

КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Докт. техн. наук, проф. ЛЕОНОВИЧ И. И., канд. техн. наук, доц. КАШЕВСКАЯ Е. В.

Белорусский национальный технический университет

Стратегическая цель управления качеством автомобильных дорог заключается в создании благоприятных инфраструктурных условий для экономического и социального развития Республики Беларусь, повышения уровня жизни и деловой активности населения, эффективности использования производственных и природных ресурсов страны и укрепления национальной безопасности.

Одним из прогрессивных методов управления системами является процессный подход, который предполагает рассмотрение систем управления качеством автомобильных дорог как части системы управления дорожным хозяйством [1].

Управление качеством автомобильных дорог как объект управления также можно рассматривать в виде системного комплекса, входящего в состав каждого элемента дорожного хозяйства:

- подсистемы управления качеством автомобильных дорог в органах государственного управления на республиканском и местном уровнях;

- подсистемы управления качеством на уровне производственных предприятий, которые осуществляют работы по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений;

- подсистемы управления качеством в проектных, научных, учебных, информационных и других структурных подразделениях дорожного хозяйства, которые обеспечивают проектное, научное, информационное и кадровое обеспечение процессов управления качеством автомобильных дорог.

С точки зрения обеспечения простоты и надежности работы любой системы, в том числе и

системы управления качеством автомобильных дорог, важно при построении структуры системы использовать основной принцип системности.

Системный подход предполагает исследование объекта как единого целого, т. е. как структуру, включающую составные элементы, и как часть другой системы более высокого уровня.

С точки зрения классической теории управления, управление дорожным хозяйством должно вестись путем реализации определенных функций с использованием необходимых методов и принципов [2].

Применительно к построению систем управления качеством, и в частности при построении системы управления качеством автомобильных дорог, целесообразно использовать восемь функций управления, регламентированных «петлей качества» международных стандартов ИСО серии 9000–2000 [3]:

- политика предприятия;
- маркетинг;
- финансы;
- реализация;
- кадры (персонал);
- качество;
- закупки (материально-техническое снабжение);
- производство.

Особенность процессного подхода к управлению качеством автомобильных дорог заключается в системности, т. е. в «одинаковости» принципов построения системы для любой функции и любого уровня управления. Это значит, что при реализации перечисленных специальных функций следует учитывать работу об-

щих функций управления, а именно: планирование, принятие управленческих решений, контроль (мониторинг), анализ и оценку, корректировку и стимулирование.

В соответствии с теорией управления в любой системе управления существует иерархия. Для анализа иерархии системы управления качеством автомобильных дорог рассмотрим трехуровневую систему управления дорожным хозяйством [3].

Согласно этой иерархии управление качеством автомобильных дорог можно рассматривать как трехуровневую систему (рис. 1): стратегический уровень управления; тактический уровень управления; оперативный уровень управления.

На любом уровне управления будут решаться задачи стратегического, тактического и оперативного управления, соответствующие данному уровню иерархии. Отличаться будут решаемые задачи.

На I уровне (стратегическом) осуществляется управление дорожным хозяйством в целом, решаются задачи стратегического управления качеством автомобильных дорог:

- разработка концепций совершенствования системы управления качеством автомобильных дорог;
- выработка технической политики в области управления качеством автомобильных дорог;
- создание нормативно-технической базы;
- определение основных принципов финансирования проектов;
- отработка основных принципов взаимодействия с организациями, обеспечивающими мониторинг процессов управления качеством автомобильных дорог на всех уровнях управления;
- организация и финансирование научных исследований;
- организация системы подготовки и переподготовки кадров в области менеджмента качества.

Реализация решений по управлению качеством автомобильных дорог и распределение выделяемых ресурсов между подрядными организациями осуществляются на II уровне управления (тактическом), задачами которого являются:

- организация работ по обеспечению безопасного и безопасного движения автомо-

бильного транспорта, повышению уровня транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог, повышению их пропускной способности и экологической безопасности;

- проведение единой технической политики, обеспечение внедрения новых технологий и материалов при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог с целью повышения их качества;

- организация управления качеством автомобильных дорог на основе разработки комплекса организационно-технических мероприятий, оценки затрат и потребностей в материально-техническом обеспечении;

- обеспечение надзора за соблюдением норм и правил при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог и сооружений на них, принятие своевременных мер по устранению выявленных недостатков;

- контроль качества выполненных работ.

