

*Серия «Высшее образование»*

**И. Н. Аринин  
С. И. Коновалов  
Ю. В. Баженов**

# **Техническая эксплуатация автомобилей**

**Управление технической готовностью  
подвижного состава**

*Рекомендовано Министерством общего  
и профессионального образования Российской Федерации  
в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальности  
«Автомобили и автомобильное хозяйство»*

*Издание второе*

**Ростов-на-Дону**

 **ЕНИКС**

**2007**

УДК 656.1(075.8)  
ББК 39.33-08я73  
КТК 262  
А81

**Аринин И. Н.**

**А81** Техническая эксплуатация автомобилей / И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов — Изд. 2-е. — Ростов н/Д : Феникс, 2007. — 314 с. : ил. — (Высшее образование). ISBN 978-5-222-12256-3

Рассмотрены основы системы управления готовностью подвижного состава, а также обеспечивающие ее компоненты: информационное (нормативное, документальное и методическое) обеспечение, обеспеченность персоналом, средствами контроля процессов и диагностирования, материально-техническое обеспечение. Раскрыты мероприятия технологического, производственного, организационного, экономического и социального характера, предусматривающие повышение технической готовности автопарка. Рассмотрены подсистемы управления периодичностью и объемами технических воздействий, запасами и ресурсами элементов автомобилей, затратами на шины, топливо, обслуживание и ремонт подвижного состава. Приведены реализующие алгоритмы, определяющие порядок управления каждой из подсистем с учетом действующих на них факторов.

Учебное пособие предназначено для студентов, изучающих курс технической эксплуатации автомобилей, может быть полезно инженерно-техническим работникам автомобильного транспорта.

ISBN 978-5-222-12256-3

УДК 656.1(075.8)

ББК39.33-08я73

© И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов, 2004

© Оформление: изд-во «Феникс», 2004

## Введение

Переход к рынку, повлекший за собой нарушения сложившихся производственных, хозяйственных, экономических связей между предприятиями, регионами и «ближним» зарубежьем, вызвал значительное падение уровня производства, нарушение функционирования всех сфер народного хозяйства России, что естественным образом нашло отражение и в отрасли автомобильного транспорта.

Несмотря на сокращение общих объемов перевозок автомобильным транспортом доходы предприятий на единицу подвижного состава растут за счет повышения тарифов, большого разнообразия сфер и объемов предоставляемых услуг, а также ликвидации излишнего подвижного состава.

*Управление автотранспортным производством* (технической эксплуатацией автомобилей) в широком смысле этого слова предполагает процесс перевода человеко-машинной системы из одного состояния в другое путем воздействия на ее переменные с целью получения оптимальной технической готовности, которую можно выразить следующим образом

$$C_{уд} = C_{об}/a \alpha_t \rightarrow \min \text{ при } \alpha_t \rightarrow \text{opt},$$

где  $C_{уд}$  — удельные затраты на обеспечение работоспособности автомобиля;  $C_{об}$  — общие затраты на эксплуатацию подвижного состава;  $a$  — показатель транспортной работы автомобиля;  $\alpha_t$  — коэффициент технической готовности парка.

*Система* представляет собой целостную совокупность множества взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, направленных на достижение поставленной цели, выраженной в получении конечного результата, в данном случае — повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей. Предприятие автомобильного транспорта (ПАТ) является систе-

мой с элементами: отделами, зонами, цехами, складами и т.д. При рассмотрении, например, зоны как системы, ее элементами являются: посты, бригады, автомобили, оборудование.

*Элемент* — составная часть системы, не подлежащая дальнейшему расчленению в рамках рассматриваемого функционирования. Обязательным компонентом системы является *связь*, под которой понимается взаимодействие элементов, процессов, явлений, происходящих в пространстве и времени.

Под *оптимизацией* системы управления автотранспортным производством понимается процесс нахождения экстремальных значений определенной функции или выбор предпочтительной альтернативы из ряда возможных с последующим принятием решения по техническим, социально-экономическим и другим критериям.

*Эффективность* работы подвижного состава автомобильного транспорта определяется степенью его технической готовности к выполнению транспортной работы при наименьших затратах на эксплуатацию и может быть оценена в общем коэффициентом потенциальной возможности  $K_{\pi}$

$$K_{\pi} = \alpha_{\tau} \eta_{\text{и}} \eta_{\text{п}} \eta_{\text{д}} \beta \gamma,$$

где  $\alpha_{\tau}$  — коэффициент технической готовности парка:

$$\alpha_{\tau} = \text{АД}_{\text{гз}} / \text{АД}_{\text{сп}} = \text{АД}_{\text{гз}} / (\text{АД}_{\text{гз}} + \text{АД}_{\text{р}}),$$

где  $\text{АД}_{\text{гз}}$  — автомобиле-дни готового к эксплуатации подвижного состава;  $\text{АД}_{\text{сп}}$  — списочные автомобиле-дни предприятия;  $\text{АД}_{\text{р}}$  — автомобиле-дни в ТО и ТР;  $\eta_{\text{и}}$  — коэффициент использования технически исправных автомобилей:

$$\eta_{\text{и}} = \alpha_{\text{в}} / \alpha_{\tau},$$

где  $\alpha_{\text{в}}$  — коэффициент выпуска автомобиля на линию;  $\eta_{\text{н}}$  — коэффициент использования времени суток в наряде:

$$\eta_{\text{н}} = t_{\text{н}} / t_{\text{с}},$$



где  $t_n$  — время в наряде подвижного состава;  $t_c$  — время суток;  $\eta_d$  — коэффициент использования времени наряда в движении:

$$\eta_d = t_d / t_n,$$

где  $t_d$  — время движения автомобиля за  $t_n$ ;  $\beta$  — коэффициент использования пробега:

$$\beta = L_r / L_o,$$

где  $L_r$  — пробег автомобиля с грузом;  $L_o$  — общий пробег автомобиля;

$\gamma$  — коэффициент использования грузоподъемности автомобиля:

$$\gamma = q_r / q_n,$$

где  $q_r$  — количество перевезенного груза за одну езду;  $q_n$  — номинальная грузоподъемность автомобиля.

Для определения конкретных значений  $K_n$  рассмотрим усредненные показатели работы грузового предприятия автомобильного транспорта (ПАТ). Коэффициент технической готовности парка по данным анализа работы предприятий (табл. 1) в среднем составляет для грузовых автомобилей  $\alpha_r = 800$  или максимальное значение  $\alpha_{r \max} = 0,945$ , минимальное  $\alpha_{r \min} = 0,545$ . Коэффициент  $\eta_n$  показывает успешность использования автомобилей, подготовленных производственно-технической службой для работы на линии.

На практике  $\eta_n$  измеряется в пределах  $0,5 \leq \eta_n \leq 0,9$  при среднем значении  $\eta_n = 0,750$ . Такой разрыв между готовыми к работе автомобилями и выпускаемыми на

Таблица 1

Вариация  $\alpha_r$  на ПАТ

Типы предприятий	$\alpha_{r \min}$	$\alpha_{r \max}$	$\alpha_r$
Автобусные	0,664	0,95	0,804
Таксомоторные	0,625	0,995	0,815
Грузовые	0,545	0,945	0,800

линию происходит по следующим причинам: отсутствие водителей (болезни, отпуска); необеспеченность работой; отсутствие топлива — все это встречается в производственной деятельности предприятия.

Использование времени суток в наряде  $\eta_n$  зависит от организации линейной эксплуатации подвижного состава, режима работы клиентуры, соответствия рода перевозимых грузов типу автотранспортных средств предприятия. В среднем время в наряде для предприятия автомобильного транспорта общего пользования или коммерческого транспорта Российской Федерации составляет  $t_n = 10,2$  ч, при этом  $t_{n \min} = 7,6$  ч,  $t_{n \max} = 12,4$  ч и соответственно  $\eta_n = 0,425$ ,  $\eta_{n \min} = 0,317$ ,  $\eta_{n \max} = 0,517$ .

Время движения автомобиля  $t_d$  определяет эффективность его использования за  $t_n$ . Время движения характеризуется рядом факторов: видом перевозок — городскими или междугородными, организацией и механизацией погрузочно-разгрузочных работ, временем оформления товарно-транспортных документов, отдыхом водителя при междугородных перевозках. Тогда  $t_{d \max} \cong t_n$  (при междугородных перевозках),  $t_{d \min} \cong 1,0$  ч (при отсутствии работы у заказчика, закрытых складах, длительном оформлении товарно-транспортных документов и пр.). Тогда и коэффициент  $\eta_{d \min} \cong 0,01$ ;  $\eta_{d \max} = 1$  и  $\eta_d = 0,675$ . Коэффициент использования пробега  $\beta$  зависит, например, от загрузки автомобиля в течение  $t_n$ . На него влияет целый ряд факторов: холостые (нулевые) пробеги от предприятия до клиента и обратно, методы организации перевозок, оперативная связь между предприятием и клиентурой. Коэффициент  $\beta$  изменяется в широких пределах от  $\beta_{\min} = 0,12$  (при движении автомобиля в течение  $t_n$  без груза) и  $\beta_{\max} = 1,0$  (при организации централизованных, кольцевых маршрутов)  $\beta = 0,512$ .

Коэффициент использования грузоподъемности  $\gamma$  показывает степень загрузки автомобиля при движении с грузом по отношению к его номинальной грузоподъемности. В связи с широким применением прицепного подвижного состава на предприятии этот коэффи-

циент обычно более единицы, так как изменение грузоподъемности автопоезда в 2–3 раза больше номинальной грузоподъемности единичного автомобиля. В этом случае в среднем по отрасли автомобильного транспорта коэффициент  $\gamma = 1,12$ ;  $\gamma_{\min} = 0,85$ ;  $\gamma_{\max} = 1,55$ .

Взяв по минимуму рассмотренные сомножители, получим:

$$K_{\pi \min} = 0,545 \times 0,5 \times 0,317 \times 0,10 \times 0,12 \times 0,85 \approx 0,0009$$

или использование подвижного состава соответствует 0,09%.

$$K_{\pi \max} = 0,945 \times 0,900 \times 0,517 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,550 = 0,682.$$

При максимальных показателях коэффициент потенциальных возможностей составляет 68%, т.е. более 2/3 подвижного состава использует свои перевозочные возможности.

Коэффициент  $\bar{K}_{\pi}$ , определенный по средним показателям, составляет:

$$\bar{K}_{\pi} = 0,800 \times 0,750 \times 0,405 \times 0,675 \times 0,512 \times 1,12 = 0,098.$$

Значения всех показателей коэффициента  $\bar{K}_{\pi}$  сведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели коэффициента  $K_{\pi}$ 

Показатели	Значения показателей		
	min	max	среднее
$\alpha_{\tau}$	0,545	0,945	0,800
$\eta_{\pi}$	0,500	0,900	0,750
$\eta_{\lambda}$	0,317	0,517	0,425
$\eta_{\delta}$	0,100	1,000	0,675
$\beta$	0,120	1,000	0,512
$\gamma$	0,850	1,550	1,120
$K_{\pi}$	0,0009	0,682	0,098

В среднем потенциальные возможности подвижного состава автомобильного транспорта используются на 10%. Анализ рассмотренных показателей дает возможность специалистам различных подразделений предприятия изыскивать пути повышения эффективности работы автотранспортных средств путем принятия оперативных решений на основе действующих факторов и информации, идущей от функционирующих элементов автотранспортного производства.

Величина производительности перевозок также зависит от функционирования производственно-технической службы предприятия:

$$W_i = \alpha_n \eta_n q D_p L_{cc} \beta \gamma,$$

где  $D_p$  — дни работы за отчетный период;  $L_{cc}$  — среднесуточный пробег, км.

Показатели производительности  $D_p$ ,  $\eta_n$ ,  $q$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  выходят на уровень линейной эксплуатации, и повышение их эффективности зависит от управления элементами перевозочного процесса. Повышение  $\alpha_t$  в сфере технической эксплуатации приводит к увеличению производительности  $W_i$ . Себестоимость перевозок определим как функцию

$$S = f(C_{nc}, C_{np}, L, W_i),$$

где  $C_{nc}$  — условные постоянные расходы;  $C_{np}$  — переменные расходы;  $L$  — пробег автомобиля.

Себестоимость (табл. 3) во многом зависит от технического состояния подвижного состава и соответствующих затрат на шины, топливо, техническое обслуживание и ремонт автомобиля.

Повышение качества и своевременность выполнения контрольных, диагностических, крепежных, регулировочных и ремонтных работ в значительной степени сократят расходы и затраты.

Повышение эффективности автотранспортного производства зависит от следующих факторов:

Таблица 3

## Распределение статей в себестоимости перевозок, %

№ п/п	Элементы себестоимости	Себестоимость по видам перевозок		
		грузовые	автобус- ные	таксомотор- ные
1	Топливо	18,5	13,7	11,0
2	Смазочные материалы	1,6	1,0	0,92
3	Шины	8,6	4,5	4,65
4	ТО и ТР	22,2	11,4	9,63
5	Амортизационные отчисления	9,1	14,5	20,5
6	Зарплата водителей	21,7	41,2	32,9
7	Накладные расходы	18,3	13,7	20,4
	ИТОГО:	100,0	100,0	100,0

- совершенствование организации труда производственного персонала;
- организация трехсменной работы производственного персонала;
- централизация управления производством ТО и ТР автомобилей;
- модульное содержание подвижного состава;
- использование поточных линий ТО-1, ТО-2;
- организация цехов и участков по изготовлению нестандартного оборудования;
- создание социально-бытовых условий для производственного персонала и ИТР;
- совершенствование организации материально-технического обеспечения предприятия;
- создание централизованных производств по ремонту узлов и агрегатов автомобиля;
- приватизация предприятий;
- применение современной электронно-вычислительной управляющей техники;
- развитие методов и внедрение средств диагностики как необходимого информационного компонента;
- создание напольных постов ТО и ремонта автомобилей;

- индивидуальный оперативный учет работы персонала и подвижного состава предприятия;
- агрегатный метод ремонта и замены элементов автомобиля;
- повышение квалификации персонала;
- оплата труда за количество и качество выполненной работы;
- автоматизация рабочих мест (АРМ) персонала предприятия;
- совершенствование кадровой политики на предприятии.

## 1. Термины и понятия

Введем ряд терминов и понятий, определяющих систему управления автотранспортным производством. Характерным признаком системы является *структура*, определяемая совокупностью устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность. Структура выражает то, что остается устойчивым, относительно неизменным при различных преобразованиях. Система, например, структуры АТП, включающая в себя автомобили, персонал, оборудование, подразделения, остается неизменной.

Производственно-техническая и социально-экономическая службы предприятия понимаются как большая и сложная система: *большая* с точки зрения разнообразия составляющих ее элементов и с точки зрения разнообразия, количества одинаковых частей (людей, автомобилей), объединенных общей целью функционирования; *сложная* — как составной объект, части которого можно рассматривать как системы, закономерно объединенные в единое целое в соответствии с определенными признаками, где изменение одной переменной приводит к изменению других.

Одним из условий эффективного функционирования большой и сложной системы является ее управляемость, которую определим как способность элементов системы изменять свое состояние под влиянием управляющих воздействий. Управляющее воздействие — сигнал, поступающий на управляемый объект от подсистемы диагностирования с целью последующего выполнения мероприятий, обеспечивающих заданную характеристику объекта.

*Организация* представляет собой совокупность структур, направленных на совершенствование взаимосвязей между элементами системы.

*Внешняя (окружающая) среда* (внешние условия, ограничения) составляет совокупность элементов, не входящих в рассматриваемую систему управления, но определенным образом взаимодействующих с ней и влияющих на нее.

*Альтернатива* — ситуация, в которой подлежит сделать выбор одной из исключающих друг друга возможностей.

*Принятие решения* — прекращение дальнейшего рассмотрения версий (проблем) и устранение всех возможностей, кроме одной.

*Критерий* — признак, на основании которого оценивается результат функционирования системы.

*Системный подход* — средство решения сложных нечетко определенных, слабоструктуризированных проблем, направленное на целостный охват и выявление многообразных типов связей сложного объекта.

*Системный анализ* — совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по проблемам технической готовности автомобильного транспорта. Системный подход является основой системного анализа.

Система «человек-машина» в условиях предприятий автомобильного транспорта состоит из людей-операторов и взаимодействующих с ними автомобилей, оборудования, производственных, социальных, экономических и других процессов, осуществляющих оптимальное распределение функций между человеком и машиной и обеспечивающих требуемую эффективность действия системы.



*Глобальная система управления* (Минтранс, департамент) представляет собой систему высшего ранга, охватывающую всю многоуровневую совокупную иерархию взаимосвязи элементов систем низших рангов с целью осуществления управляющих воздействий на производственные, организационные, социально-экономические процессы предприятий автомобильного транспорта.

*Иерархия* — расположение исследуемых элементов системы в порядке от высшего к низшему.

*Иерархическая система управления* — система, имеющая многоуровневую структуру в технологическом, организационном, социально-экономическом или другом плане.

*Уровни системы* — вертикальная соподчиненность взаимосвязанных элементов.

