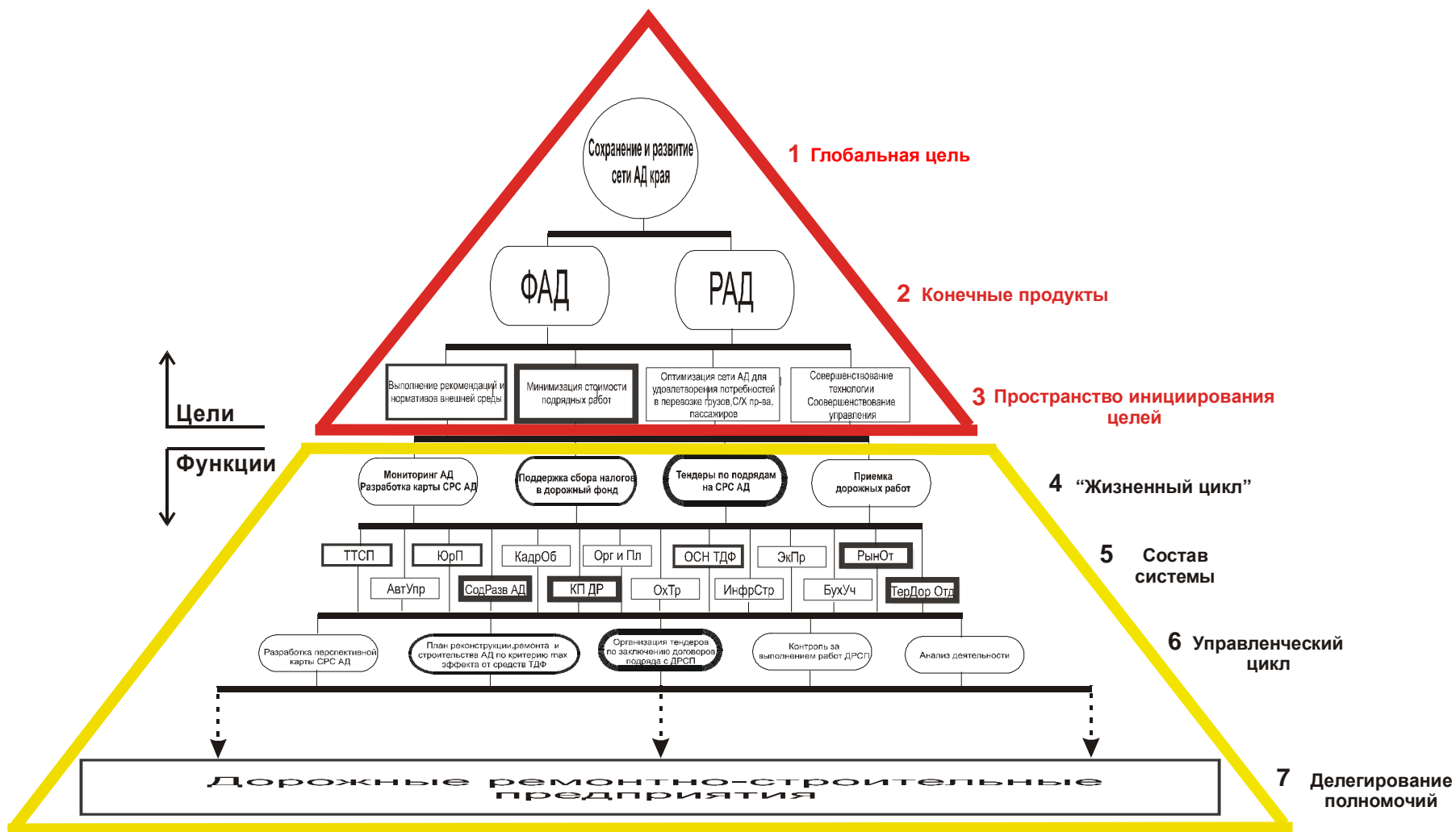
При разработке структуры (дерева) целей и функций использовался метод, базирующийся на концепции системы, учитывающей взаимодействие с окружающей средой и целеполагание.

В результате проведенной декомпозиции содержательный состав уровней приобрел следующий конкретный вид (рис. 2).

**Глобальная цель.** Глобальная цель системы управления региональными дорогами Кубани в результате реструктуризации системы не должна меняться. Она заключается в сохранении и развитии автодорог края.

**Конечные продукты.** Конечными продуктами деятельности системы управления региональными дорогами Кубани являются удовлетворяющие условиям эксплуатации автодороги: краевые (региональные – РАД) и частично федеральные (ФАД).

**Пространство инициирования целей.** Пространство инициирования целей включает четыре блока:



**Рисунок 2 – Дерево целей и функций реструктурированной системы управления региональными дорогами Кубани**

1. Выполнение рекомендаций и нормативов Министерства транспорта (Минтранс), Федеральной дорожной службы (ФДС), Государственной дорожной инспекции (ГДИ), Государственного комитета по имуществу (ГосКомИм), Государственной инспекции по безопасности дорожного движения (ГИБДД), краевого управления КубаньСтройЦена, Законодательного собрания края (ЗСК) и Администрации края – это цели, определяемые вышестоящими системами.