III уровень управления (оперативный) – уровень подрядных организаций, на котором осуществляется оперативное управление качеством в процессе производства работ:

- выполнение работ в соответствии с проектной и нормативно-технической документацией;
- поддержание требуемого уровня транспортно-эксплуатационных характеристик эксплуатируемых автомобильных дорог;
- обеспечение безопасности дорожного движения как одного из основных показателей качества автомобильных дорог;
- выбор технологии и способа организации работ для обеспечения высокой эффективности использования ресурсов;
- обеспечение экологических требований при производстве работ.

Следует отметить, что на любом уровне управления при реализации функций управления будут решаться задачи стратегического, тактического и оперативного управления, соответствующие данному уровню иерархии. Такую ситуацию математически можно представить в виде «матрицы управления»

$$U = \begin{bmatrix} u_{ss} & u_{st} & u_{so} \\ u_{ts} & u_{tt} & u_{to} \\ u_{os} & u_{ot} & u_{oo} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где u_{ss} – задачи стратегического управления на стратегическом уровне иерархии; u_{st} – то же тактического управления на стратегическом уровне иерархии; u_{so} – то же оперативного управления на стратегическом уровне иерархии; u_{ts} – то же стратегического управления на тактическом уровне иерархии; u_t – то же тактического управления на тактическом уровне иерархии; u_{to} – то же оперативного управления на тактическом уровне иерархии; u_{os} – то же стратегического управления на оперативном уровне управления; u_{ot} – то же тактического управления на оперативном уровне иерархии; u_{oo} – то же оперативного управления на оперативном уровне иерархии.

Решение выделенных задач предполагает управление большими объемами информации и требует внедрения современных автоматизированных систем управления (АСУ). При управлении качеством автомобильных дорог на всех уровнях управления должны быть решены задачи, которые достаточно полно классифицированы специалистами Томского ГАСУ (рис. 1) [4].

Представленный перечень задач должен

решаться на каждом уровне управления в соответствии с целями данной ступени иерархии.

Системный подход предполагает, что на каждом из выделенных уровней управления качеством автомобильных дорог менеджеры будут осуществлять одинаковый набор функций: планирование, организацию, контроль (мониторинг), стимулирование (координация), которые по своему содержанию определяются задачами, решаемыми на заданном уровне управления.

Рассмотрим сущность перечисленных функций применительно к разным уровням управления качеством автомобильных дорог.

На всех уровнях управления системой на стратегическом уровне осуществляется планирование:

- основных направлений совершенствования системы управления качеством автомобильных дорог;
- основных положений технической политики;
- нормативно-технической базы;
- финансирования проектов в области управления качеством автомобильных дорог;