*Ранги системы* — ряды, образующие системы (подсистемы), характерными признаками которых являются информационные, деловые, другие связи.

*Дерево целей* — графическое построение и раскрытие структуры целей в их взаимосвязи на разных уровнях системной иерархии.

*Диагностирование* — процесс определения (распознавания) состояния элементов системы (автомобилей, технологического оборудования, производственных процессов, персонала и т.п.).

Процессы управления во времени можно подразделить на мгновенное управление — в данный момент времени; оперативное и текущее управление — в определенном интервале времени; перспективное управление (планирование) — на перспективу 5–10 лет. Мгновенное, оперативное и текущее управления представляют тактику руководства предприятия, а перспективное — его стратегию.

*Показатель* — количественная характеристика объекта, устройства, процесса.

*Фактор* — причина, движущая сила какого-либо процесса, определяющая его характер или отдельные черты.

## 2. Основы системы управления готовностью парка

Процесс управления технической готовностью парка проходит ряд этапов и включает в себя:

- ♦ во-первых, *определение цели управления*, заключающейся в повышении эффективности технической эксплуатации автомобилей. Данный принцип четко регламентирует характер дальнейшего функционирования системы. Правильно поставленная цель управления, соответствующая современным тенденциям развития отрасли автомобильного транспорта, должна быть направлена на получение определенного (заданного, оптимального) конечного результата;
- ♦ во-вторых, *обоснование критерия* оценки эффективности функционирования подразделений (подсистем) предприятия по обеспечению вполне определенной (заданной) технической готовности парка;
- ♦ в-третьих, *выявление и анализ совокупности факторов*. Это может быть осуществлено на уровне АТ и на других уровнях, что позволит обеспечить поставленную цель. Раскрытие структурных целей в их взаимосвязи с факторами на разных уровнях системной иерархии обеспечивается деревом целей;
- ♦ в-четвертых, построение *моделей*, описывающих процессы формирования технической готовности парка на основе учета значащих факторов. Построение моделей должно базироваться на факторе *времени*, регламентирующем простои подвижного состава по техническим причинам, и на факторе *пробега*. Последний является функциональной характеристикой изменения технического состояния элементов автомобиля. В этом случае необходимым является учет полезной работы, выполненной автомобилем в процессе эксплуатации;
- ♦ в-пятых, выявление и сразнение *альтернатив*, наличие которых позволяет рассматривать процессы,

функционирующие в системе, с разных сторон, вскрывая в каждом конкретном случае необходимые качества, свойства, различия, факторы. Чем больше одновременно рассматриваемых альтернатив, тем глубже должен быть проведен их анализ с целью принятия одной из них. Существенность альтернативы оценивается критериями (себестоимость, производительность, экономичность, надежность, ресурсы и т.д.). Выбор той или иной альтернативы диктуется также возможностями и конъюнктурой, сложившимися в данной конкретной ситуации. Альтернативы могут быть выражены через целевые функции, оптимизирующие рассматриваемую систему;

- ♦ в-шестых, *принятие решения*. Вполне очевидно, что принятие оптимального решения во многом предопределяется актуальностью вопроса и поставленной целью; множеством взаимодействующих факторов, сопутствующих динамическим структурам, и обоснованностью выбранного критерия; соответствием разработанных моделей реальным процессам; рассмотрением альтернатив и принятием наиболее эффективных из них;
- ♦ в-седьмых, *реализацию* принятого решения и получение *конечного результата* функционирования системы.

Таким образом, при решении задач управления последовательно идем от поставленной цели к конечному результату через *анализ* и *синтез* системы. Конечный результат представляется в виде технической (экономической) эффективности. В частности, эффективность производственно-технологических, социально-организационных и экономических процессов ПАТ определяется заданной оптимальной технической готовностью подвижного состава и наименьшими затратами на его эксплуатацию.

Деятельность ПАТ по формированию  $\alpha_r$  обусловлена также внутренними связями между подразделениями производственно-технической службы (рис. 1). Существу-

ющая структура связей (сплошные линии, рис. 1) может быть определена как классическая или функциональная. Такие связи практически не отражают взаимную зависимость подразделений друг от друга. Системный подход к проблеме (пунктирные линии, рис. 1) означает объединение подразделений организационной структуры управления во взаимосвязанную систему с помощью потока информации.

Предприятие автомобильного транспорта представляет собой искусственную систему, предназначенную для получения полезного результата. Наличие обратной связи делает эту систему внутренне замкнутой. Обратная связь сравнивает полученный на выходе полезный результат с критериями оптимизации. Системный процесс управления базируется на информации, идущей от контроля соответствующих элементов. Под контролем понимается обеспечение правильности течения системного процесса по сравниваемому критерию. Обычно контроль сопровождается диагностированием, т.е. не только фиксацией расхождения измеряемой величины с критерием, но и с распознаванием причин несоответствия.

Функционирующая система с обратной связью представлена на рис. 2. Исходные данные системы ( $X_i^n = \{X_1^n, X_2^n, \dots, X_n^n\}$ ) определяются в виде машин, людей-операторов, информации, ресурсов, материалов и т.д. Прямая связь идет по пути определенного (производственного) процесса, который исходные данные системы переводит в полезный результат. От четкости и обоснованности организации производственного процесса зависит и конечный результат.

Производственный процесс ( $X_i^\Phi = \{X_1^\Phi, X_2^\Phi, \dots, X_n^\Phi\}$ ) в подсистеме обратной связи сравнивается с критериями ( $X_i^n = \{X_1^n, X_2^n, \dots, X_n^n\}$ ), определяющими его результативность; без этого невозможно получение положительной эффективности и оценки работы системы. Проблема считается решенной, если она приводит к сохранению или улучшению характеристик системы. Процесс корректируется через управляющую систему.

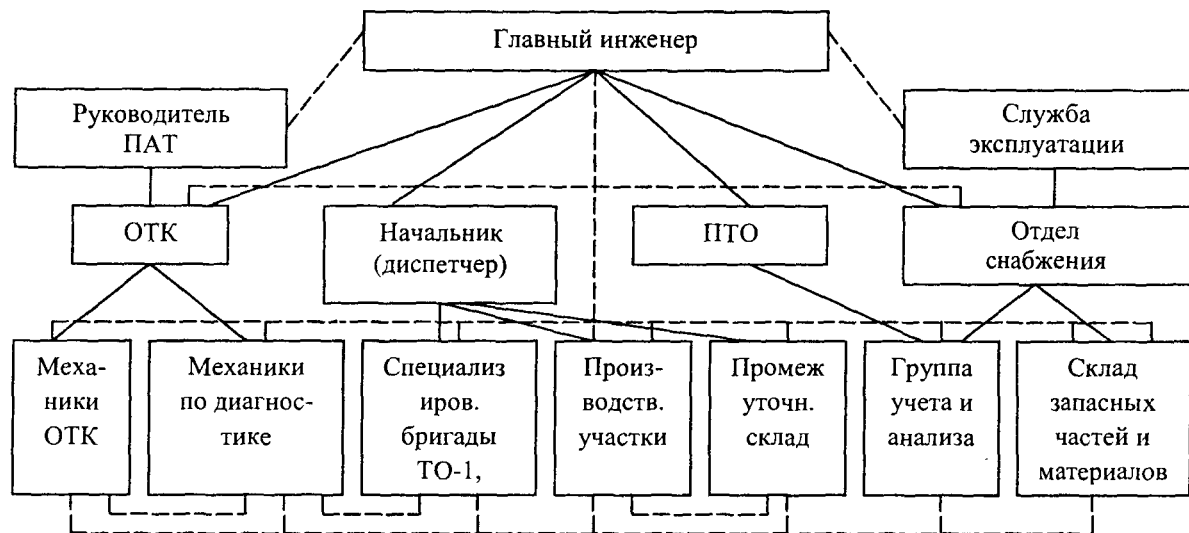


Рис. 1. Структура производственно-технической службы предприятия

————— — классический подход (функциональные связи);  
 - - - - - — системный подход (информационные связи)

Рассмотрим подробное содержание обратной связи в общей схеме управления. Как указывалось, результаты функционирования системы сравниваются с критериями, которые выбираются и формулируются в виде модели ожидаемого эффекта. На полученный результат реально действующая система накладывает ограничения ( $X_i^o = \{X_1^o, X_2^o, \dots, X_n^o\}$ ) (см. рис. 2), вызванные рядом причин: климатические и дорожные условия, возраст автомобилей, условия их работы, оснащенность предприятия, совершенство производственных процессов, квалификация операторов, лимит кадров, ресурсов и т.д.

«Конструирование» и выбор критериев рассматриваются как системный процесс. Количественное значение критерия назовем количественной характеристикой полезного результата, которая выступает как технический параметр рассматриваемых компонентов системы.

Система управления технической готовностью подвижного состава автомобильного транспорта включает комплекс взаимно связанных и взаимно зависимых организационных, технических, экономических и социальных мероприятий, направленных на поддержание заданного (оптимального) коэффициента технической готовности парка при наименьших затратах на материально-технические ресурсы, обеспечивающих выполнение плановых заданий по объему перевозочного процесса в ПАТ.

Система управления технической готовностью и затратами на материально-технические ресурсы подвижного состава автомобильного транспорта включает в себя следующее компонентное обеспечение:

- ♦ информационное (нормативное, документальное, методическое);
- ♦ персонал, выполняющий определенные функции в системе;
- ♦ контрольное (диагностическое) по функциям определения состояния элементов подвижного состава, производственных, экономических и других процессов предприятия;

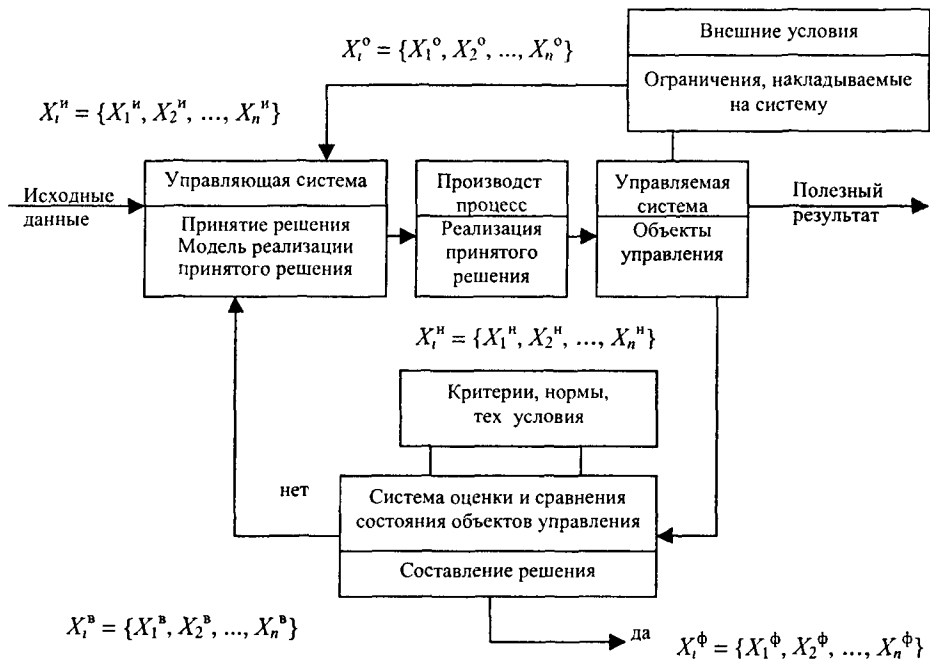


Рис. 2. Функционирующая система управления с обратной связью



- ♦ средства контроля процессов и связи в подразделениях системы управления, а также обработки и хранения информации;
- ♦ материально-техническое обеспечение.

Процесс управления технической готовностью автопарка детализирован по структуре подсистем управления: периодичностью ТО и ТР; объемами ТО и ТР; запасами элементов систем; ресурсом автомобиля; затратами на шины; рациональным и экономичным расходом и затратами на топливо; затратами на ТО и ТР.

Современное предприятие автомобильного транспорта является иерархической системой управления с широкой сетью внутренних и внешних связей, обусловленных необходимостью получения конечного результата — выполнения заданного объема перевозок с наименьшими затратами на эксплуатацию.

Суммарная эффективность ПАТ зависит от многих факторов, действующих как внутри предприятия по подготовке подвижного состава к выпуску на линию, так и вне его — по обеспечению выполнения запланированного объема перевозок.

Для успешного выполнения плановых заданий необходимо упорядочение деятельности всех подразделений предприятия. Инструментом, регламентирующим и упорядочивающим деятельность подразделений предприятия, являются стандарты предприятия (СТП) — основной нормативно-управляющий документ, обеспечивающий четкое функционирование и взаимосвязь структурных подразделений предприятия.

Конечный результат функционирования системы оценивается качественными показателями, заложенными в стандартах предприятия, разрабатываемых на основе ГОСТ 10-68 и ГОСТ 14-68.

Для предприятий автомобильного транспорта система управления качеством должна представлять совокупность мероприятий, методов и средств, направленных на установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества подвижного состава (ПС)

в процессе его технической эксплуатации и линейной работы.

Управление качеством ПС является неотъемлемой частью управления ПАТ в целом и осуществляется каждым функциональным подразделением предприятия.

В процессе управления качеством ПС разрабатываются и выполняются мероприятия технологического, производственного, организационного, экономического и социального характера, предусматривающие: повышение качества ПС при полном соответствии выполняемых объемов работ по диагностированию, ТО и ТР требованиям нормативно-технологической документации; совершенствование организационных и технологических процессов проведения ТО и ТР; оперативность планирования периодичностей Д и ТО; корректирование режимов ТО и ТР на основе диагностической информации; повышение уровня механизации с автоматизацией процессов (производственных) на предприятии; оптимальный уровень запаса элементов автомобилей; совершенствование организации и методики контроля качества работ ТО и ТР, проводимых с ПС; организацию сбора, обработки, использования и хранения информации о качестве работ, проводимых с ПС; оптимизацию затрат на запасные части, материалы, топливо и шины по каждой единице ПС; повышение квалификации рабочих, ИТР и организацию их обучения прогрессивным методам и формам повышения качества ПС; совершенствование форм материального и морального стимулирования рабочих и ИТР за повышение качества выполняемых работ; улучшение условий труда производственно-технического персонала; усиление ответственности рабочих, водителей и ИТР за недобросовестную работу в своих подразделениях.

Комплексная система управления качеством подвижного состава базируется на стандарте предприятия, разрабатываемом в полном соответствии с государственными отраслевыми стандартами, а также отраслевыми положениями, руководствами, методическими указаниями, инструкциями и другими нормативно-технологически-

ми документами, утвержденными в установленном порядке. СТП являются организационно-методической основой системы управления, определяющими механизм управления качеством ПС предприятия, и разрабатываются, как правило, соответствующими подразделениями ПАТ с привлечением в необходимых случаях вузов, ПТВ и др.

СТП по управлению качеством ПС подразделяются на основные, общие и специальные.

*Основной стандарт* характеризует систему управления качеством в целом и разрабатывается на начальном этапе создания системы.

*Общие СТП* реализуют общесистемные вопросы информационного обеспечения, порядок разработки, оформления, утверждения и внедрения стандартов предприятия.

*Специальные СТП* устанавливают требования к номенклатуре и значениям показателей качества при выполнении Д, ТО, ТР; методы их определения и оценки, регламентируют выполнение функций управления качеством ПС и организацию трудовой деятельности персонала предприятия. На каждом конкретном АТП состав стандартов предприятия определяется с учетом детализации выполняемых функций как по объектам управления, так и по видам работ.

Специальные стандарты предприятия по выполняемым функциям в системе управления качеством должны отражать следующие вопросы.

*По функции планирования повышения качества ПС* в специальных СТП должны предусматриваться: номенклатура показателей деятельности АТП и его подразделений, направленных на повышение качества подвижного состава; методы установления числовых значений этих показателей; порядок включения планируемых показателей в плановую документацию; определение структуры и формы плана (месячного, годового) повышения качества; организация оперативного планирования повышения качества ПС; порядок разработки и обоснования плана мероприятий (включая образование фондов материального

стимулирования), направленных на достижение планируемых показателей качества.

*По функции подготовки производства ТО и ТР* в СТП необходимо предусмотреть: порядок и методы определения численности производственного персонала; номенклатуру и численность оборудования подразделений, обеспечивающих подготовку производства; порядок и методы организации подготовки производства ТО и ТР; порядок внедрения новых методов организации подготовки производства; порядок и организацию подготовки производства по разрабатываемым нестандартным элементам, изготавливаемым силами предприятия; порядок и организацию восстановления элементов автомобиля; обеспечение требований государственных стандартов в части, касающейся автотранспортных предприятий; порядок оформления изготовленной и восстановленной продукции и соответствующий документооборот; порядок и организацию деятельности промежуточного склада; организацию контроля качества восстановленных элементов автомобиля.