2. Минимизация стоимости подрядных работ. Эта цель инициируется как ДРСП, так и самой системой управления региональными дорогами Кубани.

3. Оптимизация сети автодорог для удовлетворения потребностей в перевозке грузов, сельскохозяйственного производства и пассажиров. Эта цель инициируется пользователями автомобильных дорог.

4. Совершенствование технологий дорожных работ и совершенствование управления. Эти цели инициируются самой системой управления региональными дорогами Кубани.

**Жизненный цикл.** Уровень жизненного цикла дерева целей и функций определяется этапами управления инвестициями в автодороги края:

1. Мониторинг автодорог и разработка на его основе карты содержания, ремонта, строительства автодорог (инвестиционных проектов).

2. Поддержка сбора налогов в территориальный дорожный фонд.

3. Распределение инвестиционных проектов среди ДРСП (проведение тендеров по подрядам на содержание, ремонт и строительство автодорог).

4. Приемка и выполнение дорожных работ.

**Функциональный состав системы.** Жизненный цикл системы управления региональными дорогами Кубани реализуется при выполнении определенного набора функций, которые были сгруппированы в 14 блоков, определяющих функциональный состав системы:



- 1 – технического и технологического сопровождения производства;
- 2 – юридической поддержки;
- 3 – кадрового обеспечения производства;
- 4 – организации и планирования;
- 5 – организации сбора налогов в дорожный фонд;
- 6 – экономики производства;
- 7 – рыночных отношений;
- 8 – автоматизации управления;
- 9 – содержания и развития автомобильных дорог;
- 10 – координации приемки дорожных работ;
- 11 – охраны труда;
- 12 – инфраструктуры;
- 13 – бухгалтерского учета;
- 14 – территориальных дорожных отделов.

Анализ состава функций каждого блока позволил их структурировать по степени важности с точки зрения генеральной функции блока.

**Управленческий цикл.** Цикл управления региональными дорогами Кубани, как системы управления инвестициями в дорожное хозяйство Кубани, состоит из пяти этапов:

- разработка перспективной карты содержания, ремонта и строительства автодорог (СРС АД);
- план реконструкции, ремонта и строительства автодорог (АД) по критерию максимизации эффекта от средств территориального дорожного фонда (ТДФ);
- распределение инвестиций (организация тендеров по заключению договоров подряда с ДРСП);
- контроль над выполнением работ ДРСП;

- анализ деятельности по достижению глобальной цели.

**Делегирование полномочий.** После коренного изменения функций управления, финансовых, материальных и информационных потоков в системе управления региональными дорогами Кубани производственные функции (полномочия) были полностью переданы (делегированы) дорожным ремонтно-строительным предприятиям края, выигравшим торги (тендеры) подрядных работ. Поэтому на седьмом уровне структуры (дерева) целей и функций перестроенной системы управления региональными дорогами Кубани находятся ДРСП.

Полученная семиуровневая структура целей и функций, где функции системы агрегированы в 14 блоков, изображена на рисунке 2. Здесь связи шестого и седьмого уровней показаны пунктиром, поскольку ДРСП стали самостоятельными организациями, и управление ими происходит не напрямую, а на основе договоров подряда и договоров с ГосКомИм.

Насколько и в чем изменилось дерево целей и функций системы управления региональными дорогами Кубани в результате воздействия изменившейся внешней среды можно судить, если, используя тот же метод, построить аналогичное дерево для существовавшей системы.

### **3. Анализ и сравнительная оценка структур целей и функций реструктуризированной и существовавшей систем управления**

Дерево целей и функций существовавшей производственной системы региональными дорогами Кубани приведено на рисунке 3.

Для удобства и наглядности сравнительного анализа на рисунке 2, где изображено дерево целей и функций реструктуризированной системы управления, жирными абрисами выделены новые блоки, полужирными – блоки с принципиально изменившимися функциями и целями.

Как видно из сравнения рисунков 2 и 3, глобальная цель систем одинаковая – сохранение и развитие автодорог края. Конечными продуктами деятельности также являются региональные и частично федеральные дороги. Однако пространство инициирования целей третьего уровня существенно изменилось, что отражает изменения внешней среды как прямого, так и косвенного воздействия.

В частности, в первом блоке третьего уровня "директивы" (рис. 3) заменены "рекомендациями" (рис. 2) и исключена "загрузка работой всех ДРСП". Во втором блоке этого уровня в существующей системе цель, инициируемая подведомственными системами, т.е. ДРСП, определялась как "повышение категоричности ДРСП", что естественно, так как увеличивается оплата труда работников. В реструктурированной системе цель ДРСП другая – минимизация стоимости подрядных работ, но тоже ведущая к росту оплаты труда, так как позволяет выигрывать тендеры, а значит, увеличивать объемы работ и прибыль.

Третий и четвертый блоки остались без изменения, хотя достижение целей этих блоков осуществляется в реструктурированной системе с помощью реализации добавленных и изменившихся функций.