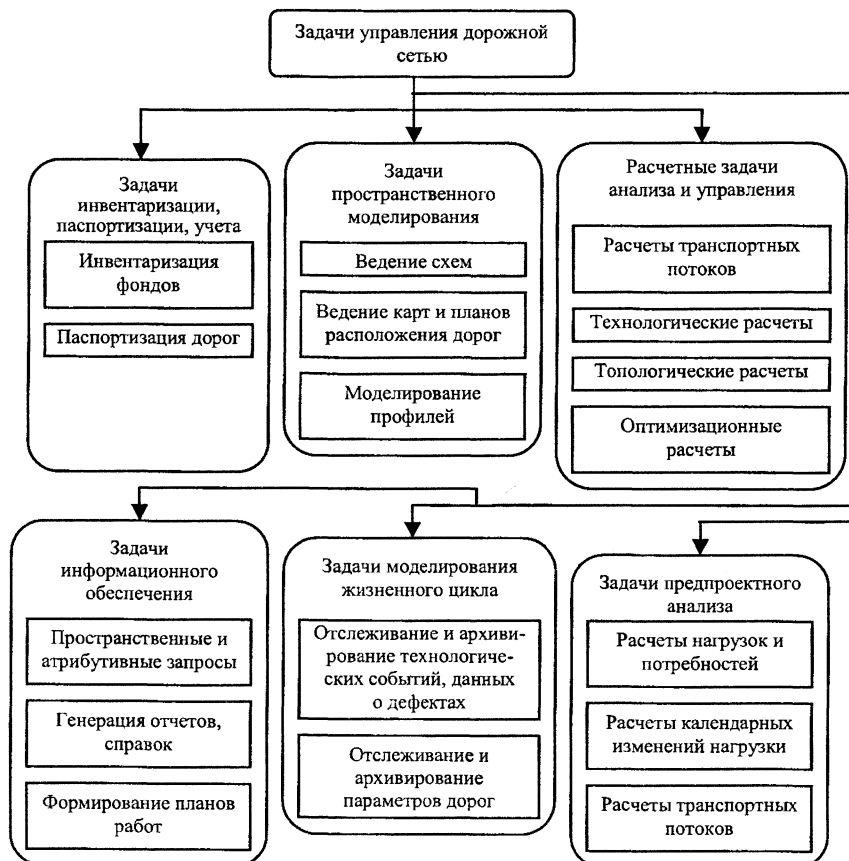


Рис. 1. Классификация задач управления

- механизмов взаимодействия организаций, обеспечивающих мониторинг процессов управления качеством автомобильных дорог на всех уровнях управления;

- финансирования научных разработок в области менеджмента качества;

- системы подготовки и переподготовки кадров в области менеджмента качества.

На тактическом уровне планируется:

- работа подрядных организаций по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию автомобильных дорог;

- внедрение новых технологий, техники и материалов в соответствии с единой технической политикой отрасли;

- организационно-технических мероприятий по повышению качества продукции, а также затрат на проведение этих мероприятий с оценкой эффективности;

- надзора за соблюдением норм и правил при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог и сооружений на них, планирование своевременных мер по устранению выявленных недостатков;

- контроля качества выполненных работ.

III уровень управления предполагает оперативное планирование мероприятий по обеспечению требуемого качества выполнения работ.

Функция организации предполагает разработку на каждом уровне определенных механизмов, позволяющих решать соответствующие данному уровню управления задачи. С точки зрения практической организации производства, могут быть не только разработаны определенные механизмы, процедуры, но и созданы специальные структурные подразделения, которые будут решать конкретные задачи. Например, контроль качества выполненных работ целесообразно осуществлять специализированными испытательными лабораториями. Государственная программа «Дороги Беларуси на период 2006–2015 гг.» [5] устанавливает, что испытательные лаборатории должны являться ключевыми звеньями соответствующих уровней действующей системы контроля качества и обладать необходимой компетентностью в установленной области их деятельности и обеспечивать достоверность проводимых ими испытаний. Программа также предусматривает

необходимость создания мобильной лаборатории, которая производила бы инспекционный контроль работы испытательных лабораторий департамента «Белавтодор», а также выполняла бы роль третейского судьи при разногласиях между заказчиком и подрядчиком или между подрядной и субподрядной организациями.

Управление системой любой сложности невозможно без осуществления достаточно специфической функции: мониторинга (контроля) процессов управления качеством.

В соответствии с обозначенными задачами на стратегическом уровне управления должен быть осуществлен контроль за:

- обратной связью с нижними уровнями управления по адекватности разрабатываемых концепций совершенствования системы управления качеством;

- соблюдением выработанной технической политики в области управления качеством автомобильных дорог;

- соответствием действующей нормативно-технической базы потребностям производства и требованиям потребителя, а также потребностью в подрядных организациях в нормативно-технических документах;

- соблюдением принципов финансирования проектов в области управления качеством автомобильных дорог и их эффективностью;

- эффективностью взаимодействия организаций и структур, обеспечивающих мониторинг процессов управления качеством автомобильных дорог на всех уровнях управления;

- эффективностью научных исследований в области менеджмента качества;

- эффективностью работы системы подготовки и переподготовки кадров в области менеджмента качества.

На тактическом уровне управления качеством автомобильных дорог должен быть организован мониторинг:

- обеспечения бесперебойного и безопасного движения автомобильного транспорта;

- уровня транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог;

- пропускной способности автомобильных дорог;

- экологической безопасности обслуживаемых автомобильных дорог.

Тактический уровень управления системой требует осуществлять контроль за:

- эффективностью применения новых технологий и материалов при производстве работ по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию автомобильных дорог;
- эффективностью проводимых организационно-технических мероприятий;
- соблюдением норм и правил при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог и сооружений на них, принятием своевременных мер по устранению выявленных недостатков.

А также собственно контроль качества выполняемых работ (при наличии низшего уровня управления – приемочный контроль качества; при отсутствии оперативного уровня – операционный контроль качества).