*По функции производства ТО и ТР* стандарты предприятия должны предусматривать: методику расчета производственного персонала бригад Д, ТО и ТР; типовой перечень оборудования для производства Д, ТО и ТР; организацию и порядок внедрения новых методов ТО и ТР, направленных на повышение качества ПС; организацию технологических процессов ЕО, ТО-1, ТО-2 с принятыми периодичностями и нормативами трудоемкости ТО и ТР; определение операции, сопутствующей ТР при выполнении ТО-1 и ТО-2; организацию специализаций постовых работ ТР; возможные пути механизации и автоматизации процессов ТО и ТР.

*По функции материально-технического обеспечения* СТП должны предусматривать: порядок и сроки определения потребности предприятия в материалах и оборудовании, своевременность их получения и распределения внутри предприятия; регламентацию материальных потоков по подразделениям предприятия; порядок транспортирования, приема и хранения материально-техничес-

ких ресурсов и контроля за качественным состоянием запасов и их расходом; рациональную организацию складского и внутритранспортного хозяйства; порядок и организацию взаимодействия со снабженческо-сбытовыми организациями, предприятиями-поставщиками по качеству материалов, запасных частей, автомобилей; порядок транспортировки, приемки, хранения и передачи ремонтного фонда в производство; организацию приемки, хранения и передачи в эксплуатацию вновь получаемых автотранспортных средств; порядок и организацию предъявления рекламаций поставщикам автотранспортной техники.

*По функции контроля и диагностирования* технического состояния ПС и других процессов стандарты предприятия должны содержать: порядок проведения и организацию входного контроля (диагностирования) качества автомобилей, оборудования, материалов и комплектующих изделий; порядок проведения текущего диагностирования технического состояния ПС при выполнении ТО и ТР; порядок проведения и организации оперативного контроля качества процессов ТО и ТР и труда рабочих; порядок проведения и организацию контроля использования автомобилей водителем; порядок проведения и организацию приемочного контроля работы бригад, участков, цехов, филиалов, отдельных этапов работ, обслуженных и отремонтированных автомобилей; учет и анализ брака.

*По функции информационного обеспечения* в СТП должны быть предусмотрены: состав, источники и порядок получения информации, методы ее обработки, хранения, корректирования и использования; состав необходимых нормативов, стандартов, используемых в отрасли; необходимая документация, используемая в производственно-технической службе предприятия, а также в других подразделениях ПАТ, связанных с работоспособностью автомобилей.

*По функции затрат и обеспечения эффективного использования* подвижного состава СТП должны обеспечивать: выявление затрат на автомобили, связанные с

техническим состоянием ПС; выявление факторов, влияющих на изменение технического состояния ПС и соответствующих затрат; методы снижения расходов и затрат на эксплуатационные материалы и другие материально-технические ресурсы, используемые подвижным составом.

### **3. Нормативное обеспечение системы управления**

#### **3.1. Нормативная база системы**

Информационное обеспечение включает в себя составной частью нормативно-справочное обеспечение, составляющее до 60—70% от общего объема информации, используемой в управлении автотранспортным производством.

Нормативная база представляет собой систему норм, устанавливающих количественные характеристики использования различных ресурсов, показателей, параметров состояния автомобилей и процессов. Наличие нормативной базы в системе управления позволяет принимать однозначные решения и последующие управленческие воздействия на автомобили и соответствующие процессы.

Все сферы деятельности автомобильного транспорта, такие, как автомобильные перевозки грузов и пассажиров; ТО и ТР подвижного состава; ремонт автомобильных шин и аккумуляторных батарей; оборудование для ТО и ТР подвижного состава; средства механизации погрузочно-разгрузочных работ и др. — регламентированы правилами и нормами, которые могут быть государственными, отраслевыми и нормативами предприятия. Всего в системе автомобильного транспорта Российской Федерации действует свыше 500 наименований нормативных, конструкторских и технологических документов, в том числе: 175 наименований документов по техническому обслуживанию; 104 наименования по капитальному ремонту; 102 наименования по стандартизации и метрологии; 77 по текущему ремонту; 19 по оборудованию для ТО и ремонта автомобильной техники; 17 по диагностике; 11 по ремонту и обслуживанию шин.

Использование государственных и отраслевых нормативов не вызывает каких-либо осложнений в работе. Одновременно часто возникает необходимость в корректировании нормативов, например, расхода топлива, шин в зависимости от маршрутов движения, дорожных условий и т.п. По-

этому каждое предприятие в силу своей специфики вырабатывает нормы и нормативы с учетом фактических положений дел и потребностей производства. Нормативы предприятий должны учитывать достижения современной науки и техники, передового опыта и директив правительства.

### **3.2. Государственные и отраслевые нормативы**

Государственные нормативы включают:

- ♦ справочно-расчетные таблицы по начислению сумм на восстановление износа и ремонт автомобильных шин на 1000 км пробега;
- ♦ временные линейные нормы расхода жидкого топлива и газа для автомобильного транспорта;
- ♦ амортизацию на полное восстановление и ремонт автомобилей. Государственные стандарты (ГОСТы) определяют техническую политику отрасли автомобильного транспорта. Отраслевые нормативы включают:
- ♦ положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта (I и II части);
- ♦ нормы затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей;
- ♦ инструкцию по получению, хранению, выдаче и учету топлива и смазочных материалов;
- ♦ правила эксплуатации автомобильных шин;
- ♦ руководство по диагностике технического состояния подвижного состава автомобильного транспорта;
- ♦ типаж гаражного оборудования и специализированного инструмента для АТП и БЦТО Минтранса РФ;
- ♦ методику определения экономической эффективности от внедрения мероприятия новой техники, изобретений и рационализаторских предложений на предприятиях и в организациях Министерства транспорта РФ.

### **3.3. Нормативы предприятия и методы их расчета**

Предприятие разрабатывает нормативы по следующим элементам системы:



- ♦ предельные нормативы периодичности ТО-1 и ТО-2 с учетом возраста автомобилей и условий эксплуатации;
- ♦ нормативы на объемы работ ТО и ТР автомобилей предприятия в соответствии с конкретными условиями эксплуатации;
- ♦ нормативы на предельно допустимые состояния элементов автомобиля в результате проведения экспериментальных работ, исходя из конкретных условий эксплуатации и применения имеющейся на предприятии диагностической аппаратуры;
- ♦ нормативы на необходимый оперативный запас элементов оборотного фонда на промежуточном и центральном складах;
- ♦ дифференцированные нормы расхода запасных частей на автомобили в зависимости от пробега и условий эксплуатации;
- ♦ дифференцированные нормы расхода топлива автомобилями в зависимости от условий эксплуатации;
- ♦ предельно допустимые значения параметров состояния элементов автомобилей, влияющих на расход топлива;
- ♦ дифференцированные нормы гарантийного пробега шин в зависимости от условий эксплуатации;
- ♦ предельно допустимые значения параметров состояния элементов автомобилей, влияющих на ресурс шин;
- ♦ предельное время простоя автомобилей на технических воздействиях и др.

Разработка временных линейных норм расхода топлива для автомобилей новых моделей производится с помощью следующих методов: расчетно-аналитического, расчетно-статистического, опытно-экспериментального.

### **Расчетно-аналитический метод определения временных линейных норм**

Теоретической основой расчетно-аналитического метода определения индивидуальных линейных норм расхода топлива являются аналитические зависимости, ко-

торые устанавливаются в результате совместного решения уравнений движения автомобиля и топливной характеристики двигателя.

Основной расчет ведется по формуле

$$Q_{\Pi} = \frac{g_e(G_a \psi + \frac{KF}{13} V_a^2)}{2700 \text{зс}},$$

где  $Q_{\Pi}$  — расход топлива на пробег, л/100 км;  $g_e$  — удельный расход топлива, г/л. с. ч;  $G_a$  — масса автомобиля, кг;  $\psi$  — коэффициент трения качения;  $K$  — коэффициент сопротивления воздуха;  $F$  — лобовая площадь автомобиля, м<sup>2</sup>;  $V_a$  — скорость движения автомобиля, км/ч;  $\eta$  — КПД трансмиссии;  $\rho$  — плотность топлива.

Значения коэффициентов  $\psi$  и  $K$  для расчетов принимаются в соответствии с табл. 4.

Значения  $\rho$  принимаются равными 0,740 для бензина и 0,825 для дизельного топлива. Величины  $F$  и  $G_a$  определяются посредством измерения или в соответствии с инструкцией по эксплуатации автомобиля.

Таблица 4

Значения коэффициентов  $\psi$  и  $K$

Тип автомобиля	K	$\psi$
Легковые	0,03	0,015
Автобусы	0,05	0,02
Грузовые	0,06	0,02

Величина  $V_a$  принимается в размере 0,6 от  $V_{\max}$ . Определенные расчетом временные линейные нормы расхода топлива подлежат проверке в эксплуатационных условиях. Однако следует заметить, что полученная норма расхода топлива должна быть не выше государственной.

**Пример 1.** Рассчитать линейную норму расхода бензина легкового экспериментального автомобиля по исходным данным:

$g_e = 200$  г/л.с.ч;  $G_a = 1100$  кг;  $F = 1,66$  м<sup>2</sup>;  $\eta = 0,9$ ;  $V_{\max} = 150$  км/ч. Линейная норма расхода топлива на 100 км пробега составляет:

Таблица 5

## Значения коэффициента Д

Показатели	Коэффициент Д, %
<b>А. Нормы повышаются</b>	
Зимнее время	5-20
Горная местность	10
Дороги-серпантины	10
Автобусы в городе	10
Грузовые автомобили с пониженной скоростью	10
Технологический цеховой транспорт	10
Работа в карьерах	20
Распутица	35
Учебная езда	25
Для автомобилей с почасовой оплатой	10
<b>Б. Нормы снижаются</b>	
Дороги с усовершенствованным покрытием	15

$$Q_{\Pi} = \frac{g_e(G_{аш} + \frac{KF}{13} V_a^2)}{2700_{зс}} =$$

$$= \frac{200(1100 \cdot 0,015 + 0,03 \cdot 1,65 \cdot 90^2 / 13)}{2700 \cdot 0,9 \cdot 0,74} = 5,3 \text{ л/100 км.}$$

**Расчетно-статистический метод определения временных линейных норм.**

Нормативный расход топлива для одиночных бортовых автомобилей, бортовых автомобилей с прицепами и тягачей с полуприцепами, работа которых учитывается в тонно-километрах, определяется по уравнению:

$$Q_{\Pi} = (K_1 L / 100)(1 \pm Д) + K_2 P / 100,$$

где  $Q_{\Pi}$  — суммарный нормативный расход топлива на маршруте, л;  $K_1$  — норма расхода топлива на пробег автомобиля, л/100 км;  $L$  — пробег автомобиля, км;  $P$  — выполненная транспортная работа, ткм;  $K_2$  — норма на

транспортную работу, л/100 ткм;  $D$  — коэффициент повышения или снижения норм (табл. 5).

**Пример 2.** Одиночный бортовой автомобиль ЗИЛ-130 при общем пробеге на маршруте  $L = 200$  км выполнил транспортную работу  $P = 700$  ткм. Определить нормативный расход топлива по исходным данным:  $K_1 = 30$  л/100 км;  $K_2 = 2$  л/100 км; перевозка осуществляется в горной местности. Нормативный расход топлива составит:

$$\begin{aligned} Q_n &= (K_1 L / 100)(1 \pm D) + K_2 P / 100 = \\ &= (30 \times 200 / 100)(1 + 0,1) + 2 \times 700 / 100 = 80 \text{ л.} \end{aligned}$$

Для расчета норм расхода топлива первоначально определяют величины  $Q_n$ ,  $L$ ,  $P$  и  $D$  по отдельным маршрутам и производят «очистку» расхода топлива от надбавок и скидок. Для этого по каждому маршруту по путевым листам определяют расход топлива на транспортную работу:

$$g_{т.р} = K_2 P / 100.$$

Затем определяют расход топлива на пробег с учетом надбавок и снижений  $g_n$

$$g_n = Q_n - g_{т.р}.$$

После этого находят расход топлива на пробег без надбавок и снижений  $g_L$

$$g_L = g_n / (1 \pm D).$$

Наконец, определяют сложившийся расход топлива на пробег при работе на маршруте  $Q_m$

$$Q_m = g_L 100 / L, \text{ л/100 км.}$$

Временная линейная норма расхода топлива на 100 км пробега для автомобилей данной модели  $K_1$  определяется как средняя из сложившихся расходов топлива на маршрутах по формуле:

$$K_1 = \sum_{j=1}^n k_{mj} / n, \text{ л/100 км,}$$

где  $K_{mj}$  — сложившаяся норма расхода на  $j$ -м маршруте, л/100 км пробега;

$n$  — общее количество маршрутов работы автомобилей данной модели или модификации.

Нормативный расход топлива для автомобилей-самосвалов определяется по уравнению:

$$Q_n = (K_1 L / 100)(1 \pm D) + K_3 m, \text{ л,}$$

где  $Q_n$  — суммарный нормативный расход топлива, л;  $K_1$  — норма расхода на пробег, л/100 км;  $L$  — суммарный пробег автомобилей, км;  $K_3$  — норма расхода на езду с грузом, л;  $m$  — суммарное число ездов с грузом, ед.;  $D$  — коэффициент изменения норм.

**Пример 3.** Автомобиль-самосвал ЗИЛ-ММЗ совершил пробег  $L = 150$  км и выполнил при этом 20 ездов с грузом. Определить нормативный расход топлива по исходным данным:  $K_1 = 37$  л/100 км,  $K_3 = 0,25$  л за езду, работа производилась в зимнее время в карьере. Нормативный расход топлива составит:

$$Q_n = K_1 L / 100(1 \pm D) + K_3 m;$$

$$Q_n = (37 \times 150 / 100)(1 + 0,05 + 0,2) + 0,25 \times 20 = 74,4 \text{ л.}$$

Рассмотрим вопрос нормирования расхода топлива в зависимости от климатических условий. Как видно из табл. 5, величина коэффициента в зимнее время колеблется от 5 до 20%. При установившейся средней температуре воз-

Таблица 6

Двигатель	Среднемесячная температура воздуха, °С				
	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
	-1,6	-6,9	-9,4	-8,5	-3,6
Карбюраторный	2	4	6	5	3
Дизельный	2	3	5	4	3

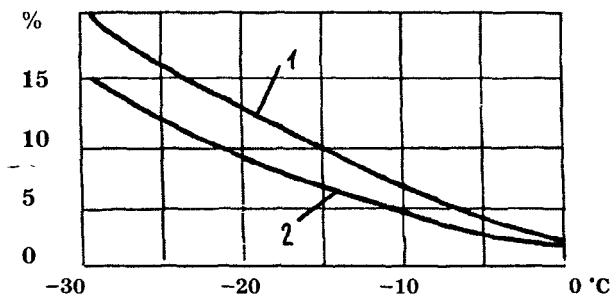


Рис. 3. Величина надбавки к норме расхода топлива в зависимости от температуры воздуха: 1 — автомобили с карбюраторными двигателями; 2 — с дизельными двигателями

духа ниже 0 °C норму расхода топлива предусматривается повышать для южных районов до 5%, в районах с умеренным климатом — до 10%, в северных районах — до 15%, в районах крайнего Севера — до 20%. В данном случае не учитывается фактическая температура воздуха в процессе эксплуатации автомобиля и другие факторы, формирующие расход топлива, при этом увеличение норм фактически всегда производится по верхнему пределу (5, 10, 15, 20%) на период отрицательных температур.

В Тюменском индустриальном институте под руководством проф. Л. Г. Резника разработана система корректирования норм расхода топлива при минусовых температурах окружающего воздуха. Данная система может использоваться ежедневно или для определения постоянной величины надбавки на заданный период эксплуатации (неделя, месяц или весь зимний период).

Величина надбавки к линейной норме расхода топлива в перечисленных случаях может определяться по значениям среднесуточной, среднемесячной или среднезимней температуры воздуха с использованием графика (рис. 3). Определенная величина надбавки (см. рис. 3) используется в соответствии с действующими нормативами расхода топлива.

**Пример 4.** Определить величину среднемесячных надбавок к линейным нормам расхода топлива на зимний период эксплуатации карбюраторными двигателями для города Владимира и области.

По данным местной метеослужбы устанавливаются значения среднемесячных температур для зимнего периода эксплуатации (табл. 6).

Средняя величина надбавки за зимний период года составила: для автомобилей с карбюраторными двигателями — 4,0%; для автомобилей с дизельными двигателями — 3,4% вместо 10%, регламентированных нормативами.

Для количественной оценки необходимого по норме топлива для предприятия, например, на следующий год с учетом показателей (фактических) предыдущего года могут быть определены удельные (групповые) нормы расхода топлива по типам подвижного состава. Для этого необходимо знать грузооборот  $W_i$

$$W_i = Lq\beta\gamma,$$

где  $L$  — общий пробег автомобиля, км;  $q$  — средневзвешенная грузоподъемность, т;

$$q = \sum_{i=1}^n A_i q_i / \sum_{i=1}^n A_i,$$

где  $A_i$  — количество однотипных автомобилей в  $i$ -й группе;  $q_i$  — грузоподъемность автомобилей  $i$ -й группы;  $\beta, \gamma$  — средневзвешенные коэффициенты использования пробега и грузоподъемности.