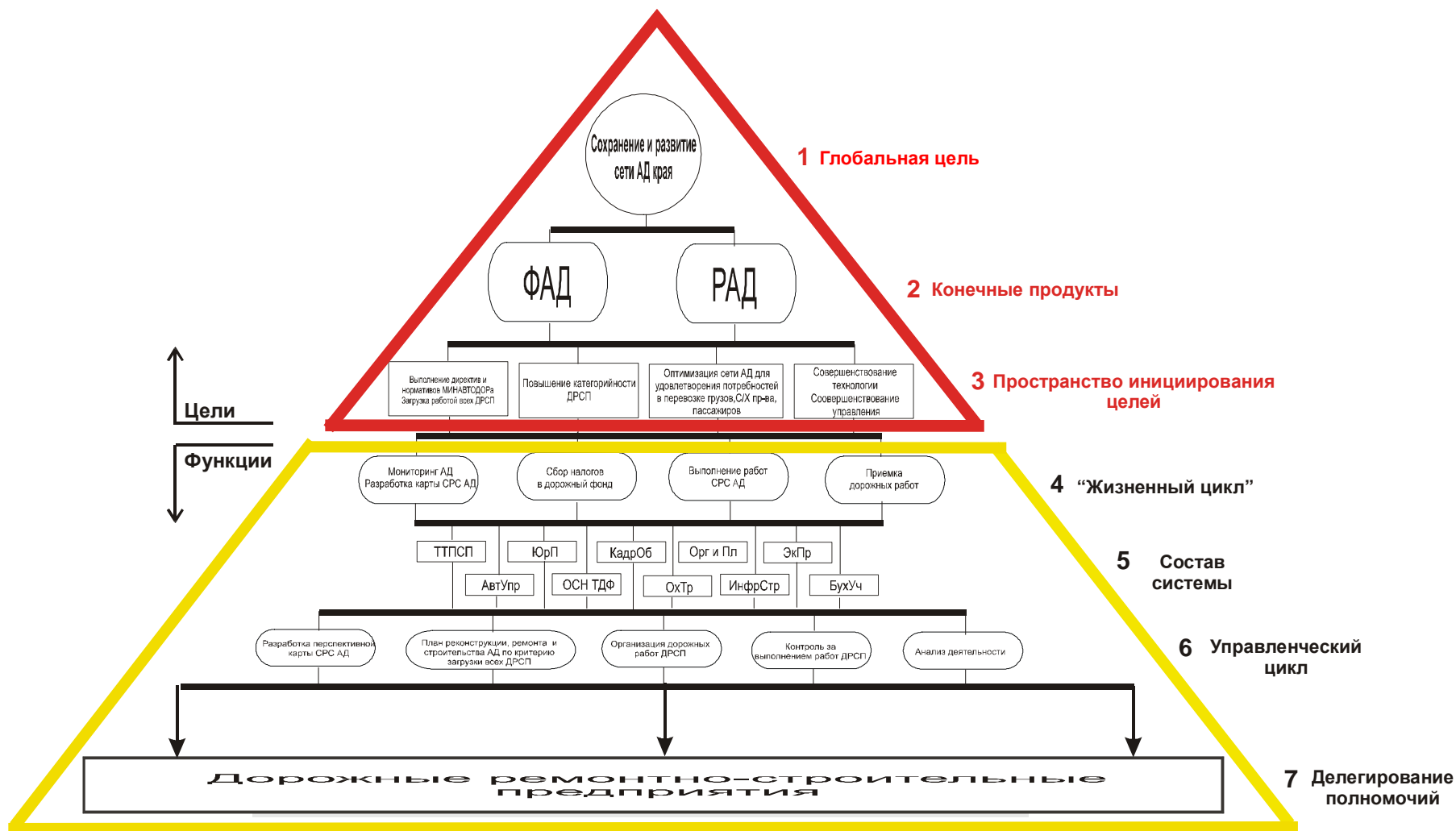


Рисунок 3 – Дерево целей и функций дореформенной системы управления региональными дорогами

Кубани

С четвертого уровня начинается структура функций. Этот уровень (жизненный цикл) в существующей и разрабатываемой системах управления состоит из четырех блоков, причем первый и четвертый у них одинаковы.

Второй блок (рис. 3) определяет функцию сбора налогов (т. е. выполнения работы налоговой инспекции) в территориальный дорожный фонд (ТДФ), а на рисунке 2 – только поддержку сбора налогов в ТДФ, т. е. помощь в работе налоговой инспекции, выявление налогоплательщиков, проведение взаимозачетов и так далее. Третий блок жизненного цикла (рис. 3) – выполнение дорожных работ, т. е. производственная функция. Этот блок на рисунке 2 в новой системе исключен (функция передана в ДРСП), а вместо него введен блок тендеров по подрядам на дорожные работы, позволяющий наиболее эффективно распределить инвестиционные проекты на рынке подрядных работ.

Функциональный состав системы, отображаемый на пятом уровне, содержит десять функциональных блоков, которые переходят в структуру новой системы (рис. 2). При этом в части блоков существенно изменяется содержание функций. Например, блок технологической и технической подготовки и сопровождения производства (ТТПСП) в новой структуре теряет функцию подготовки, остается лишь сопровождение производства (ТТСП). В блоке юридической поддержки появляются и становятся основными функции юридического обоснования договорных отношений, организации тендеров, прав собственности и т. д. Блок функций кадрового обеспечения существенно упрощается в новой структуре, так как из него исключаются функции обеспечения кадрами ДРСП. В блоке организации и планирования исчезают производственные функции, а блок экономики производства (ЭпПр) преобразуется в блок экономики (Эк), основными функциями которого становятся разработка бюджета дорожного фонда и

контроль за его исполнением. Блок функций организации сбора налогов в территориальный дорожный фонд (ОСН ТДФ) заменятся в новой системе на блок функций поддержки сбора налогов в ТДФ (ПСН ТДФ). Блоки автоматизации управления (АвтУпр), охраны труда (ОхТр), бухгалтерского учета (БухУч) и инфраструктуры потеряли функции, связанные с управлением производством в ДРСП, но приобрели функции взаимодействия с изменившейся внешней средой непосредственного воздействия.