На уровне оперативного управления качеством автомобильных дорог мониторинг процессов управления качеством будет заключаться в контроле за:

- выполнением работ в строгом соответствии с проектной и нормативно-технической документацией;
- уровнем транспортно-эксплуатационных характеристик эксплуатируемых дорог;
- безопасностью движения на обслуживаемых автомобильных дорогах или участках ремонта (для подрядных организаций, осуществляющих строительно-монтажные работы по строительству, реконструкции или ремонту автомобильных дорог);
- эффективностью использования материально-технических ресурсов;
- обеспечением экологических требований при производстве работ.

При рассмотрении проблем мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог на разных уровнях следует заметить, что важнейшим элементом мониторинга любого процесса являются критерии, позволяющие осуществлять собственно контроль (оценку) того или иного процесса.

Анализируя мониторинг процессов управления качеством автомобильных дорог на стратегическом, тактическом и оперативном уровнях, следует отметить, что критерии оценки для разных уровней будут тоже различными.

По аналогии с матрицей управления можно составить матрицу критериев. Их следует применять для мониторинга в процессе управления качеством автомобильных дорог на разных уровнях иерархии

$$K = \begin{bmatrix} k_{ss} & k_{st} & k_{so} \\ k_{ts} & k_{tt} & k_{to} \\ k_{os} & k_{ot} & k_{oo} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где k_{ss} – критерии для мониторинга процессов управления качеством на стратегическом уровне при решении стратегических задач; k_{st} – то же тактических задач; k_{so} – то же оперативных задач; k_{ts} – критерии для мониторинга процессов управления качеством на тактическом уровне при решении стратегических задач; k_{tt} – то же тактических задач; k_{to} – то же оперативных задач; k_{os} – критерии для мониторинга процессов управления качеством на оперативном уровне при решении стратегических задач; k_{ot} – то же тактических задач; k_{oo} – то же оперативных задач.

Совершенствование системы управления качеством автомобильных дорог может осуществляться по направлениям, которые определяются факторами влияния на управляемость системы:

- экономическими;
- финансовыми;
- научно-техническими (инженерными);
- организационными;
- социальными.

В связи с этим критерии для мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог на всех уровнях иерархии управления можно по аналогии классифицировать как: экономические, финансовые, инженерные, организационные и социальные.

На наш взгляд, при проведении мониторинга процессов управления качеством автомобильных дорог на стратегическом уровне будут преобладать экономические критерии, выражающие эффективность капиталовложений в систему управления качеством автомобильных дорог, научные исследования и подготовку и переподготовку кадров в области менеджмента качества. На стратегическом уровне управления системой при решении стратегических задач должны использоваться интегральные показатели, характеризующие физический смысл

качества автомобильных дорог в целом для республики. Применительно к решению задач на стратегическом уровне управления качеством автомобильных дорог можно рекомендовать использовать систему показателей [1]:

- показатель транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети, который определяется как отношение фактического обобщенного показателя потребительских свойств автомобильной дороги и дорожной сети к требуемому (нормативному);
- показатель (коэффициент) развития дорожной сети, который может быть определен как соотношение фактической протяженности дорог в приведенных к эталонному километрах к требуемой протяженности на данном этапе развития экономики и уровня жизни населения;
- показатель эффективности расходов бюджетных средств на содержание и развитие дорожной сети и нагрузки на государственный бюджет в каждый период.

На тактическом уровне управления качеством автомобильных дорог будут преобладать количественные технические критерии, характеризующие обеспечение бесперебойного и безопасного движения автомобильного транспорта, уровня транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог, пропускной способности и экологической безопасности автомобильных дорог. Показатели, соответствующие этим критериям, легко выражаются численными значениями как в абсолютных, так и в относительных величинах, и могут сравниваться между собой, что позволяет достаточно просто осуществлять мониторинг процессов управления качеством автомобильных дорог на тактическом уровне.

На оперативном уровне мониторинг процессов управления качеством автомобильных дорог сводится, как правило, к решению задач контроля качества выполняемых работ, что также достаточно просто описывается численными критериями.

Очень важными на оперативном уровне управления являются финансовые критерии, отражающие «цену решения», принимаемого в области управления качеством. Доступный метод определения «цены решения» на любом уровне управления системой предлагают специалисты БНТУ [7]. Он основан на функцио-

нально-стоимостном анализе значимости и допустимых затрат на осуществление исследуемой функции.