Коэффициент полезной работы подвижного состава  $Z$

$$Z = W/qL = \beta\gamma.$$

Определяется средневзвешенная норма расхода топлива на пробег автомобиля при планируемом  $Z$

$$Q_{\pi} = Q_n + bq(2Z - 1).$$

После выполненных предварительных расчетов определяется групповая удельная норма расхода топлива

$$Q_w = 10\rho \frac{Q_{\pi}}{qZ} (1 \pm D),$$

где  $\rho$  — удельный вес топлива, г/см<sup>3</sup>.

Общий нормируемый расход топлива, т, например, на год работы предприятия

$$Q_{нг} = Q_w^r W \times 10^{-6}.$$

**Пример 5.** Для автотранспортного объединения, имеющего 494 автомобиля с дизельными двигателями с годовым грузооборотом  $W = 166,750$  млн ткм при общем пробеге  $L = 23067$  млн км, определить групповую удельную норму расхода топлива. При этом  $q = 10,854$  т;  $Q_n = 41,749$  л/100 км;  $b = 1,3$  л/100 км.

1. Определим средний коэффициент  $Z$

$$Z = W/qL = 166,750/10,854 \times 23,067 = 0,666.$$

2. Определим средневзвешенную норму расхода топлива с учетом  $Z$

$$Q_n = Q_n + bq(2Z - 1) = \\ = 41,749 + 1,3 \times 10,854(2 \times 0,666 - 1) = 46,427 \text{ л/100 км.}$$

3. Определим средневзвешенную норму расхода топлива с учетом надбавок. Экономия топлива за предыдущий год составила  $D = 4,9\%$

$$Q_n^y = 10q \frac{Q_n}{qZ} (1 - D) = \\ = 10 \times 0,825 \frac{46427}{10,854 \cdot 0,666} (1 - 0,049) = 50,395 \text{ г/ткм.}$$

4. Определим общий нормируемый расход топлива на год работы предприятия

$$Q_{нг} = Q_w^r W \times 10^{-6} \\ Q_{нг} = 50,395 \times 166,75 = 8403,366 \text{ т.}$$

Нормативы предприятия по другим показателям его функционирования будут определены по мере рассмотрения последующего материала.



## 4. Документальное обеспечение системы управления

Система управления помимо нормативов должна быть обеспечена документально-справочными, официальными актами, формами и т.д. В процессе функционирования между различными подразделениями системы складываются регулярные документальные потоки по каналам прямой и обратной связи, позволяющие целенаправленно совершенствовать управление.

Под документом понимается информация, главным образом текстовая или цифровая, зафиксированная на носителе и рассчитанная на длительное хранение и многоразовое использование.

В системе управления действует целый ряд связей: организационные, информационные, экономические. Функционирование порождает и специфические потоки документальной информации, непосредственно используемой в процессе управления системой. Опыт показывает, что только обеспечение единства организационных, информационных и экономических связей позволяет эффективно управлять теми или иными процессами.

Документальные системы в управлении технической эксплуатацией подвижного состава автомобильного транспорта можно разделить на следующие группы (см. прил.1):

- ♦ исходная документация (путевой лист, листок учета ТО и ТР, накладные);

- ♦ оперативная документация (оперативный план-отчет ТО (Д), карта диагностирования Д-1, Д-2, суточный сетевой график выполнения ТО и ТР; карта диагностирования по элементам автомобилей, определяющим ресурс шин и расход топлива; график постановки автомобилей на технические воздействия по причине перерасхода топлива и повышенного износа шин и др.);

- ♦ накопительная документация (лицевая карточка автомобиля, накопительная карта диагностирования, лимитная карта автомобиля, заборная карта, накопительный журнал схода автомобилей с линии, карточка учета

работы автомобильной шины, лицевые карточки автомобиля и водителя по расходу топлива, паспорт или бортовой журнал текущего состояния автомобилей и качества работы водителя, карта учета отказавших элементов автомобиля, сданных на промежуточный склад и др.).

Основной исходной документацией является путевой лист, дающий информацию о пробеге автомобиля с грузом и без него, о транспортной работе водителя, о расходе топлива, о времени нахождения автомобиля в наряде и др. Листок учета ТО и ТР дает первичную информацию об отказах, пробеге и необходимых технических воздействиях на автомобиль.

Информация, внесенная в путевой лист и листок учета, позволяет всем подразделениям предприятия (бухгалтерия, плановый отдел, производственно-технический отдел, отдел эксплуатации и др.) решать все вопросы, связанные с функционированием ПАТ: зарплата, доходы, расходы, прибыль, материально-техническое обеспечение, проведение ремонтно-профилактических работ с подвижным составом, списание автомобилей и т.п.

*Товарно-транспортные накладные* выдаются на перевозку различных грузов автомобильным транспортом. В них указываются грузополучатель, плательщик, АТП, модель автомобиля и прицепа, водитель, наименование груза, его количество, стоимость, погрузочно-разгрузочные операции, время погрузки, транспортировки, разгрузки, расстояние перевозки.

После проведения транспортной работы рассчитывается полная стоимость перевозок, сверхнормативный простой, доплаты, транспортные услуги и другие затраты.

Оперативная документация формируется в реальном времени и реализуется в течение рабочей смены производственного персонала.

*Оперативный план-отчет (ОПО)* постановки автомобилей на ТО-1 (Д-1), ТО-2 (Д-2) по фактическому пробегу составляется в техническом отделе техником по учету и планированию ТО ежедневно. Исходным материалом для планирования служат данные лицевой карточки автомобиля (см. ниже) по ежедневному пробегу каждого авто-

мобиля. Зная ежесуточный пробег автомобиля определенной модели и нормативную периодичность ТО-1 (ТО-2), определяют дату постановки автомобиля на технические воздействия.

**Пример 6.** Спланировать по данным нарастающего итога фактического пробега автомобиля (по лицевой карточке) постановку его на ТО-1 с точностью до среднесуточного пробега. Нормативная периодичность  $L_1^n = 1800$  км, среднесуточный пробег  $L_{cc} = 180$  км, фактические суточные пробеги автомобилей  $L_i^c$  по данным лицевой карточки

$L_1^c = 197$ км;	$L_{1+2}^c = 385$ км;
$L_{2+3}^c = 510$ км;	$L_{3+4}^c = 765$ км;
$L_{4+5}^c = 944$ км;	$L_{5+6}^c = 1130$ км;
$L_{6+7}^c = 1302$ км;	$L_{7+8}^c = 1490$ км;
$L_{8+9}^c = 1675$ км;	$L_{9+10}^c = 1865$ км.

Фактическая периодичность  $L_1^f$  должна находиться в пределах планируемой

$$L_1^{fp} = L_1^n \pm L_{cc}, \text{ т.е. } L_1^{fp} = 1800 \pm 180 \text{ км.}$$

$$L_1^f \leq L_1^{fp}; 1620 < 1815 < 1960 \text{ км.}$$

Оперативный план-отчет составляется в пяти экземплярах: первый в ПТО, второй — диспетчеру по эксплуатации, который ставит штамп в путевом листе о постановке автомобиля на следующую смену в ТО-1 или ТО-2; третий — механику КТП, который направляет автомобиль на технические воздействия; четвертый — диспетчеру производства, который контролирует и оперативно воздействует на производственный процесс профилактики; пятый — бригадиру ТО-1, ТО-2 (механику колонны) для контроля выполненных операций.

Карты диагностирования Д-1 и Д-2 — предназначены для записи диагностической информации о техническом состоянии узлов, обеспечивающих безопасность движения автомобиля и его работоспособность. Источник информации может быть субъективным, использующим органы чувств оператора-диагноста, и объективным,

использующим аппаратуру и стенды оценки состояния автомобиля.

*Суточный сетевой график* технических воздействий на постах ТО и ТР ведется диспетчером производства в зависимости от режима работы производственной зоны в одну, две или три смены. В графике расписаны все посты ТО и ТР, имеющиеся на предприятии, и время работы по часам каждого из них в течение суток. На каждом посту оперативно отмечается время постановки автомобиля на пост, норматив простоя и фактическое время убытия автомобиля с поста. Здесь же отмечается количество персонала в бригадах ТО и ТР, занятого на постах, а также автомобили, переходящие из-за нехватки времени для ремонта на следующие сутки.

*Карта диагностирования* по элементам автомобиля, определяющим ресурс шин и расход топлива, составляется (выписывается) на автомобили, имеющие неравномерный, ускоренный износ шин в процессе их эксплуатации, либо на автомобили, перерасходующие топливо. В первом случае карта выписывается техником по учету работы шин, во втором — техником по учету расхода топлива. При наличии на предприятии персональных ЭВМ эти работы являются престижными, значительно ускоряют процесс обработки документов и более объективно оценивают работу шин и расход топлива автомобилями. В карте указаны все элементы автомобиля, оказывающие влияние на ускоренный износ шин либо на перерасход топлива.

Карта находится у механика КТП и выдается водителям после возвращения с линии. Имея карту диагностирования, водитель ставит автомобиль на пост диагностики, где диагност проверяет состояние элементов автомобиля согласно параметрам, указанным в карте. При необходимости выполняются технические воздействия с целью приведения технического состояния элементов в соответствие с нормативами.

На автомобиль с повышенным износом шин либо с перерасходом топлива составляется график постановки автомобиля на технические воздействия. График состав-

ляется техником по учету расхода топлива и учету работы автомобильных шин на основе анализа накопительных карт, учитывающих расход топлива автомобилями и работу автомобильных шин в процессе эксплуатации. График составляется для тех же лиц, что и оперативный план-отчет, рассмотренный ранее. После отметки о выполнении работ в производственной зоне график возвращается в технический отдел.

К накопительной документации относятся формы документов, предназначенные для заполнения их в течение месяца, года и т.д.

*Лицевая карточка автомобиля* предназначена для планирования ТО, учета и анализа выполнения ТО и ремонта и корректирования плана ТО по конкретному автомобилю с учетом фактического пробега и простоев в ремонте. Составляется и ведется техником по учету подвижного состава на основе периодического проведения ТО с учетом специфики работы предприятия; периодичности проведения предупредительного ремонта; суточного пробега автомобиля; режима работы АТП. Лицевая карточка учитывает работу автомобиля помесечно и ежедневно.

На основании лицевых карточек выписываются точные оперативные планы-отчеты постановки автомобилей на ТО. Отметки о выполнении ТО и ремонта производятся в лицевой карточке с помощью условных сокращений на основании информации, содержащейся в поступающих планах-отчетах ТО и листках учета.

Отметки о ежедневных пробегах с нарастающим итогом и простоях автомобилей проставляются в верхней части строк по сведениям, поступающим из отдела эксплуатации. При стабильных ежедневных пробегах подвижного состава планирование ТО может осуществляться по принципу месячного календарного графика. На обратной стороне лицевой карточки записываются данные по поставленным на автомобиль агрегатам: дата их постановки и снятия, пробег автомобиля. Лицевая карточка хранится в техническом отделе предприятия.

*Накопительная карта диагностирования* ведет учет данных о техническом состоянии автомобиля, накапливая их с начала эксплуатации и до капитального ремонта. Данные о состоянии списываются с карт диагностирования Д-2 по 40–50 параметрам, обеспечивающим работоспособность автомобиля. Накопительные объективные данные позволяют решить целый ряд задач, связанных с периодичностью и объемами технических воздействий, с запасами элементов, необходимых для оборотного фонда, с ресурсом элементов автомобиля, с топливной экономичностью подвижного состава и т.д.

Накопительная карта диагностирования ведется диагностом и реализуется в группе учета и анализа производственного отдела.

*Лимитная карта* определяет и суммирует отпущенные запасные части и материалы со складов предприятия по каждому автомобилю с начала и до конца его эксплуатации в номенклатурном и стоимостном выражении с учетом инфляции. Необходимость ведения такой карты диктуется тем, что в сочетании с другими расходными документами она позволяет определить суммарный уровень расходов на данный автомобиль и в сравнении с доходами получить информацию о прибыльности автомобиля. Лимитная карта заполняется кладовщиком склада и находится в группе учета и анализа информации.

*Заборная карта* оформляется на каждый вид материала и на все запасные части, поступающие на склады предприятия извне, с указанием наименования, шифра детали, узла, агрегата, а также их стоимости.

Списание материалов и запасных частей с заборной карты, находящейся на складе, производится в лимитную карту конкретного автомобиля. Заборную карту ведет кладовщик склада.

*Накопительный журнал суточного распределения автомобилей* находится на контрольно-техническом пункте (КТП) предприятия и ведется контрольным механиком, где, исходя из списочного количества подвижного состава ПАТ, все автомобили расписывают по их местонахождению в данный момент времени, например, на 8 часов утра:

на линии, в ТР, ТО-2, в ожидании ТР или капитального ремонта, без водителя, без работы и т.д. Такое распределение автомобилей предприятия дает возможность определить оперативные коэффициенты технической готовности и выпуска автомобилей на линию.

*Накопительный журнал схода автомобилей с линии* по техническим причинам также находится на КТП и оформляется на автомобили, отказавшие в процессе первой половины линейного времени. В журнале указывается время схода с линии, номер автомобиля, причина схода, время последующего выхода на линию и суммарное время простоя. Данная информация позволяет выявить тяжесть отказов и возможность предупреждения их с помощью диагностики.

*Карточка учета работы автомобильной шины* составляется на каждую шину (новую, восстановленную, бывшую в эксплуатации), устанавливаемую на автомобиль. В карточке записываются основные данные по шине: ее обозначение, модель, завод-изготовитель, ГОСТ, номер, а также номера автомобиля и прицепа; дата установки и снятия шины с автомобиля; техническое состояние в процессе эксплуатации, в том числе глубина рисунка протектора по мере его износа, и причина снятия шины.

При периодическом осмотре шины и изменении высоты рисунка протектора, например, при проведении ТО-2 устанавливается фактический износ шины и сравнивается с нормативным. При преждевременном износе устанавливается его причина путем заполнения карты диагностирования и проведения необходимых технических воздействий. Карта ведется техником по учету работы шины.

*Карточки по учету расхода топлива* заполняются на водителя и автомобиль. Двойной контроль связан с тем, что на одном и том же автомобиле могут работать разные водители. В карточке записываются фамилия, имя, отчество водителя, число, месяц, номер путевого листа, номер автомобиля и расход топлива по норме и фактический, а также экономия или перерасход. Карточка заполняется ежедневно техником по учету расхода

топлива. В случае перерасхода выписывается карта диагностирования по элементам автомобиля, определяющим ресурс шин и расход топлива, и автомобиль после диагностирования подвергается техническим воздействиям по тем элементам, которые не соответствуют нормативным или оптимальному техническому состоянию. Формирование и движение основной технической документации в системе управления технической готовностью парка приведено в прил. 2.



## **5. Методическое обеспечение системы управления**

На предприятии должен быть организован определенный порядок получения конечного результата деятельности производственно-технической службы — коэффициента технической готовности подвижного состава с учетом затрат на его эксплуатацию. Все показатели базируются на двух шкалах — пробега и времени. Движение автомобиля определяется функцией пробега, его простой — функцией времени.

Рассматриваемые ниже методы анализа отражают зависимость состояния автомобиля и процессов управления от разных факторов. Обработка и анализ данных используются в виде информации на разных уровнях системной иерархии подразделений предприятия для принятия соответствующих решений.

Единый подход к рассматриваемым показателям позволит сравнить деятельность подразделений (филиалов, колонн) предприятия, а также различных предприятий автомобильного транспорта.

### **5.1. Случайные величины и их характеристики**

Процессы, протекающие в природе и технике, подразделяются на две большие группы в смысле их формализации:

- ♦ процессы, описываемые функциональными зависимостями;
- ♦ случайные (вероятностные) процессы.

Вероятностные процессы, как правило, являются функциями многих переменных, значения которых имеют определенное рассивание, а в ряде случаев вообще неизвестны.

Например, наработка на отказ и периодичность отказов (пробег между отказами) является случайной величиной и зависит от целого ряда факторов: качества технического обслуживания и текущего ремонта, эксплуа-

тационных материалов, дорожных и климатических условий, квалификации персонала и т.д.

Для дальнейшего совершенствования условий эксплуатации и конструкции необходима информация о закономерностях изменения их технического состояния. Таким образом, техническое состояние автомобилей и их элементов в эксплуатации имеет различия и носит случайный характер.

Для анализа характеристик и закономерностей изменения технического состояния необходимы определенные методы, основанные на теории вероятностей и математической статистики. Для получения соответствующих характеристик технического состояния автомобиля, состояния различных расходов и затрат подвижным составом необходимо собрать определенные данные в достаточном количестве. Это могут быть следующие данные: наработка на отказ определенных элементов, их средние величины (показатели диагностических и структурных параметров); расходы и затраты на шины, топливо, ТО и ТР; данные из документов, которые ведутся на предприятии (лицевых карточек автомобиля, карточек учета расхода топлива, карточек учета расхода шин, лимитных карт на запасные части и др.).

При обработке учетных данных как по одному автомобилю, так и по совокупности автомобилей предприятия в силу их рассеивания, необходимо определить доброкачественный объем выборки исследуемого показателя.