Помимо изменения состава и содержания функций в блоках пятого уровня структуры целей и функций реструктурированной системы в ней появились четыре новых блока:

- содержания и развития автодорог (СодРазвАД);
- координации приемки дорожных работ (КП ДР);
- рыночных отношений (РынОт);
- территориальных дорожных отделов (ТерДорОтд).

Их появление обусловлено принципиальными по содержанию изменениями внешних и внутренних условий:

- изменение прав собственности (блок КП ДР);
- изменение экономических отношений хозяйственных субъектов – возникновение рыночных отношений (блок РынОт);
- изменение подхода к ранжированию дорожных работ по степени первоочередности (блок СодРазвАД);
- появление у системы управления функций заказчика-инвестора (блоки ТерДорОтд).

Управленческий цикл как в существовавшей системе, так и в разрабатываемой, содержит пять блоков, причем первый, четвертый и пятый (при счете слева направо) внешне выглядят одинаково, хотя, конечно, содержание и состав их функций не может не измениться, поскольку в новой

системе исключена функция производства дорожных работ. Во втором блоке функций управленческого цикла кардинально изменился подход и критерий планирования дорожных работ. Если в существовавшей системе планирования ставилась задача обязательно загрузить работой все ДРСП в соответствии с их категорией, то в исследуемой системе план дорожных работ создается по критерию максимизации эффекта от инвестированных в них средств территориального дорожного фонда и других источников инвестиций.

В существовавшей системе, в отличие от исследуемой, дорожные ремонтно-строительные предприятия входили в состав системы, поэтому связи шестого и седьмого (производственного) уровней жесткие (сплошные линии).

Проведенный сравнительный анализ двух структур целей и функций показывает, что они имеют внешнее сходство структур, что естественно, так как методика структуризации, базирующаяся на концепции системы, учитывающей ее взаимодействие с внешней средой, использована как для исследуемой (рис. 2), так и для существовавшей системы (рис. 3). Однако, начиная с третьего уровня, в дереве исследуемой системы появляются новые блоки целей и функций, и принципиально изменяется состав и содержание функций в блоках, которые присутствуют и в дереве целей и функций существовавшей системы. Это позволяет говорить о новизне разработанной структуры целей и функций системы, адаптированной к кардинально изменившимся условиям внешней среды и сохраняющей глобальную цель и виды конечного продукта.

#### **4. Варианты и информационный анализ организационных структур подсистемы "Аппарат управления"**

При формировании структуры системы управления региональными дорогами Кубани было учтено то, она не производственная, а вся ее деятельность направлена на организацию создания инвестиционных средств, определение объектов для их вложения (разработка укрупненных инвестиционных проектов) и распределение инвестиций на рынке подрядных работ.

Из проведенного обзора управленческих структур, с учетом функциональных особенностей управления инвестициями, изложенных при формировании дерева целей и функций, следует, что наиболее приемлемый тип управленческой структуры – функциональный, но с явно выраженной иерархической соподчиненностью. Объясняется такое предпочтение тем, что исторически управление региональными дорогами Кубани было типично производственной структурой с линейно-функциональной иерархической организацией. Исключение производственной функции убирает линейную часть структуры, но хорошо зарекомендовавшая себя функционально-иерархическая компонента должна быть оставлена.

Для реализации частных функций, выделенных при разработке дерева целей и функций системы, были сформированы отделы и службы общим количеством 45, из которых 29 приходятся на территориальные дорожные отделы. При создании вариантов структуры системы и последующего их анализа именно отделы и службы являлись нижним уровнем декомпозиции.

Элементы нижнего уровня можно объединять по различным признакам. При этом формируются структуры, функциональная направленность которых одинакова, но скорость прохождения и обработки информации различна, различна также сложность и гибкость структур, их адаптивность к воздействию внешней среды. Для сравнительной оценки был привлечен аппарат информационного подхода для анализа иерархических структур,



что естественно, так как любая система управления – это система целенаправленной обработки информации.