Общие потери Δ складываются из отдельных составляющих источников потерь (например, ответственность руководства, обеспечение ресурсами, информационное обеспечение) $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n$:

$$\Delta = f(\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n). \quad (3)$$

Данная методика позволяет определить не только суммарную «стоимость» потерь при реализации процесса, но и найти наиболее уязвимые точки в структуре управления, так называемые «источники потерь», дающие наибольший вклад в общую стоимость, позволяющие определить степень их значимости.

На основании такого подхода для систематизации потерь, связанных с принятием ошибочных управленческих решений на разных уровнях управления при решении стратегических, тактических и оперативных задач, можно предложить использовать «матрицу цены управленческих решений»

$$\Delta = \begin{bmatrix} \Delta_{st} & \Delta_{st} & \Delta_{so} \\ \Delta_{ts} & \Delta_{tt} & \Delta_{to} \\ \Delta_{os} & \Delta_{ot} & \Delta_{oo} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где Δ_{ss} – «цена управленческих решений» при решении стратегических задач на стратегическом уровне управления; Δ_{st} – то же при решении тактических задач на стратегическом уровне управления; Δ_{so} – то же при решении оперативных задач на стратегическом уровне управления; Δ_{ts} – то же при решении стратегических задач на тактическом уровне управления; Δ_{tt} – то же при решении тактических задач на тактическом уровне управления; Δ_{to} – то же при решении оперативных задач на тактическом уровне управления; Δ_{os} – то же при решении стратегических задач на оперативном уровне управления; Δ_{ot} – то же при решении тактических задач на оперативном уровне управления; Δ_{oo} – «цена управленческих решений» при решении оперативных задач на оперативном уровне управления.

Каждый компонент «матрицы цены управленческих решений» может быть определен по формуле (3) с учетом вклада отдельных источников потерь.

Подсистема оперативного управления на любом уровне управления (стратегическом, тактическом, оперативном) более остро реагирует на любые изменения в управляемости системой, она более чувствительна к величинам отклонений и заставляет с помощью подпроцессов и процедур системы контроля исполнительской дисциплины и мониторинга своевременно корректировать величины управленче-

ских воздействий на процесс управления системой.

Процессный подход к управлению качеством предполагает построение карт процессов. Схема процессного подхода к управлению качеством автомобильных дорог на оперативном уровне на примере сертифицированной системы менеджмента качества РУП «Могилевавтодор» представлена на рис. 2.