Для определения объема выборки значений делаются предварительные измерения: 10–15 значений (например, расход топлива на холостом ходу) по 10 автомобилям или 10 измерениям в разное время по одному автомобилю ( $X_i$ ).

По этой выборке определяют:

— среднее статистическое

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i;$$

— дисперсию  $D = \sigma^2$ ;

— среднее квадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2};$$

— коэффициент вариации  $V = \sigma/\bar{X}$ .

Все вычисления сводятся в табл. 7.

Таблица 7

Сводная таблица для обработки выборочных данных

№ п/п	Индивидуальные значения выборки	Среднее арифметическое	Отклонение индивид. значений от среднего	Квадраты отклонений	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент вариации
	$X_i$	$\bar{X}$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\sigma$	$V$
1	$X_1$	$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i;$	$X_1 - \bar{X}$	$(X_1 - \bar{X})^2$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$	$V = \sigma/\bar{X}$
2	$X_2$		$X_2 - \bar{X}$	$(X_2 - \bar{X})^2$		
...	...		...	...		
n	$X_n$		$X_n - \bar{X}$	$(X_n - \bar{X})^2$		

**Пример 7.** Определить величины  $\bar{X}$ ,  $\sigma$  и  $V$  по данным выборки значений расхода топлива автомобилем на холостом ходу: 0,85; 0,92; 1,06; 1,11; 1,28; 1,36; 1,38; 1,58; 1,76; 1,92 л/ч. Исходные данные и расчет величин  $\bar{X}$ ,  $\sigma$  и  $V$  занесем в табл. 8.

Различают величины с малой вариацией ( $V < 0,1$ ), средней ( $0,1 < V < 0,33$ ) и большой ( $V > 0,33$ ). Для определения окончательных размеров выборки необходимо иметь предварительную  $\sigma$ , вспомогательное число  $Z$  — коэффициент Стьюдента, зависящий от принятой доверительной вероятности  $\beta = P_{\text{дов}}$ , и положительное число  $\epsilon$ , характеризующее точность оценки. Тогда объем выборки определится по выражению

$$n = Z_{\beta}^2 \sigma^2 / \epsilon^2,$$

где  $Z_{\beta}$  — выбирается по табличным данным;

$\beta = 0,9-0,95$  — для отрасли автомобильного транспорта;

Таблица 8

$X_i$	$\bar{X}$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\sigma$	$v$
0,85	$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i =$ $= 1,32$	-0,47	0,2209	$y = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} =$ $= 0,35$	$V = \sigma/\bar{X} =$ $= 0,26$
0,92		-0,40	0,16		
1,06		-0,26	0,0676		
1,11		-0,21	0,0441		
1,28		-0,04	0,0016		
1,36		0,04	0,0016		
1,38		0,06	0,0036		
1,58		0,26	0,0676		
1,76		0,44	0,1976		
1,92		0,67	0,3600		

$\epsilon = (0,05-0,10) \times X$ , т.е. относительная точность должна быть не менее (5-10)%.

**Пример 8.** Определить количество данных выборки расхода топлива автомобилем на холостом ходу по данным примера 7 с точностью  $\epsilon = 0,132$  л/ч при  $\beta = 0,95$ ;  $Z_\beta = 1,960$ ;  $\sigma = 0,35$  л/ч.

$$n = 1,96^2 \times 0,35^2 / 0,132^2 = 42 \text{ ед.}$$

Размеры любой выборки ограничены, поэтому необходимо оценить точность получаемых величин путем определения доверительных интервалов. По выборочным характеристикам случайной величины  $X$  нужно определить нижние  $X_n$  и верхние  $X_v$  доверительные границы для генеральной характеристики  $X_0$ . Рассматриваемые границы представляют собой доверительные интервалы, покрывающие параметр  $X_0$  с надежностью  $\beta$ , т.е.

$$\beta = \text{Вер}(X_n \leq X_0 \leq X_v).$$

Для вычисления значений  $X_n$  и  $X_v$  существуют определенные расчетные зависимости, соответствующие тому или иному закону распределения случайной величины.

Если случайная величина распределена по нормальному закону, то величины  $X_n$ ,  $X_v$  находятся из условия

$$X_{\text{н}} = \bar{X} - \varepsilon = \bar{X} - Z_{\beta} \sigma / \sqrt{n};$$

$$X_{\text{в}} = \bar{X} + \varepsilon = \bar{X} + Z_{\beta} \sigma / \sqrt{n};$$

Зная  $\varepsilon = Z_{\beta} \sigma / \sqrt{n}$ , можно сделать вывод:

— с увеличением объема выборки  $n$  точность характеристики возрастает;

— увеличение надежности оценки  $\beta$  приводит к увеличению  $Z_{\beta}$ , что уменьшает точность оценки;

— уменьшение  $\sigma$  стабилизирует вариационный ряд, сокращая коэффициент вариации, что приводит к увеличению точности оценки.

**Пример 9.** На основе данных примеров 7, 8 определить нижнюю  $X_{\text{н}}$  и верхнюю  $X_{\text{в}}$  доверительные границы для генеральной характеристики  $X_0$ :

$$X_{\text{н}} = \bar{X} - \varepsilon = 1,32 - 1,96 \times 0,35 / \sqrt{10} = 1,32 - 0,216;$$

$$X_{\text{в}} = \bar{X} + \varepsilon = 1,32 + 1,96 \times 0,35 / \sqrt{10} = 1,32 + 0,216;$$

$$X_0 = 1,32 \pm 0,216 \text{ л/ч.}$$

В практике обработки экспериментальных данных находят широкое применение следующие законы распределения:

- нормальный закон;
- логарифмически нормальный закон распределения;
- показательный (экспоненциальный) закон распределения;
- закон равномерной плотности;
- закон Вейбулла;
- закон Пуассона и др.

Основная особенность нормального закона распределения в том, что он является предельным законом, к которому приближаются другие законы распределения.

В отрасли автомобильного транспорта нормальное распределение случайных величин встречается наиболее часто (рис. 4). Ему подчиняются пробеги до капитального

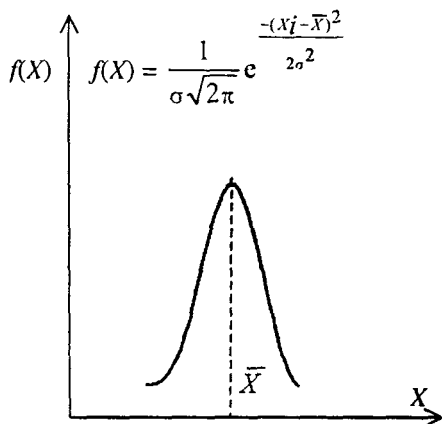


Рис. 4. Плотность распределения нормального закона

ремонта агрегатов и узлов автомобилей, суточные пробеги, время на операции технического обслуживания и их трудоемкости, наработка большинства деталей с износным (постепенным) характером отказов, время на капитальный ремонт агрегатов, трудоемкость замены некоторых деталей. Нормальное распределение характеризуется малым коэффициентом

вариации ( $V \leq 0,33$ ). Рассеивание случайной величины укладывается на участке  $X \pm 3\sigma$  и называется правилом трех сигм.

Логарифмически нормальному закону распределения подчинены наработки до отказа деталей, у которых износ носит усталостный характер (шестерни, рессоры, подшипники). С логарифмически нормальным законом согласуется также время ремонта таких узлов и деталей, замена которых сопряжена с обязательным демонтажем других соединений (рис. 5).

Экспоненциальный закон распределения часто встречается в задачах надежности и массового обслуживания. Ему подчиняются: наработка деталей с внезапным характером отказов; наработка между отказами узлов и агрегатов автомобиля; время восстановления автомобиля при текущем ремонте; промежуток времени между поступлениями автомобилей в зону ремонта. Экспоненциальное распределение имеет один параметр  $\lambda$ , и это свойство зачастую применяют для замены других многопараметрических законов (рис. 6).

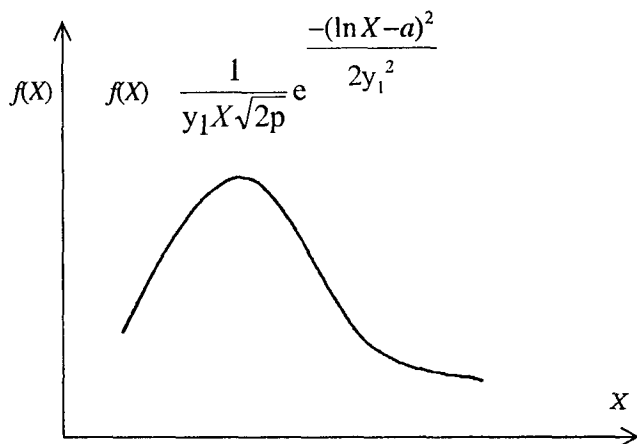


Рис. 5. Плотность распределения  
логарифмически нормального закона

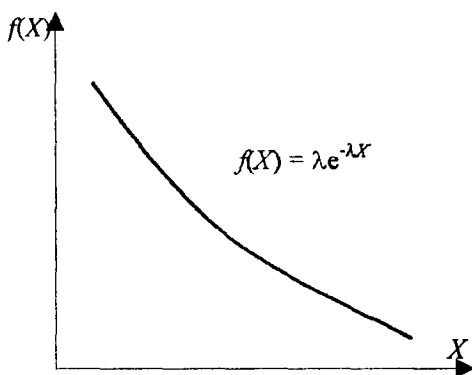


Рис. 6. Плотность распределения  
экспоненциального закона

## 5.2. Обработка выборочных данных о состоянии автомобилей и процессов

Пусть имеем доброкачественный объем выборки. Порядок обработки его предлагается следующим:

— зарегистрированные значения рассматриваемого признака  $X$ , расположить в возрастающем порядке;

— найти наименьшее  $X_{\min}$  и наибольшее  $X_{\max}$  значения параметра;

— определить размах изменения начения параметра

$$R = X_{\max} - X_{\min};$$

— выбрать число интервалов  $K$  в зависимости от объема выборки  $n$ :

$$K = 1 + 3,32 \lg n;$$

— определить ширину частичного интервала  $h$

$$h = R/K = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{1 + 3,32 \lg n}$$

— определить границы интервалов, для чего установить нулевое (крайнее) значение интервала  $X_0$ :

$$X_0 = X_{\min} - h/2.$$

Следующие границы интервалов определяются последовательным прибавлением ширины интервала  $h$  к предыдущему значению границы  $X_1 = X_0 + h$ ,  $X_2 = X_1 + h$  и т.д. до тех пор, пока  $X_k$  не будет больше  $X_{\max}$ ;

— в каждом интервале определить его середину

$$\bar{X}_i = \frac{X_i + X_{i+1}}{2};$$

— определить число элементов значений признака, попавших в  $i$ -й интервал. Эту величину называют опытной частотой  $m_i^*$  данного интервала;

— результаты расчета свести в табл. 9.



Таблица 9

Сводная таблица обработки выборочных данных

Номер интервала	Ширина интервала значений параметра $X_{i-1} - X_i$	Середина интервала $\bar{X}_i$	Частота $m_i$	Частость $W_i$	Накопленная частость $W_i^*$
1	$X_1 - X_1'$	$\bar{X}_1'$	$m_1^*$	$W_1'$	$W_1^*$
2	$X_1' - X_2$	$\bar{X}_2$	$m_2^*$	$W_2$	$W_2^*$
...	...	...	...	...	...
K	$X_{k-1} - X_k$	$\bar{X}_k$	$m_k^*$	$W_k$	$W_k^*$

Относительную величину частоты называют частостью  $i$ -го интервала  $W_i$   $W_i = m_i^*/n$ .

Накопленные частоты  $W_i^*$  получаются путем последовательного прибавления частоты  $W_i$  очередного интервала

$$W_i^* = \sum_{i=1}^i W_i$$

для последнего интервала

$$W_k^* = \sum_{i=1}^k W_i = 1.$$

Используя данные табл. 9, вычисляем основные характеристики распределения случайной величины:

— среднее арифметическое (математическое ожидание)  $\bar{X}$ :

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^k \bar{X}_i m_i^* / n = \sum_{i=1}^k \bar{X}_i W_i;$$

— дисперсию  $D^*$  и среднее квадратическое отклонение  $\sigma$

$$D^* = \sum_{i=1}^k (\bar{X}_i - \bar{X})^2 m_i^* / n = \sum_{i=1}^k (\bar{X}_i - \bar{X})^2 W_i;$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k (\bar{X}_i - \bar{X})^2};$$

— коэффициент вариации  $V$ ,  $V = \sigma/\bar{X}$ .

По коэффициенту вариации приближенно определяется закон распределения, так при  $V \leq 0,3$  распределение подчиняется нормальному закону, при  $V = 0,52$  — частному случаю закона Вейбулла — закону распределения Релея, а при  $V = 1,0$  — экспоненциальному закону. Графическое выражение закона распределения можно представить в виде гистограммы и наклонной (кумулятивной) кривой.

Гистограмма представляет собой набор прямоугольников, основанием каждого является длина частичного интервала, а высота  $m_i^*(W_i)$ .

По построенной гистограмме назначается теоретический закон распределения случайной величины, для которого по формуле

$$F_T(X) = \int_{-\infty}^x f(X) dx$$

определяется теоретическая функция распределения. Для нормального закона распределения:

$$F_T(X) = \frac{1}{y\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{\frac{-(X_i - \bar{X})^2}{2y^2}} dx = \Phi\left(\frac{X_i - \bar{X}}{y}\right),$$

где  $\Phi\left(\frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}\right)$  — функция распределения централизованных и нормированных значений случайной величины  $X = (X_i - \bar{X})/\sigma$ . Значения этой функции приводятся в таблицах [7].

Кумулятивная кривая строится по накопленным частностям  $W_i^n$ , и она соответствует опытной функции распределения признака  $W_i^n = F_{он}(X_i)$ .

Соответствие опытной  $F_{он}(X)$  и теоретической  $F_m(X)$  функций распределения может быть оценено с помощью критериев согласия, например, критерия А.Н. Колмогорова, Пирсона и др. Согласно критерию А.Н. Колмогорова

ва определяется максимальное абсолютное отклонение опытных значений функции распределения от теоретических:

$$D = \max |F_{\text{оп}}(X) - F_{\text{т}}(X)|.$$

Вычисляется коэффициент  $\lambda$ :

$$\lambda = D\sqrt{n}.$$

Затем по таблице [7] находят вероятность  $P(\lambda)$ . Если вероятность  $P(\lambda) \geq 0,6$ , то гипотеза о принятом законе распределения принимается, т.е. можно говорить о хорошем согласии функций  $F_{\text{оп}}(X)$  и  $F_{\text{т}}(X)$ . В противном случае гипотеза отвергается.

**Пример 10.** Определить вероятностные параметры расхода топлива автомобилем на холостом ходу с построением гистограммы и кумуляты (см. табл. 9):

$n = 62$  единицы;  $X_{\min} = 1,25$  л/ч;

$X_{\max} = 3,35$  л/ч;  $R = 3,35 - 1,25 = 2,1$  л/ч;

$K = 1 + 3,32 \lg n = 1 + 3,32 \lg 62 = 7$ ;

$h = R/K = 2,1:7 = 0,3$  л/ч.

Все расчеты поместим в табл. 10.

Графическое изображение гистограммы и кумулятивной кривой приведено на рис. 7.

Определим коэффициент  $\lambda$

$$\lambda = D\sqrt{n} = 0,198\sqrt{62} = 1,5.$$

Вероятность  $P(\lambda)$ ;  $P(1,5) = 0,022 < 0,6$ . Гипотеза о нормальном законе распределения отвергается.

Таблица 10

№ п/п	Интер- валы $X_{i-1} - X_i$	Сере- дина интер- валов $X_i$	Частота $m_i^*$	Частость $W_i$	Накопл. частость $W_i^{**}$	$F_m(X_i)$	Д
1	1,25 - 1,55	1,44	5	0,081	0,081	0,142	0,061
2	1,56 - 1,85	1,7	10	0,162	0,243	0,256	0,013
3	1,86 - 2,15	2,0	14	0,225	0,468	0,409	0,059
4	2,16 - 2,45	2,3	17	0,274	0,742	0,572	0,170
5	2,46 - 2,75	2,6	11	0,178	0,920	0,722	0,198
6	2,76 - 3,05	2,9	3	0,048	0,968	0,844	0,124
7	3,06 - 3,75	3,2	2	0,032	1,000	0,924	0,076

$$\sum m_i^* = 62, \sum W_i^* = 1.$$

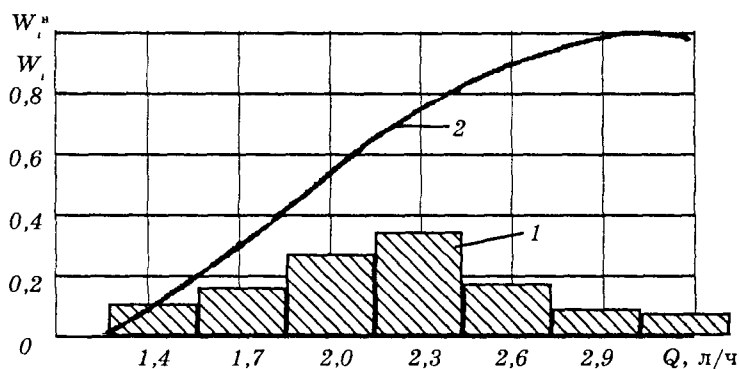


Рис. 7. График распределения признака:  
1 — гистограмма; 2 — кумулятивная кривая

## 6. Диагностическое обеспечение системы управления

Управление производством ТО и ТР подвижного состава на предприятиях автомобильного транспорта преследует цель сокращения числа простаивающих по техническим причинам автомобилей для обеспечения заданным количеством и номенклатурой единиц транспортного процесса, т.е. обеспечения заданной технической готовности автомобилей в реальном времени.