Были разработаны 7 вариантов структур системы управления региональными дорогами Кубани, два из которых изображены на приводимых ниже рисунках, имеющих по 45 "элементов-листьев". На рисунках приняты следующие сокращения:

С и РАД – служба содержания и развития автодорог;

ОКС – отдел капитального строительства;

ПР – отдел проектных работ;

НДФ - отдел налогов дорожного фонда;

РО – отдел рыночных отношений;

ИО – отдел информационного обеспечения;

ЖЭК – жилищно-эксплуатационная контора;

УПТК – управление производственно-техническим комплексом;

БО – отдел баз отдыха;

ОК- отдел кадров;

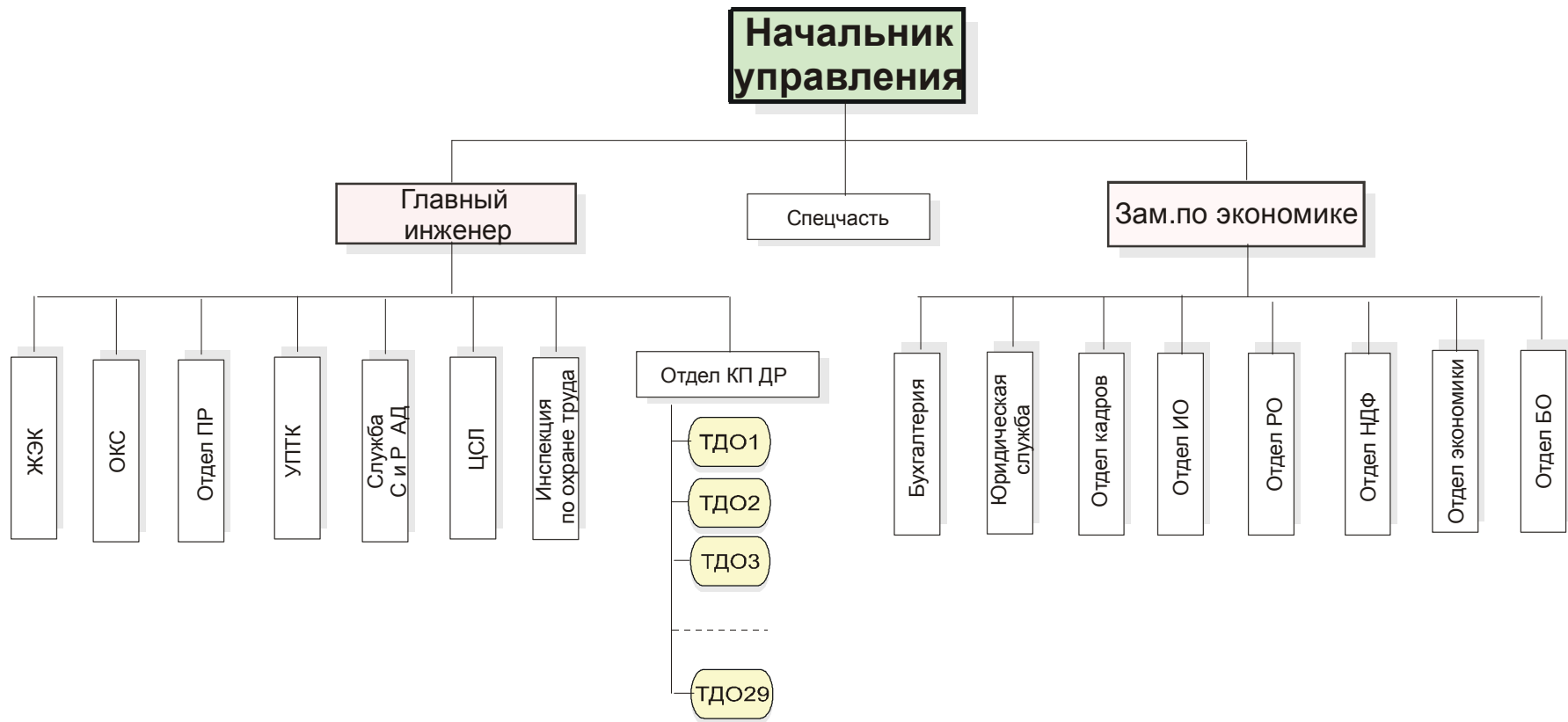
ЮС - юридическая служба;

ЦСЛ - центральная строительная лаборатория;