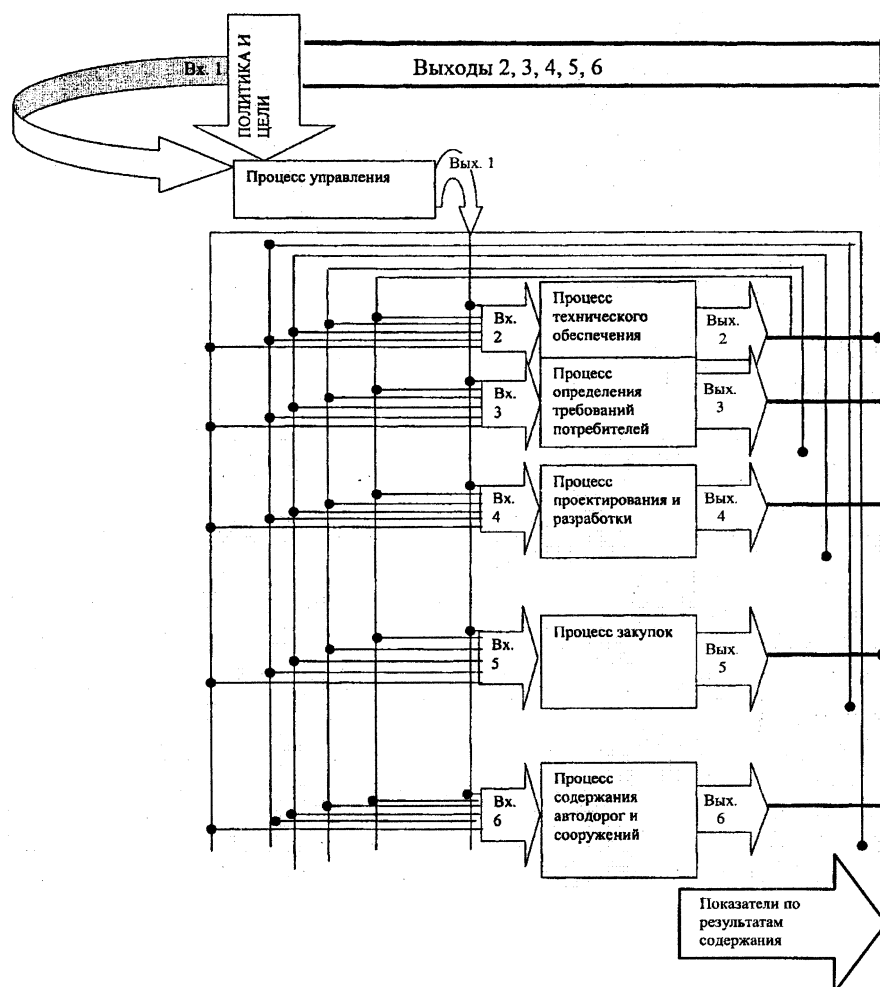


Рис. 2. Схема процессного подхода к управлению качеством автомобильных дорог на оперативном уровне:
вх. 1–6 – входные параметры процессов: объекты, задачи, информация, ресурсы;
вых. 1–6 – то же осуществленных процессов

Международные стандарты ИСО серии 9000–2000 предъявляют к процессам управления требования по измерению, анализу и улучшению функционирования всех подпроцессов и процедур для демонстрации соответствия продукции установленным требованиям; обеспечения функционирования системы менеджмента качества; постоянного повышения эффективности системы менеджмента качества при реали-

зации корректирующих действий и планировании изменений.

Особенность процессного подхода по сравнению с общепринятым описанием алгоритма специальных функций управления заключается в том, что в данном случае отслеживаются количественные оценки показателей входной и выходной информации, определяются ответственные за реализацию процесса, устанавлива-

ются цель процесса, оценочные показатели достижения, процесс-поставщик; проводится мониторинг входных и выходных данных процесса, устанавливаются периодичность и методика осуществления мониторинга, осуществляется управление ресурсами, определяются показатели результативности процесса, процесс совершенствуется по результатам его анализа со стороны владельца процесса.

Как видно из схемы (рис. 2), результативность всех процессов по управлению качеством автомобильных дорог на оперативном уровне может быть оценена показателями по результатам содержания сети автомобильных дорог, закрепленных за данной организацией, т. е. по «уровню обслуживания».

На оперативном уровне управления мы рассматриваем процессы управления в отдельно взятом хозяйственном субъекте, цель которого в рыночных условиях – получение прибыли, поэтому важно установить зависимость между затратами предприятия на производство, уровнем обслуживания автомобильных дорог и прибылью предприятия (рис. 3) [8].

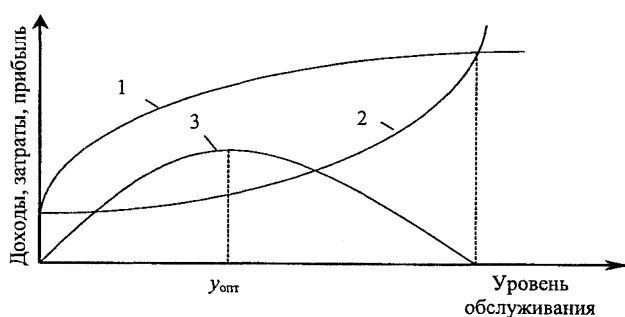


Рис. 3. Зависимость прибыли предприятия от уровня обслуживания: 1 – доход предприятия от реализации продукции; 2 – затраты, связанные с организацией обслуживания; 3 – прибыль от реализации продукции

С финансовой точки зрения, совершенствование системы управления качеством должно быть выгодно в первую очередь предприятию, производящему те или иные виды работ.

ВЫВОДЫ

1. Стратегическая цель управления качеством автомобильных дорог заключается в создании благоприятных инфраструктурных условий для экономического и социального развития государства, поэтому решение задач

совершенствования системы управления качеством в дорожной отрасли должно быть приоритетным.

2. В основе концепции управления качеством автомобильных дорог лежит системный подход, который предполагает, что объект исследуется как единое целое, т. е. как структура, включающая составные элементы, и как часть другой системы более высокого уровня.