Формирование технической готовности парка основывается на знании факторов, характеризующих состояние автомобилей и процессов, взаимодействующих в системе.

Система управления имеет в своем составе следящие устройства, позволяющие выдавать оперативную и текущую информацию о состоянии элементов автомобилей и процессов на управляющие органы. Таким «устройством» является подсистема диагностирования, обладающая уникальными свойствами. Функциональные и целевые возможности диагностирования весьма многоплановы и в принципе отличны от других составляющих системы управления. Это отличие носит объективный характер и обусловлено всеобщностью диагностирования. Методы диагностирования должны быть «сконструированы» системно и так, чтобы обладали следящим действием по отношению к изменению состояния элементов автомобиля. Таким образом, диагностирование является необходимым составляющим компонентом в системе управления.

Рассмотрим функции диагностирования в системе управления технической готовностью парка.

Согласно принятой терминологии диагностирование в первую очередь следует рассматривать как *процесс* определения (распознавания) состояния элементов системы. В данном случае речь идет как об определении технического состояния элементов автомобиля, так и об определе-

нии состояния элементов производственного процесса предприятия автомобильного транспорта.

Функциональная схема производственной системы, выполняющей ТО и ТР автомобилей с диагностированием, представлена на рис. 8. Исходные данные  $X_0$ , вводимые в управляющую систему (УС), выдаются в виде необходимости выполнения различных видов ТО и ремонта, либо выполнения внеплановых технических воздействий по причине перерасхода топлива, запасных частей, недопробега шин и т.п. по диагностической информации.

Управляющая система (главный инженер, начальник производства, бригадиры) формирует и принимает решения о необходимости технических воздействий по каждому конкретному автомобилю с учетом внешней среды (ВС) и состояния элементов автомобиля  $X_1$ . В производственном процессе (в зоне ТО и ТР) реализуется принятое в управляющей системе решение. Результативность выполненных технических воздействий над объектом проверки (ОП) осуществляется в подсистеме обратной связи, имеющей средства диагностирования (СД) (система оценки и сравнения состояния объектов управления), путем сравнения фактического значения параметра (полезного результата) с критерием (нормативом). Если полученный результат соответствует нормативу, то автомобиль относится к числу работоспособных и направляется в линейную эксплуатацию.

Подсистема обратной связи является следящим устройством, обеспечивающим сравнимость результатов на основе диагностической информации. В этом смысле обратная связь обладает уникальной способностью регулятора, создающего заданный (оптимальный) режим. На систему действует внешняя среда (ВС) (внешние условия) в виде дорожных и климатических условий, возрастного состава парка и т.п.

Однако возможности диагностирования, представленного в виде элемента технологии технического обслуживания и ремонта автомобилей, значительно шире и рассматриваются в качестве необходимого компонента системы управления производственными и социально-эко-

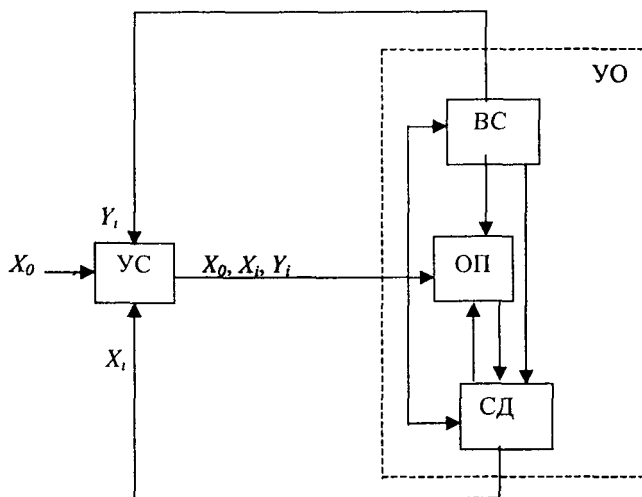


Рис. 8. Функциональная схема диагностической системы

номическими процессами предприятия, распознающего состояние элементов системы. К таким элементам относятся автомобили, оборудование, производственный персонал, технологические, организационные, социальные и экономические процессы, задействованные в технической службе предприятия.

Ранее диагностирование рассматривалось нами как процесс определения технического состояния автомобилей. Однако немаловажное значение имеет и процесс определения технического состояния самого диагностического и другого гаражного оборудования по заданным выходным (диагностическим) параметрам. От уровня организации производственного процесса диагностирования, технического обслуживания и ремонта в большей части зависит и производительность труда персонала, занятого на этих видах воздействия. Поэтому определенные состояния уровня организации производства ТО и ТР автомобилей входят в общую систему диагностирования. И, наконец, в процессах определения состояния людей-операторов (водителей, производственного персонала и др.)

достигается необходимое взаимодействие элементов системы «автомобиль — технологическое оборудование — организация процессов — персонал — перевозки».

Диагностирование как фактор сокращения времени простоя автомобиля на субъективном и объективном уровнях, влияющий на формирование технической готовности, является источником (первоосновой), определяющим дальнейший ход процесса и характера воздействий во времени на элементы системы. Величина фактора времени, определяющего простои автомобилей по техническим причинам, регламентируется четкостью постановки диагноза, полнотой и достаточностью параметров, определяющих состояние элементов системы. Таким образом, знание исходного состояния элементов системы предопределяет как промежуточные, так и конечные результаты функционирования системы во времени.

При выполнении текущего ремонта диагностирование позволяет выявить скрытые и нечетко сформулированные отказы и неисправности и предупреждает их возникновение, что в значительной степени сокращает время простоев автомобилей в ТР. Предварительное определение фактического объема работ ТО-2 в сравнении с нормативным на основе диагностической информации сокращает время проведения ТО-2 на 15–20%.

Ожидание автомобилями проведения ТР и КР во многом определяется отсутствием необходимого запаса элементов на складах предприятия. Прогнозирование состояния автомобилей позволяет предприятию объективно формировать запасы элементов на основе диагностической информации и сокращать тем самым время простоя автомобиля в ожидании технических воздействий.

Своевременная объективная диагностическая информация о достижении автомобилем предельных значений параметров позволяет в сжатые сроки направлять автомобили на капитальный ремонт или производить их списание.

Как установлено на практике, основную долю простоев (до 55%) занимают простои автомобилей в ТР и ТО-2; около 33% — в ожидании ТР и КР и до 12% — в КР и на



списании. Отраслевые нормативы на выполнение ТО-1 и ТО-2 предусматривают учет коэффициента повторяемости, регламентирующего необходимость выполнения ряда операций ТО по потребности, определяемой диагностированием.

Диагностирование как показатель характеризует систему управления в целом с точки зрения степени ее технического состояния и полноты оснащения. Отсутствие диагностирования в системе делает последнюю неуправляемой, разомкнутой. Таким образом, диагностирование является необходимым компонентом системы, контролирующим ход процесса и выполняющим в ней функцию датчика или устройства обратной связи путем сравнения полученных результатов с критериями, нормативами, техническими условиями.

В системе управления процессами ТО и ТР обратные связи используются на разных уровнях, в отдельных процессах и в системе в целом.

Диагностирование как источник управляющей информации в системе выдает управляющему органу данные о состоянии элементов автомобиля, производственно-технологических и социально-экономических процессов для последующего принятия решений по ходу процесса управления технической готовностью парка.

На основе диагностической управляющей информации в производственных условиях решаются следующие задачи:

- ♦ устанавливается периодичность ТО-1 и ТО-2 по данным фактических изменений параметров технического состояния элементов автомобилей с учетом пробега на постах диагностирования;
- ♦ определяется необходимый объем (трудоемкость и перечень) работ по ТО и ТР, выявление диагностом фактической потребности элементов автомобиля в технических воздействиях;
- ♦ устанавливается необходимый запас элементов автомобиля на промежуточном и центральном складах по фактическому техническому состоянию подвижного состава данного предприятия;

- ♦ определяется ресурс автомобилей, в том числе и шин (гарантийный, технический, остаточный, до капитального ремонта), основанный на наличии данных на постах диагностирования и фактических сведений по параметрам состояния автомобилей об отказах;

- ♦ измеряется расход топлива автомобилем, зависящий от его технического состояния, с проведением диагностических и последующих регулировочных и восстановительных работ по элементам автомобиля, техническое состояние которых влияет на расход топлива;

- ♦ в соответствии с фактическим состоянием автомобиля в данный момент времени по информации диагноста начальником (диспетчером) производства принимается решение о возможности переноса операций ТО и ТР на межсменный период, о необходимом перераспределении производственных площадей и персонала по конкретным автомобилям.

Здесь же должен быть решен вопрос об объеме управляющей информации, способах ее обработки и передачи по каналам связи и возможность ее хранения.

Диагностирование как *измеритель* параметров состояния элементов системы количественно оценивает состояние автомобиля в функции пробега, состояние процессов, персонала, технологического оборудования и условия организации ТО и ТР автомобилей в функции времени и позволяет представить их в виде математических, экономических, логических и других моделей.

При изменении состояния диагностирование выступает как координатор последующих воздействий на автомобили и процессы по оперативному корректированию нормативной базы управления о запасе и ресурсе элементов, о расходах материалов и затратах на них и т.д.

Нормативная база в системе управления производством ТО и ТР автомобилей представляет собой государственные, отраслевые нормативы и нормативы предприятия. Одним из основных источников формирования нормативов предприятия является диагностическая информация, накапливаемая в картах диагностирования информации по каждому конкретному автомобилю, процессу.

Нормирование параметров технического состояния автомобилей, точности и достоверности измерений диагностических параметров, периодичности и объемов технических воздействий и ресурса элементов автомобилей приведено ранее в разд. 3.5.

Нормативы предприятия по запасу элементов автомобиля, по ресурсу шин, расходу топлива и материалов с учетом обеспечения средних значений государственных и отраслевых нормативов определяют, исходя из конкретных условий предприятий (возрастной состав парка, мощность предприятия, условия эксплуатации подвижного состава, уровень механизации и автоматизации производственных процессов, уровень объективного диагностирования и т.д.), на основе субъективной и объективной диагностической информации.

Диагностирование в системе управления должно быть определяющим образом оценено и охарактеризовано. Выбранные параметры диагностирования должны быть *оценены* с позиции использования объективных средств, дающих, как правило, количественные показатели измерения в отличие от субъективных качественных.

В этом случае различают субъективный и объективный поиск отказов и неисправностей. Субъективный поиск основан на деятельности с учетом опыта и навыка диагноста и, как правило, без использования инструментальных средств с помощью органов чувств: слуха, обоняния, осязания, зрения, вкуса. Для усиления сигнала используются простейшие средства (стетоскоп, молоток, линейка и др.).

Объективный поиск помимо деятельности человека обязательно предусматривает функционирование диагностической системы, позволяющее получить фиксированные значения оценочных параметров. Объективное диагностирование представляет собой процесс, осуществляемый с помощью контрольно-измерительного оборудования, приборов и инструментов. Техническое состояние элементов автомобиля производится сравнением полученных показателей выходных параметров с их допускаемыми значениями.

Знание соотношения между параметрами объективного и субъективного диагностирования позволяет решить ряд вопросов, связанных с оптимизацией отдельных показателей диагностирования: определить существующее положение на ПАТ с диагностическим обеспечением; установить состав средств диагностирования в зависимости от поставленных задач и мощности предприятия, определить суммарные затраты на средства диагностирования, установить долю объективного диагностирования в массиве параметров  $\Pi$ . В этом случае соотношение параметров объективного  $\Pi_o$  и субъективного  $\Pi_c$  диагностирования предлагается выразить через коэффициент объективности диагностирования  $K_{об}$ :

$$K_{об} = \Pi_o / \Pi = \Pi_o / (\Pi_o + \Pi_c) = 1 / (1 + \Pi_c / \Pi_o) .$$

Диагностирование автомобиля на линии водителем  $D_{лв}$  (1-й уровень организации) приближает  $K_{об}$  к нулю (рис. 9). В этом случае из 140–160 параметров субъективного и 60–80 объективного диагностирования водитель использует весь диапазон параметров субъективной оценки и 7–10 параметров объективной в основном со щитковых приборов. Аналогичная ситуация складывается при контроле автомобилей на контрольно-техническом пункте  $D_{вт}$  (2-й уровень организации), но здесь сокращается число параметров субъективного диагностирования с учетом лишь параметров по элементам автомобиля, обеспечивающим безопасность его работы, где  $K_{об} = 0,19–0,23$ . В средних ПАТ при выполнении ТО-1, ТО-2, Д-1 и Д-2 (3-й и 4-й уровни организации)  $K_{об} = 0,2–0,4$ , а на предприятиях большой мощности при механизации процессов измерения  $K_{об} = 0,75–0,94$ .

Соотношение параметров объективного и субъективного диагностирования позволяет четко определиться в существующем положении со средствами диагностирования на ПАТ и в капитальных затратах  $K_d$  на диагностические средства. Затраты на субъективное диагностирование практически могут быть сведены к нулю, имея в виду отсутствие приборной части.

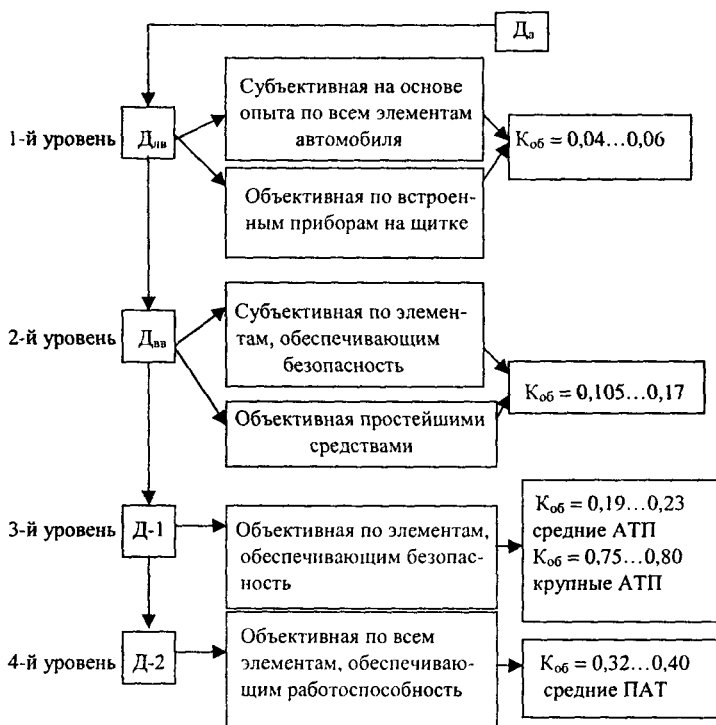


Рис. 9. Уровни диагностирования автомобилей на ПАТ

Оценочные параметры субъективного диагностирования в сочетании с объективными несут в себе наиболее полную информацию в управляющую систему для принятия решения. В этом случае принимается максимальное число параметров субъективного и минимально обоснованное число параметров объективного диагностирования.

Изменение технического состояния автомобиля происходит в результате взаимодействия элементов или сред в разных сочетаниях на уровне сопряжений: деталь с деталью; деталь с жидкостью, в том числе под давлением; деталь с воздухом, в том числе под давлением; деталь под

нагрузкой; деталь под воздействием электрохимических, тепловых и т.п. процессов; комбинированное взаимодействие. В этом случае накладывается ограничение на выбор оценочных параметров: выбираются те, которые оценивают техническое состояние не отдельных деталей, а взаимодействующих в определенных сочетаниях, так как без взаимодействия сред нет существенного изменения состояния элементов в пределах их срока службы.

Стремление определить состояние структуры на уровне сопряжения позволяет ближе подойти к минимальной и однозначной совокупности оценочных параметров. Для оценки диапазона изменения технического состояния элементов автомобиля различными методами введем коэффициент разрешающей способности параметра  $K_p$ , который показывает изменение значений параметра в функции пробега и сравнивает между собой их предельные величины с различной физической основой

$$K_p = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_{\max}} = 1 - X_{\min} / X_{\max},$$

где  $X_{\max}$ ,  $X_{\min}$  — максимальное и минимальное значения параметра.