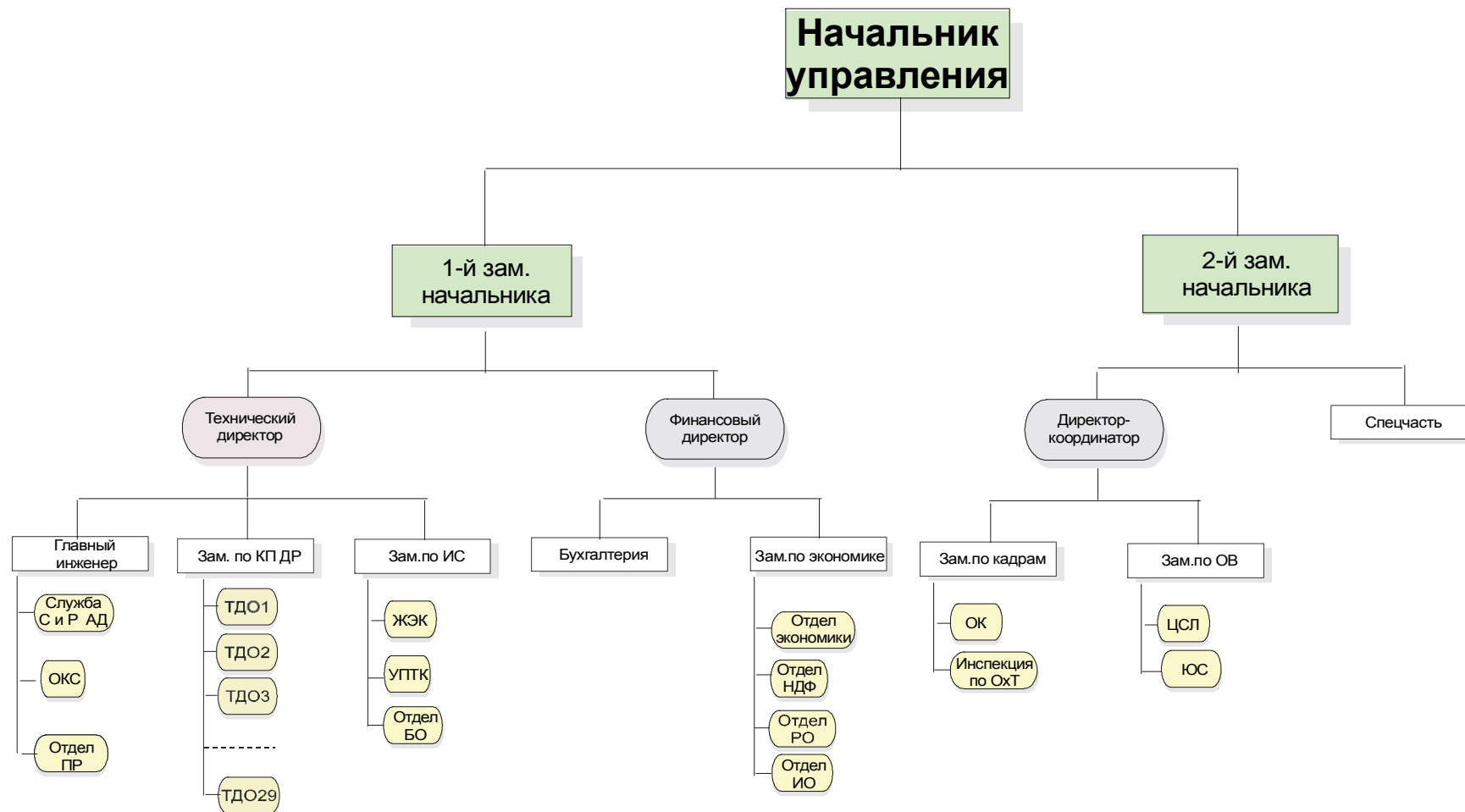
ОхТ - охрана труда;

ТДО - территориальный дорожный отдел.

Выбор руководителем одного из "элементов-листьев" определяет состояние системы в данный момент.



**Рисунок 4 – Структура системы управления региональными дорогами Кубани (вариант 2)**



**Рисунок 5 – Структура системы управления региональными дорогами Кубани (вариант 7)**

Каждый элемент структуры оценивался по отношению к системе как участвующий или нет в принятии решения, а выбор состояний узлов для определенности принят равновероятным. Тогда формула расчета полной информационной оценки (системная сложность) упрощается и принимает вид

$$C_c = \log_2 n,$$

где  $n$  – число возможных состояний узла структуры системы управления.

Для всех вариантов системная сложность  $C_c$  одинакова, так как задача верхнего уровня (начальника управления) в конечном счете сводится к выбору подразделения для осуществления той или иной функции, подготовке того или иного управленческого решения. Количество же подразделений низшего уровня (по принятому пределу структуризации) во всех вариантах равно 45. Следовательно, системная сложность структур вариантов –

$$C_c = \log_2 45 = 5,49.$$

Собственное содержание (сложность)  $C_o$  вариантов структуры разное. Различны также внутренние (взаимные) сложности  $C_e$  структур. Отличаются и степени централизации управления  $\alpha$ , и коэффициенты использования элементов структуры  $\beta$ . Рассчитанные информационные оценки вариантов структуры системы управления региональными дорогами Кубани сведены в таблицу 1.

Таким образом, получилось, что наибольшую сложность имеет структура варианта 7 ( $C_o = 18,6$ ), а наименьшую – структура варианта 2 ( $C_o = 12,9$ ). Это значит, что элементы варианта 7 структуры больше, чем в других вариантах, взаимодействуют между собой, что усиливает целостность и связность системы. Но одновременно это увеличивает затраты

времени и труда на работу аппарата управления самого на себя, то есть без пользы для системы в целом.

**Таблица 1 – Информационные оценки вариантов структуры**

№ варианта	ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОЦЕНКИ				
	Системная сложность $C_c$	Собственная сложность $C_o$	Внутренняя сложность $C_v$	Степень централизации $\alpha$	Коэффициент использования $\beta$
<b>1</b>	<b>5,49</b>	<b>12,9</b>	<b>-7,41</b>	<b>0,57</b>	<b>0,43</b>
<b>2</b>	<b>5,49</b>	<b>12,4</b>	<b>-6,5</b>	<b>0,56</b>	<b>0,44</b>
3	5,9	15,6	-10,7	0,5	0,5
4	5,49	14,92	-9,43	0,63	0,37
5	5,49	5,49	0	0	1
6	5,49	17,6	-12,11	0,69	0,31
7	5,49	18,6	-13,11	0,71	0,29

$$\text{Здесь } C_v = C_c - C_o; \quad \alpha = -\frac{C_v}{C_o}; \quad \beta = \frac{C_c}{C_o}; \quad \beta = 1 - \alpha.$$

Сравнение структур только по собственной сложности  $C_o$  возможно лишь в том случае, если число подразделений самого нижнего уровня иерархии (по принятой степени декомпозиции) во всех структурах одинаково. В противном случае нужно использовать относительные оценки – степень целостности (централизации управления) системы  $\alpha$  и сопряженный этой оценке коэффициент использования элемента структуры в целом  $\beta$ .