3. При решении задач управления качеством автомобильных дорог следует учитывать иерархию уровней управления (стратегический, тактический и оперативный) и соответствующие им задачи.

4. На любом уровне управления при реализации функций управления будут решаться задачи стратегического, тактического и оперативного управления в соответствии с матрицей управления.

5. На каждом уровне управления в соответствии с целями данной ступени иерархии должен решаться определенный перечень задач для обеспечения возможности использования АСУ при управлении большими потоками информации, сопровождающими процессы управления качеством автомобильных дорог.

6. Управление системой любой сложности невозможно без осуществления достаточно специфической функции: мониторинга (контроля) процессов управления качеством, который следует осуществлять в соответствии с матрицей критериев.

7. Критерии мониторинга управления качеством автомобильных дорог классифицируются в соответствии с факторами влияния на управляемость системой как экономические, финансовые, инженерные, организационные, социальные.

8. Процессный подход к управлению качеством автомобильных дорог позволяет определять потери на любом уровне при решении любой категории задач (стратегических, тактических, оперативных) по матрице цены управленческих решений на основе функционально-стоимостного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, А. П. Управление управлением / А. П. Васильев // Автомобильные дороги. – 2005. – № 3. – С. 16–17.

2. Лафта, Дж. К. Теория организации / Дж. К. Лафта. – М.: Проспект, 2003.

3. Самодурова, Т. В. Оперативное управление зимним содержанием дорог: науч. основы / Т. В. Самодурова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2003. – 168 с.

4. Крысин, С. П. Оценка безопасности движения с использованием информационной системы IndorInfo / Road / С. П. Крысин, Д. С. Сарычев, А. В. Скворцов // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2005. – № 1. – С. 29–30.

5. Государственная программа «Дороги Беларуси на период 2006–2015 гг.». – Т. 1: Основные положения. – Минск, 2004.

6. Седегов, Р. С. Особенности процессного управления микроэкономическими системами / Р. С. Седегов, О. А. Высоцкий // Проблемы управления. – 2005. – № 4 (17). – С. 57–63.

7. Методы менеджмента качества. Функционально-стоимостный анализ: учеб. пособие / П. С. Серенков [и др.]. – Минск: БНТУ, 2005. – 184 с.

8. Леонович, И. И. Особенности процессного управления качеством автомобильных дорог / И. И. Леонович, Е. В. Кашевская // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2006. – № 1. – С. 8–11.

Поступила 13.02.2006

УДК 628.112.4

КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

*Канд. техн. наук, доц. ИВАШЕЧКИН В. В.,
инженеры КОНДРАТОВИЧ А. Н., МАКАРОВА Э. А.*

*Белорусский национальный технический университет,
Белорусский государственный аграрный технический университет*

Регенерация фильтров скважин импульсными методами – мероприятие недорогое, однако в большинстве случаев она обеспечивает разрушение цементирующих связей кольматирующего материала и частичное его удаление только из прилегающего к фильтру участка прифильтровой зоны. Учитывая большую глубину распространения кольматанта в гравийной обсыпке (250–300 мм), следует заключить, что значительная часть кольматирующего материала остается в поровом пространстве водовмещающих пород и не удаляется при откачке. Поэтому продолжительность эффекта импульсной регенерации обычно не превышает одного года.

В этой связи для длительно эксплуатирующихся скважин становятся актуальными комбинированные обработки, представляющие собой сочетание импульсных, механических и реагентных методов восстановления их дебита.

Период стабильной работы скважин после таких обработок может достигать нескольких лет. Стоимость обработок несколько возрастает

за счет дополнительного использования реагентов, однако она на порядок меньше стоимости новой скважины. Это позволяет считать эти методы ресурсосберегающими. Применение же правильно подобранных на стадии лабораторных исследований реагентов, не наносящих ущерба окружающей среде, позволяет считать эти методы экологически безопасными.

В настоящей работе рассматривается опыт внедрения двух комбинированных технологий регенерации фильтров скважин: газоимпульсно-виброреагентной и электроразрядно-газоимпульсной.

Газоимпульсно-виброреагентная технология представляет собой последовательную обработку фильтра подводными взрывами водородно-кислородной газовой смеси (ВКГС), механическую очистку щетками, реагентную обработку с последующей виброволновой обработкой прифильтровой зоны, совмещенной с эрлифтной откачкой. Такая последовательность операций обоснована следующими факторами: подводные взрывы обеспечивают дробление и