Если изменение технического состояния не имеет места, т.е.  $X_{\max} = X_{\min}$ , то никакой информации не поступает и  $K_p = 0$ . В случае стремления  $X_{\min} \rightarrow 0$ , а  $X_{\max} \rightarrow \infty$ ,  $K_p \rightarrow 1$  растет и разрешающая способность средств измерения. Следует считать удовлетворительным  $K_p \geq 0,5$ . При оценке технического состояния цилиндро-поршневой группы длительно работающего карбюраторного двигателя  $K_p$  изменяется от 0,112 до 0,945 в зависимости от выбранных методов и параметров диагностирования (табл. 11). С позиций эффективности и информативности при повышении  $K_p$  используются менее чувствительные приборы и более низкая квалификация оператора.

Необходимо иметь в виду, что средства диагностирования не позволяют иногда использовать параметры с максимальным  $K_p$ , так как для сбора данных в одном случае значительно возрастает время диагностирования, а в другом — нет достаточно надежных и дешевых

Таблица 11

**Разрешающая способность параметров технического состояния элементов двигателя**

Оценочный параметр	Единицы измерения	Значения параметров		
		$X_{\max}$	$X_{\min}$	$K_p$
Угар масла из картера двигателя	г/ч	180	10	0,945
Давление конца такта сжатия	кПа	80	550	0,313
Прорыв газов в картер двигателя	л/мин	250	74	0,704
Разрежение всасывания	мм рт.ст.	450	400	0,112
Утечка воздуха из цилиндров двигателя	%	85	25	0,706

Таблица 12

**Разрешающая способность регулируемых параметров автомобиля**

Оценочные параметры	Единицы измерения	Коэффициент	
		$K_p^{\Delta}$	$K_p^{\Phi}$
Зазор между толкателями и клапанами	мм	0,267	0,922
Уровень топлива в поплавковой камере карбюраторов	мм	0,050	0,246
Частота вращения коленчатого вала на холостом ходу	мин <sup>-1</sup>	0,200	0,590
Расход топлива на холостом ходу	л/ч	0,111	0,784
Зазор между электродами свечей	мм	0,15	0,606
Зазор между контактами прерывателя	мм	0,25	0,600
Уровень электролита в аккумуляторной батарее	мм	0,333	0,527
Свободный ход педали сцепления	мм	0,300	0,920
Схождение колес	мм	0,375	1,000
Зазор в подшипниках ступиц передних колес	мм	0,550	0,955
Давление воздуха в шинах:			
- передних колес	кПа	0,081	0,432
- задних колес	кПа	0,037	1,000
Суммарный люфт рулевого колеса	град.	0,661	0,785
Суммарный люфт трансмиссии, приведенный к ведущему колесу	град.	0,775	0,825
Свободный ход педали тормоза	мм	0,333	0,750

Примечание:  $K_p^{\Delta}$ ,  $K_p^{\Phi}$  — соответственно допускаемое и фактическое значение коэффициента разрешающей способности параметра.

средств. Фактический  $K_p^\Phi$ , определенный по параметрам диагностирования элементов автомобилей в эксплуатации, в значительной степени превосходит его допускаемые значения  $K_p^A$ . Разрешающая способность оценочных параметров регулируемых элементов автомобиля приведена в табл. 12.

Предложенные коэффициенты  $K_{об}$  и  $K_p$  в масштабе подсистемы диагностирования дают необходимые характеристики значимости параметров в общей системе управления технической готовностью парка. Коэффициент  $K_{об}$ , кроме того, позволяет подойти к реализации единой целевой функции эффективности управления.

Параметры объективного диагностирования являются информационной основой управления и основой выбора и проектирования средств диагностирования.

*Средства диагностирования* в системе подразделяются на воспринимающие, передающие и обрабатывающие. Наличие всех трех составляющих диагностирования в системе управления производством ТО и ТР автомобилей делает ее функционирование оперативным, позволяющим принимать своевременные и объективные управляющие решения. Характеристика стандартных средств диагностирования подробно рассматривается в соответствующих справочниках, а нестандартные средства в каждом конкретном случае выбираются и создаются на основе передового опыта применительно к условиям данного предприятия рационализаторской группой отдела главного механика.

Оптимизация числа постов и средств диагностирования имеет немаловажное значение при определенной объективности систем управления в целом. Очевидно, что само диагностирование экономического эффекта, как правило, не дает. Эффект получается лишь в случае использования диагностической информации в последующих технических и других воздействиях на элементы системы.

*Организация диагностирования* в системе, как отмечалось ранее, строится на двух субъективных и двух объективных уровнях. В первом случае для принятия



решений используется качественная информация, во втором — количественная.

Диагностическая информация тем больше воздействует на процесс управления технической готовностью парка, чем более оперативно она вводится в управляющую систему для принятия решения о необходимых управляющих воздействиях на элементы автомобилей и процессы ТО и ТР.

Диагностирование как процесс отнюдь не замыкается на текущем определении технического состояния автомобилей, в это же понятие вкладывается и определение состояния технологических и организационных процессов или ситуации на предприятии. Потребность в диагностировании или в выявлении свойств процессов возникает в связи со случайным характером действия как внутренних, так и внешних факторов.

При постановке диагноза важно определить необходимый и достаточный объем диагностической информации о тех или иных элементах производственной системы. Целесообразным является контроль за ходом технологического процесса, так как это дает возможность обнаружения отклонения процесса от заданного и немедленного воздействия на него с целью оптимизации. Диагностирование в этом смысле и является той частью контроля, где необходимо определить не только факт отклонения текущего состояния объекта от заданного, но и распознать причины отклонения и выдать управляющую информацию с целью последующего принятия оперативного решения и его реализации. Таким образом, возникает потребность в выявлении диагностической управляющей информации и ввода ее в организационную систему оперативного управления технологическими, экономическими и другими процессами на АТП.

Диагностирование должно выступать в роли норматива, регламентирующего производственный процесс предприятия в соответствии с изменением структуры и ввода ее в организационную систему оперативного управления производством ТО и ТР подвижного состава.

Таким образом, диагностическое обеспечение позволяет объективно оценивать оперативную обстановку, выявлять факторы, влияющие на производственные процессы, и принимать соответствующие решения.

## **7. Обеспечение системы управления средствами контроля процессов и связи**

Для нормального функционирования системы управления помимо информации о состоянии автомобилей необходима оперативная и текущая диагностическая информация о состоянии в данный момент времени производственно-технологических, социально-организационных и экономических процессов на предприятии. В подсистемах диагностическая информация определяется потребностями управления, т.е. необходимостью принятия решений в реальном времени и прогнозирования состояния процессов для целей текущего планирования.

Диагностирование процессов по периодичности может быть в данный момент времени; ежесменное; ежемесячное; по потребности. Выполнение диагностирования в *данный момент времени* производится для постоянно идущих в течение смены технологических процессов на предприятии: выпуск-возврат и перемещение автомобилей по территории предприятия; оперативная контрольная информация о состоянии постов ТО и ТР и распределении по постам персонала и автомобилей; функционирование производственных участков, связанное с выполнением оперативных планов по обеспечению промежуточного склада оборотным фондом элементов; обеспеченность запасными элементами и материалами подвижного состава и производственных подразделений и т.п.

*Ежесменный контроль* (диагностирование) производственно-технологических процессов в системе управления заключается в определении соответствия нормативов фактическим показателям. В этом случае диагностированию на соответствие подлежат: персонал в различных процессах; время и полнота выполнения объемов и номенклатура технических воздействий; полнота выполнения плана участками; процент выполнения воздействий в межсмен-

ное время; расходы топлива автомобилями предприятия; количество и качество выполненной персоналом работы; планирование постановки автомобилей на профилактические воздействия и фактическое их выполнение; пополнение запасом элементов центрального склада.

*Ежемесячный контроль* (диагностирование) производственно-технологических и социально-экономических процессов на предприятии включает в себя качественную и количественную оценку нормативной, планируемой и фактической периодичностей ТО; качественную и количественную оценку наработки на отказ по элементам автомобилей; оценку эффективности управления объемами работ ТО и ТР по интенсивности и параметру потока отказов и наработке на простой; определение ресурса автомобилей (среднего, гамма-процентного, до капитального ремонта и списания); проверку соответствия отчислений на шины фактическому пробегу; определение степени перепробега (недопробега) шин с целью соответствующего стимулирования (дестимулирования); оценку роста заработной платы в соответствии с ростом производительности труда и состоянием рынка; оценку запасных элементов и материалов в соответствии с нормативами и др.

*Диагностирование по потребности* возникает в случае намечающегося несоответствия фактических показателей состояния процессов (автомобилей) нормативным величинам при недопробегах (повышении интенсивности износа) шин; при перерасходах топлива, запасных частей и материалов; при неудовлетворительном заполнении документации в системе; при корректировании производственной программы (периодичности и объемов ТВ, численности персонала и т.д.); при изменении (совершенствовании) методов организации технологических процессов ТО и ТР и организации труда персонала; при реконструкции производственных помещений и т.д.

Управление производством ТО и ТР подвижного состава основывается на получении конечного результата, критерием которого является коэффициент технической готовности парка в реальном времени  $\alpha_{\text{т}}^{\text{он}}(t)$ :

$$\alpha_{\tau}^{on}(t) = 1 - \frac{\sum X_{itj}}{A_{нiH}}$$

где  $X_i$  — число простаивающих автомобилей по техническим причинам в сменное время в  $i$ -м виде простоя;  $t_j$  — среднее время простоя автомобиля в  $j$ -м виде простоя;  $n$  — количество видов простоев:

$$\sum_{i=1}^n X_i t_j = X_1 t_1 + X_2 t_2 + \dots + X_6 t_6,$$

где  $X_1 t_1, \dots, X_6 t_6$  — соответственно количество и время простаивающих автомобилей в ТР, ТО-2, ожидании ТР и КР, в КР и на списании.

Коэффициент технической готовности парка, применяемый на автомобильном транспорте, в отличие от коэффициента готовности объекта по ГОСТ 27.002-83 обладает большей комплексностью и охватывает практически весь диапазон факторов, влияющих на его формирование.

Для обеспечения объективности и оперативности управления производством ТО и ТР автомобилей в зонах, на участках, на складах и на предприятии в целом необходимы средства контроля (диагностирования) и передачи, выполняющие мгновенную и оперативную доставку диагностической информации в управляющий орган производства (начальнику предприятия, главному инженеру, диспетчеру производства, начальнику отдела снабжения и т.д.). Исходя из анализа схем производственных процессов и организации управления оперативной технической готовностью парка, средства связи и передачи информации в системе должны обеспечивать в данный момент времени контроль:

- ♦ за местонахождением каждой единицы подвижного состава АТП в номенклатурном и количественном выражении (в простоях автомобилей по техническим причинам; без водителя; без груза; автомобилей, находящихся на линии; в городе; на междугородных перевозках и т.д.);

- ♦ за занятостью каждого из постов ТО и ТР и времени простоя на них автомобилей;
- ♦ за текущим выполнением плановых заданий производственными участками (цехами);
- ♦ за наличием неснижаемого оборотного фонда элементов на промежуточном складе;
- ♦ за наличием неснижаемого запаса элементов на центральном складе.

Сочетание контрольных функций средств с оперативной передачей информации в соответствующие управляющие органы для анализа и принятия решений делает их необходимой составной частью общего обеспечения системы управления. В существующих средствах контроля, передачи, обработки и хранения информации выделены стандартные, выпускаемые промышленностью коммутаторы, телетайпы, промышленное телевидение, громкоговорящую связь, микроЭВМ и т.п. и нестандартные, органически дополняющие последние.

Номенклатура стандартных средств передачи информации выбирается в зависимости от мощности предприятия.

Оперативная связь диспетчера производства с подразделениями предприятия включает в себя:

*Коммутатор оперативной связи КОС-22М* предназначен для организации связи операторов и руководителя предприятия по абонентским линиям и используется для организации диспетчерской связи. Имеет два рабочих места и рассчитан на включение 19 абонентских линий. Питание от постоянного тока напряжением 24 или 48 В.

*Диспетчерские коммутаторы ДК8-70-3М и ДКЗ-40-2М* предназначены для организации оперативной связи диспетчера производства. Имеют два рабочих места. Емкость коммутаторов: первого — 60 абонентов, второго — 40. Питается от постоянного тока напряжением 48 В.

*Аппаратура оперативной диспетчерской связи с селекторным вызовом* состоит из диспетчерской станции типа ДСС-213 и абонентских станций типа АСС-214М, представляющих собой низкочастотные призмoperеключающие установки связи по двухпроводной линии, рабо-

тающие в диапазоне 400–3000 Гц. Количество абонентских станций — не более 30; ДСС-213 — постоянного тока; АСС-214М — переменного. Питание от сети переменного однофазного тока напряжением 127/220 В.

Коммутатор директорской связи ДКУ-3М рассчитан на включение 40 абонентских и четырех соединительных линий с АТС. Схема коммутатора позволяет вести циркулярный дуплексный разговор со всеми абонентами. Питание от сети постоянного тока напряжением 48В.

*Группа директорских и диспетчерских коммутаторов* типа КД обеспечивает телефонную и громкоговорящую связь с абонентами, позволяет проводить циркулярные совещания, осуществляет выборочное и общее отключение абонентов с переводом на ожидание, позволяет контролировать разговор абонентов. Коммутаторы изготавливаются на 18, 36, 60, 120 линий. Оформление отвечает требованиям современной эстетики.

*Коммутаторы «Кристалл-20», «Кристалл-110».* Число прямых абонентов соответственно 89 и 97; число каналов подключения к АТС—8.

*Система производственной громкоговорящей связи* типа ПГС-71 (ПГС-59М) предназначена для организации громкоговорящей циркулярно-избирательной связи между абонентскими постами с высоким уровнем шумов в местах приема и передачи при наличии пыльной и влажной среды. Состоит из двух типов избирательных групп ПГСИ-30М и ПГСИ-10М, которые могут работать как самостоятельно, так и совместно, составляя общую сеть производственной громкоговорящей связи предприятия.

*Аппаратура системы ПГСИ-30* обеспечивает:

— двухстороннюю избирательную громкоговорящую связь старшего системы с каждым из 29 абонентских постов;

— циркулярную — со всеми 23 абонентами своей системы и 6 старшими системами ПГМИ-10М;

— поперечные связи абонентских постов системы между собой, но не более шести связей для каждого поста в любой комбинации. Ввод поперечных связей осу-

ществляется при сохранении общего числа связей постоянным.

Таким образом, каждый абонентский пульт может быть подключен к другим системам за счет сокращения связей внутри своей системы.

*Аппаратура системы ПГМИ-10М обеспечивает:*

- двухстороннюю избирательную громкоговорящую связь старшего системы с 9 абонентскими постами;

- циркулярную связь со всеми 9 абонентами своей системы;

- поперечные избирательные громкоговорящие связи между абонентскими постами системы, но не более 9. Поперечные связи осуществляются за счет сокращения связей внутри системы.

*Распорядительно-поисковая связь (РПС)* служит для циркулярного оповещения и поисковых целей. Для организации распорядительно-поисковой связи на АТП целесообразно применять радиотрансляционные узлы ПГУ-20, ТУ-5, ТУ-100 и ТУ-600 и другие технические средства, предназначенные для ведения передач с микрофона, звукозаписывающего аппарата, магнитофона, радиоприемника и телефонной линии.

*Переговорное громкоговорящее устройство ПГУ-20* предназначено для обеспечения громкоговорящей двухсторонней симплексной оперативной связи между командным пунктом и исполнителями, находящимися на определенном месте. Рассчитано на 20 абонентов. Питание от сети переменного тока напряжением 127–220 В.

*Портативная радиотелефонная станция «Ласточка»* предназначена для организации диспетчерской связи в различных отраслях материального производства. Обеспечивает симплексную радиотелефонную связь на одной фиксированной частоте. Дальность связи 1 км. Масса комплекта 0,9 кг.

*Телетайп* (телеграфный аппарат) типа Т-63 используется для приема и передачи по каналам связи на значительное расстояние сообщений в виде телеграмм, кодограмм, а также в качестве терминала (вводно-выводного устройства) в ЭВМ и автоматизированных системах обра-



ботки данных. При приеме запись сообщений производится автоматически на заложенный в приемный аппарат рулон бумаги. Телетайп имеет возможность вести передачу с заранее заготовленной перфоленты, что повышает эффективность передачи и позволяет избежать ошибок в закодированной информации. Телетайп может быть использован для связи центра управления производством (ЦУП) предприятий автомобильного транспорта с ЦУПом регионального объединения автомобильного транспорта.

Рассмотренные стандартные средства позволяют осуществить двухстороннюю дуплексную и симплексную связь между диспетчером производства и производственными подразделениями предприятия на принципах системы управления с каналами прямой и обратной связи, реализуя контрольно-диагностические функции. Общая схема процессов контроля и связи внутри предприятия представлена на рис. 10.

Современные системы управления, использующие диагностическую информацию о ходе производственного процесса, базируются на персональных ЭВМ отечественного и зарубежного производства.

Рассмотрим аппаратное контрольно-диагностическое обеспечение, выполненное на современной микропроцессорной базе с использованием стандартных элементов и средств вычислительной техники.

Оперативная информация, контролирующая место нахождения каждого транспортного средства в данный момент времени, необходима руководителю предприятия для принятия решений, позволяющих управлять производственными процессами ТО и ТР автомобилей, повышения коэффициента технической готовности парка ( $\alpha_r$ ) и выпуска автомобилей на линию ( $\alpha_v$ ), распределения имеющегося подвижного состава по видам перевозок и т.д.