Содержательная интерпретация этих оценок позволяет сделать вывод о том, что чем больше целостность элементов системы, тем ниже коэффициент использования ее элементов. Иными словами, оценку  $\beta$  можно использовать как меру самостоятельности элементов системы, то есть меру децентрализации управления.

В современных условиях дефицита средств на содержание аппарата управления необходимо максимально использовать возможности элементов системы, что ведет к требованию максимизации оценки  $\beta$  и, соответственно, минимизации оценки связности элементов  $\alpha$ . Исходя из сказанного, наилучшим вариантом структуры системы управления региональными дорогами Кубани является вариант 2, при котором  $\alpha = 0,56$ , а  $\beta$  – максимально и равно 0,44. Опыт показывает, что близость значений  $\alpha$  и  $\beta$  является наиболее приемлемой.

Из разработанных вариантов предпочтительнее вариант 2, так как он меньше загружает руководителя, что позволяет ему сосредоточиться на стратегических задачах управления дорожным хозяйством региона и уделять больше времени на коммуникации с внешней средой, влияние которой на функционирование исследуемой системы в настоящее время огромно.

## **5. Модель минимизации стоимости обслуживания сети автодорог**

В условиях ограниченных финансовых ресурсов, получаемых от источников инвестиций, возникает проблема их оптимального использования.

На Кубани плотность автомобильных дорог выше средней по сравнению с Европейской частью 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 расходы 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 никаких работ по сохранению дороги не выполнялось в течение 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 таблицы 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 региональными дорогами Кубани, начиная с 1996 года (табл. 3 и рис. 6).



**Таблица 3 – Динамика изменения структуры инвестиций в дорожные работы за 1992–1998 гг.**

<b>Расходы</b>	<b>1992 г.</b>	<b>1993 г.</b>	<b>1994 г.</b>	<b>1995 г.</b>	<b>1996 г.</b>	<b>1997 г.</b>	<b>1998 г.</b>
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

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



**Рисунок 6 – Динамика изменения структуры инвестиций в дорожные работы управления региональными дорогами Кубани за 1992–1998 гг.**

Для количественной оптимизации распределения годовых объемов инвестиций по видам дорожных работ и проведения имитационных экспериментов 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.

### Математическая модель

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

$$Z = \sum_{i=1}^m S_i \rightarrow \max \quad (4.1)$$

при условиях:

1) по объемам инвестиций:

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} x_{ij} = b_j; \quad j = \overline{1, n}; \quad (4.2)$$

2) по протяженности дорог участка сети:

$$-\sum_{k=1}^{j-1} x_{mk} + \sum_{i=1}^{m-1} x_{ij} \leq S; \quad j = \overline{1, n}; \quad (4.3)$$

3) по предельной протяженности дорог по видам работ:

$$-\sum_{k=1}^{j-1} x_{mk} + x_{ij} \leq S; \quad i = \overline{1, m-1}; \quad j = \overline{1, n}; \quad (4.4)$$

4) по суммарной протяженности дорог по видам работ:

$$-S_i + \sum_{j=1}^n x_{ij} = 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad (4.5)$$

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

$$\begin{aligned} x_{(j+1)j} &= 0 \quad \text{при } j = 1; \\ x_{(j+2)j} &= 0 \quad \text{при } j = 1; \end{aligned} \quad (4.6)$$

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

б) по неотрицательности переменных:

$$x_{ij} \geq 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad (4.7)$$

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  $n$ -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.

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

$i=1$  – содержание,

$i=2$  – ремонт,

$i=3$  – реконструкция,

$i=4$  – строительство.

Результаты расчетов по разработанной модели применяются в управлении региональными дорогами Кубани при прогнозировании объемов и видов дорожных работ с 1996 года.

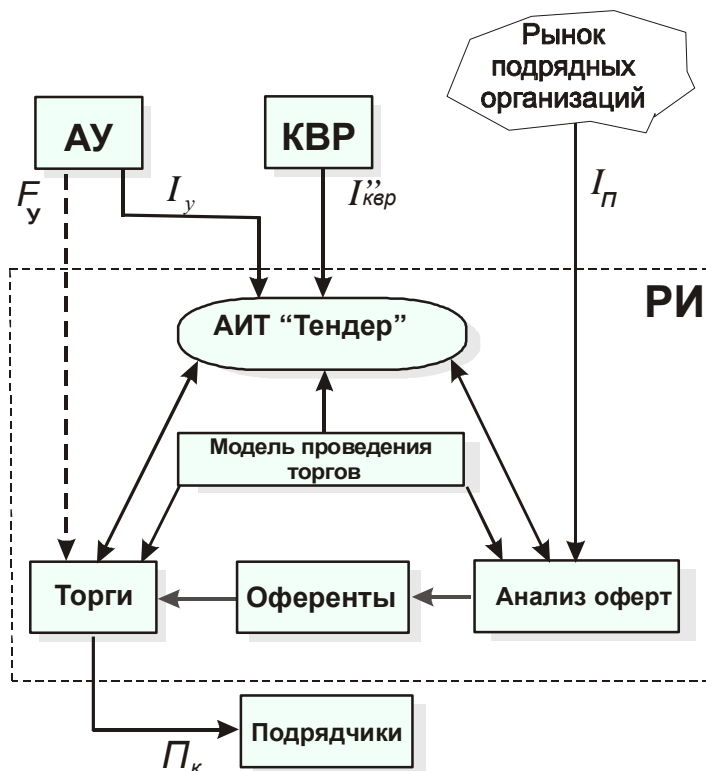
**Таблица 4 – Схема матрицы линейно-динамической модели оптимизации распределения по годам инвестиций  
в дорожные работы**

	Ограничения	Расчетные показатели				1-й период				2-й период				3-й период				Тип и объем ог- раничения
		$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$x_{11}$	$x_{21}$	$x_{31}$	$x_{41}$	$x_{12}$	$x_{22}$	$x_{32}$	$x_{42}$	$x_{13}$	$x_{23}$	$x_{33}$	$x_{43}$	
1 год	Инвестиции					$a_{11}$			$a_{41}$									$=b_1$
	Протяженность дорог					1												$\leq S$
	Протяженность дорог: по содержанию																	
	по ремонту																	
по реконструкции																		
2 год	Инвестиции									$a_{12}$	$a_{22}$		$a_{42}$					$=b_2$
	Протяженность дорог								-1	1	1							$\leq S$
	Протяженность дорог: по содержанию								-1	1								$\leq S$
	по ремонту										1							$\leq S$
по реконструкции																		
3 год	Инвестиции													$a_{13}$	$a_{23}$	$a_{33}$	$a_{43}$	$=b_3$
	Протяженность дорог								-1				-1	1	1	1		$\leq S$
	Протяженность дорог: по содержанию								-1				-1	1				$\leq S$
	по ремонту								-1						1			$\leq S$

		Расчетные показатели				1-й период				2-й период				3-й период				
	по реконструкции														1		$\leq S$	
Связующий блок	Общая протяженность дорог по содержанию	-1				1				1				1			=0	
	по ремонту		-1				1				1				1		=0	
	по реконструкции			-1				1				1				1	=0	
	по строительству				-1				1				1				1	=0
	<b>Целевая функция</b> – протяженность дорог с выполненными работами	1	1	1	1												$\rightarrow \max$	

## 6. Структура подсистемы распределения инвестиций

Для повышения эффективности инвестиций была разработана подсистема распределения инвестиций (РИ), структурная схема которой приведена на рисунке 7.



**Рисунок 7 – 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 ДРСП 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, включающей 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  $I_{\Pi}$  (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 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 региональными дорогами Кубани 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 уменьшить 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-



предложенных инжиниринговыми фирмами Санкт-Петербурга, Вологды, дорожных ассоциаций заказчиков "РАДОР" 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 (табл. 5).

**Таблица 5 – Показатели подрядных торгов управления региональными дорогами Кубани**

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 дополнительные виды дорожных работ, повышается качество их выполнения, что в конечном итоге увеличивает срок службы всей дорожной сети.

### **Выводы**

1. Проведен системный анализ структуры подсистемы, разработана методика создания организационной структуры аппарата управления. В ее рамках предложена концепция системы управления автодорогами, согласующаяся с изменившимися условиями внешней и внутренней среды. Разработано дерево целей и функций вновь созданной систе-

мы управления автодорогами региона, на основе которого предложены варианты организационных структур. Для выбора наиболее приемлемого варианта предложено проводить информационный анализ организационных структур.

2. Для проведения научно обоснованного определения приоритетных объемов и видов дорожных работ обобщен методический подход и разработана основанная на нем оптимизационная математическая модель, позволяющая минимизировать затраты на обслуживание сети автодорог региона и реализовать имитационное моделирование поведения системы управления инвестициями в автодороги.

3. Для эффективного распределения финансовых объемов на рынке подрядных дорожно-строительных организаций необходима обоснованная методология распределения инвестиций. Подсистема содержит модель и технологию проведения подрядных торгов, поддерживаемую автоматизированной информационной технологией "Тендер". Использование предложенной методики распределения инвестиций в управлении региональными дорогами Кубани позволило снизить удельные затраты на проведение дорожных работ и таким образом увеличить их общий объем.

### **Список литературы:**

1. Ткачев А.Н. Эффективное обслуживание сети автодорог региона / А.Н. Ткачев, О.К. Безродный // Вестник Оренбургского государственного университета, 2004. – №6.
2. Лойко В.И. Система инвестиционного управления автодорожной отраслью региона / В.И. Лойко, О.К. Безродный // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(1). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/07/p07.asp>.
3. Лойко В.И. Методическое обеспечение структурной перестройки предприятий агропромышленного комплекса в переходный период. – Краснодар: КубГАУ, 2000.
4. Барановская Т.П. Модели реформирования предприятий АПК в рыночной экономике. – Краснодар: КубГАУ, 2000.