Система местонахождения автотранспортных средств разделена на две части. Первая часть системы, в которую входят устройства управления, информационный пульт, выносной пульт и блок питания, устанавливается на контрольно-техническом пункте управления. Устройство управления необходимо для запоминания информации о



Рис. 10. Общая схема процессов контроля внутри предприятия автомобильного транспорта

местонахождении автомобилей и для управления информационными пультами, которые предназначены для записывания исходной информации о местонахождении и гаражном номере каждого автомобиля в память устройства управления. Информационные пульта обеспечивают также режимы выдачи информации. Выносной пульт необходим для повышения оперативности работы механика КТП. Блок питания обеспечивает необходимым напряжением устройство управления.

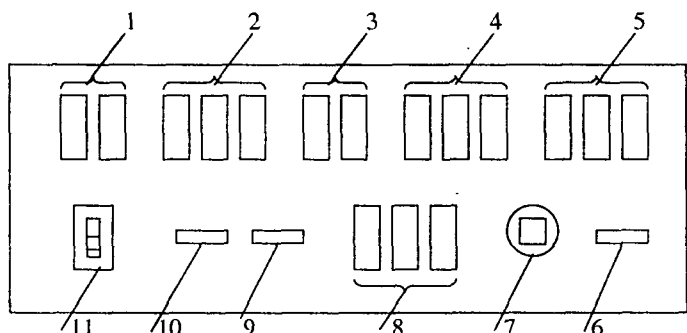


Рис. 11. Информационный пульт: 1 — индикатор числа автомобилей; 2 — индикатор гаражного номера; 3 — индикатор кода; 4 — индикатор коэффициента выпуска автомобилей на линию; 5 — индикатор коэффициента технической готовности; 6 — кнопка записи; 7 — кнопка блокировки; 8 — шифратор гаражного номера; 9 — кнопка автоматического режима опроса памяти; 10 — кнопка выбора режима работы; 11 — шифратор состояния

Во вторую часть системы входят еще шесть информационных пультов, которые установлены у руководителя предприятия, главного инженера, диспетчера по эксплуатации, диспетчера производства, у начальников колонн (отделов). В технической системе информации пулты взаимодействуют с устройством управления и соединены между собой телефонным кабелем через магистральные буферы, которые усиливают сигнал, идущий по соединительной кабельной линии.

Информационный пульт (рис. 11) обеспечивает кодирование и хранение информации о местонахождении автомобилей и работает в режиме записи и воспроизведения информации. Право на запись информации имеют механики КТП, диспетчеры по эксплуатации и производству, начальники колонн. Руководители предприятия, главный инженер, технический отдел являются потребителями информации.

Механик КТП записывает информацию о состоянии автомобиля в виде следующих кодов: 1 — автомобиль вернулся в гараж; 2 — автомобиль на линии в городе; 3 — в командировке (междугородные перевозки); 4 — на

линии по области; 5 — автомобиль вернулся в гараж с грузом. Диспетчер производства записывает коды: 6 — автомобиль на ТО-2; 7 — на ТР; 8 — в ожидании ТР; 9 — в КР; 10 — на списании. Начальник колонны записывает коды: 11 — автомобиль без водителя; 12 — автомобиль готов к выезду. Диспетчер по эксплуатации записывает код 13 — путевой лист водителю выписан.

Записывают информацию следующим образом. На шифраторе 8 (рис. 11) «Гаражный номер» набирают гаражный номер автомобиля. На шифраторе 11 «Состояние» устанавливают требуемый код и нажимают кнопку 6 «Запись». На индикаторе 3 после этого высвечивается выбранный код, а на индикаторе 2 — гаражный номер автомобиля. На индикаторе 1 воспроизводится общее число автомобилей, находящихся в данном состоянии. Режим записи блокируется ключом 7.

Режим воспроизведения позволяет определить, какое число автомобилей находится в интересующем нас состоянии. После выбора кода на шифраторе 1 указывается число автомобилей, находящихся в данном состоянии. Для получения информации об автомобиле с конкретным гаражным номером, необходимо на шифраторе 8 набрать его номер. После этого на индикаторе воспроизводится код состояния, в котором находился данный автомобиль.

Информационный пульт работает на двух режимах — в режиме автоматического и ручного опроса памяти. Для выбора режима работы предназначена кнопка 10. Если кнопка не включена, то опрос ведется автоматически. В этом случае, чтобы посмотреть гаражные номера всех автомобилей, например, по коду 1, необходимо выполнить следующие действия. Шифратор 11 устанавливают в положение 1. Кнопка 10 находится в свободном положении. Затем нажимают кнопку 9. Индикатор 2 после этого воспроизводит с интервалом в 1 с в нарастающем порядке гаражные номера автомобилей, находящихся в этом состоянии.

Для просмотра гаражных номеров в ручном режиме нажимают кнопку 10. После ее фиксирования нажимают на кнопку 9, и индикатор 2 воспроизводит гаражный

номер автомобиля, находящегося в данном состоянии. При очередном нажатии кнопки воспроизводится последний номер автомобиля в данном состоянии, последующие нажатия кнопки 9 не изменяют показаний индикатора, это означает, что просмотрены все гаражные номера автомобилей, находящихся в выбранном состоянии.

Индикаторы 4 и 5 информационного пульта воспроизводят величины коэффициентов выпуска автомобилей на линию и технической готовности парка. Вычисление  $\alpha_t$  и  $\alpha_v$  происходит автоматически. При изменении списочного количества автомобилей  $A_{\text{сп}}$  предприятия механик КТП на устройстве управления при помощи шифратора 8 устанавливает действительное число автомобилей.

### **Техническая характеристика системы местонахождения автомобилей**

1. Общее количество потребителей (источников) информации — 7.
2. Максимальное число кодируемых состояний автомобилей — 15.
3. Максимальное число обеспечиваемых системой автомобилей — 508.
4. Точность вычисления коэффициентов  $\alpha_t$  и  $\alpha_v$  — три знака после запятой.
5. Количество режимов работы: а) запись; б) воспроизведение.
6. Разрешение записи состояний программируется перемычкой.
7. Объем памяти — 512 четырехразрядных слов.
8. Энергозависимость питания памяти имеется (за счет встроенного резервного питания на аккумуляторах).
9. Тип резервного питания памяти — два последовательно соединенных аккумулятора — Д-01.
10. Характеристика режима воспроизведения:
  - а) система позволяет устанавливать количество автомобилей, находящихся в интересующем состоянии;
  - б) система позволяет устанавливать состояние, в ко-

тором находился автомобиль с заданным гаражным номером;

в) система позволяет просматривать гаражные номера автомобилей в выбранном состоянии. Просмотр осуществляется в двух режимах: автоматическом с частотой 1 Гц и ручном.

#### 11. Характеристика режима записи:

а) время записи оператором состояний 100 автомобилей с трехразрядным десятичным гаражным номером: в стационарном режиме — 11 мин; на выносном пульте — 5 мин;

б) блокировка записи — механическая — с помощью ключа.

12. Максимальная электрическая мощность, потребляемая системой, не более 120 Вт.

*Система контроля занятости постов* ТО и ТР автомобилей используется на АТП в зоне технического обслуживания и ремонтной зоне и предназначена для повышения эффективности оперативного управления техническими воздействиями подвижного состава путем контроля за ходом производственного процесса.

Система включает в себя (рис. 12): устройство управления, обработки и отображения информации диспетчера; постовое устройство отображения информации; детектор занятости постов; магистральную линию с магистральными усилителями.

Устройство управления, обработки и отображения информации на пульте диспетчера производства обеспечивает семь режимов работы системы: режим просмотра номеров свободных постов, режим поиска автомобиля на постах по гаражному номеру автомобиля, режимы просмотра гаражных номеров автомобилей, обслуживаемых на постах за смену, и суммарного времени, режим назначения дополнительного времени на пост, режим занесения информации в память с последующим запуском счетчика, режим просмотра страниц.

Постовое устройство отображения информации предназначено для контроля текущего времени выполнения работы на посту. Детектор занятости постов формирует сигнал о занятости постов.

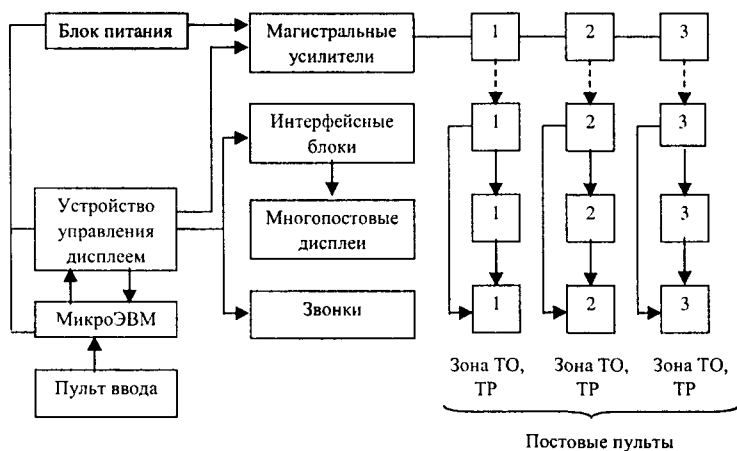


Рис. 12. Система занятости постов ТО и ТР

Магистральные устройства обеспечивают связь в единое целое всех частей системы.

### Техническая характеристика системы

Максимальное количество обслуживаемых постов ...	42
Максимально возможное задаваемое нормативное время, ч .....	99,5
Максимальное количество автомобилей, обслуживаемых системой .....	999
Максимальное количество учитываемых кодов неисправностей .....	999

Постовой пульт состоит из экрана и устройства интерфейса и предназначен для ввода информации в нормативном времени проведения работ на постах и сбора информации о занятости постов.

Каждый экран обеспечивает обслуживание шести постов. Информация на экране формируется в виде шести строк, каждая строка содержит десять знакомест. В первых двух знакоместах (слева направо) индицируется номер поста; в 3-м, 4-м и 5-м знакоместах индицируется

гаражный номер автомобиля, находящегося на посту, в шестое знакоместо выводится служебная информация. Отсутствие здесь какого-либо знака означает, что нормативное время, заданное на пост, не истекло, при просрочке нормативного времени в шестое знакоместо выводится знак «-», если задано дополнительное время, выводится «+».

Знакоместа 7-е, 8-е, 9-е и 10-е предназначены для индикации нормативного, просроченного или дополнительного времени — в 7-м и 8-м знакоместах индицируются десятки часов и часы: в 9-м и 10-м — десятки минут и минуты, например, 0557, т.е. нормативное время 05 часов 57 минут.

Устройство интерфейса предназначено для сопряжения устройства управления с экранами, а также для выдачи устройству управления информации о занятости постов.

Диагностический информационный обмен между промежуточным складом и диспетчером производства обеспечивает сбор, обработку и хранение информации, необходимой для управления запасами элементов автомобиля в реальном времени.

Система информационного обмена (рис. 13) состоит из вычислительной управляющей микросистемы ВУМС-

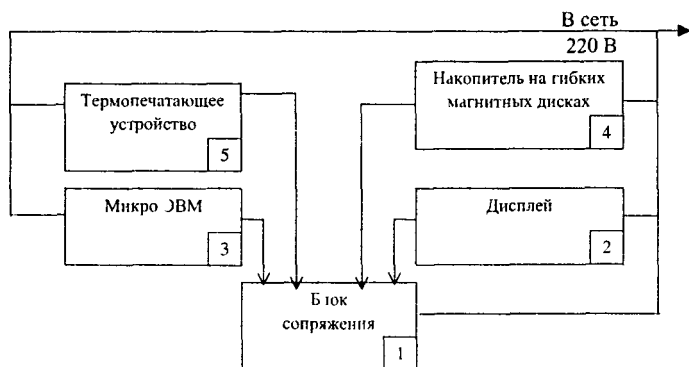


Рис. 13. Система информационного обмена между промежуточным складом и диспетчером производства



001-07 в составе микро ЭВМ ДЗ-28 3, накопителя на гибких магнитных дисках (НГМД) 4, термопечатающего устройства (ТПУ) 5, дисплея 2, блока сопряжения 1 и программного обеспечения, последнее состоит из интерпретатора языка «Бейсик», который был доработан для использования с гибкими магнитными дисками, а также программы пользователя.

Обработка информации и передача ее на периферийные устройства ведется с помощью микроЭВМ по заданным алгоритмам. Периферийные устройства системы обеспечивают прием, запоминание, кодирование, переработку и хранение данных о движении запасных частей автомобилей в количестве 119 наименований по каждой марке, сведений о работе производственных участков на текущие сутки с нарастающим итогом, а также вывод этой информации на печать в виде текста, таблиц и бланков через термопечатающие устройства или на экран дисплея.

Объектами взаимодействия системы являются оператор (кладовщик) промсклада, диспетчер ЦУП и персонал производственных участков. Между диспетчером ЦУП и производственными участками существует прямая телефонная связь, по которой оперативно доводятся задания. Рабочее место оператора промсклада оснащено микроЭВМ, НГМД, дисплеем с алфавитно-цифровой клавиатурой и ТПУ.

Технологический процесс обработки информации о движении запасных частей на промежуточном складе разделяется на этапы: регистрация входной информации, обработка информации и контроль, хранение ее на гибких магнитных дисках, печать на бумаге или визуальное представление ее на экране дисплея.

Информацию, связанную с поступлением запасных элементов от поставщиков на промежуточный склад, оператор склада заносит в «карточки учета складского материала». Эти карточки составляются по каждому наименованию запасных элементов по данной марке автомобиля. Через клавиатуру дисплея оператора склада согласно программе «Учет», позволяющей просматривать карты складского учета материалов, формируются данные но-

вых строк, записывается их содержание на внешнем носителе. При изменении объема запаса на складе оператор изменяет содержание карточек. По запросу оператора промсклада содержание карточки может быть выведено на экран дисплея.

На основании данных, содержащихся в картах учета складских материалов и программы «Факт», составляется «Карта учета оборотного фонда промсклада» по производственным участкам для групп автомобилей, в которой указывается норма неснижаемого запаса по наименованиям изделий и фактическое наличие их на промежуточном складе. Эта карта является рабочим документом для склада и диспетчера производства. Для оператора промсклада карта содержит сведения о наличии фактического и нормативного запаса элементов по маркам автомобилей, а для ЦУП информация карты служит основанием для оценки эффективности работы производственных участков и выдачи им задания по поддержанию неснижаемого запаса на промскладе по всей номенклатуре из 119 элементов.

Формирование и обработка карт учета складских материалов и оборотного фонда осуществляется согласно алгоритму программы пользователя в диалоговом режиме (система задает оператору вопрос на русском языке, оператор отвечает языком цифр). Такой режим работы не требует от оператора знания языка программирования.

Отчетные документы о работе промежуточного склада формируются при распечатке карточек учета термопечатающим устройством. Система участвует как в оперативном управлении технической службой, так и в формировании отчетных документов и рекомендуется к использованию на АТП мощностью 400–800 автомобилей.

Формирование запаса новых элементов автомобилей обеспечивается центральным складом (ЦС).

Рассмотрим систему контроля запаса ЦС, сочетающую контрольные функции с оперативной передачей информации с центрального склада в отдел материально-технического снабжения (ОМТС). Система позволяет опера-

тивно анализировать информацию и принимать решения о наличии и своевременном пополнении запасов.

Система обеспечивает обслуживание до 20 номенклатурников запасных частей. Максимальное количество адресуемых ячеек составляет 15360. Система функционирует в автоматизированном режиме. Результаты информации выводятся с помощью цифропечатающего устройства (ЦПУ) на рулонную бумажную ленту шириной 58 мм. В первой строке выводятся четырехразрядный код номенклатурника, например 1517 (оригинальные запчасти к самосвалам и тягачам), трехразрядный код деталей (ячеек), их количество в строке (четыре). Количество строк находится в зависимости от количества наименований номенклатурника (в пределе до 250). Скорость печати — до 25 с<sup>-1</sup>.

Элементной базой системы являются интегральные микросхемы серий К155 и К142. В устройство управления входят клавиши запуска, четырехразрядный шифратор номенклатурника и переключатели включения сети и ячеек.

Система контроля запаса ЦС состоит из функционально оформленных и конструктивно законченных блоков, соединенных жгутами (кабелями) связи. Пространственно система разделена на две части (рис. 14). Первая часть расположена в отделе снабжения, вторая — непосредственно на складе. Обе части соединяются между собой линиями связи.

Устройство управления 1 обеспечивает заданный режим работы системы. Цифропечатающее устройство ЦПУ МТ-1016 3 предназначено для печати кодов ячеек с пониженным запасом. Селектор-мультипликатор 2 сокращает количество линий связи в шине связи, усиливает по мощности дешифрование сигнала 4 адресов ячеек модулей. Перекодировщик 6 изменяет адреса выходов модулей.

Количество строк модулей равно реально существующему количеству рядов стеллажей центрального склада с запасными элементами. Модуль 5 предназначен для запоминания кодов ячеек с пониженным запасом элемен-

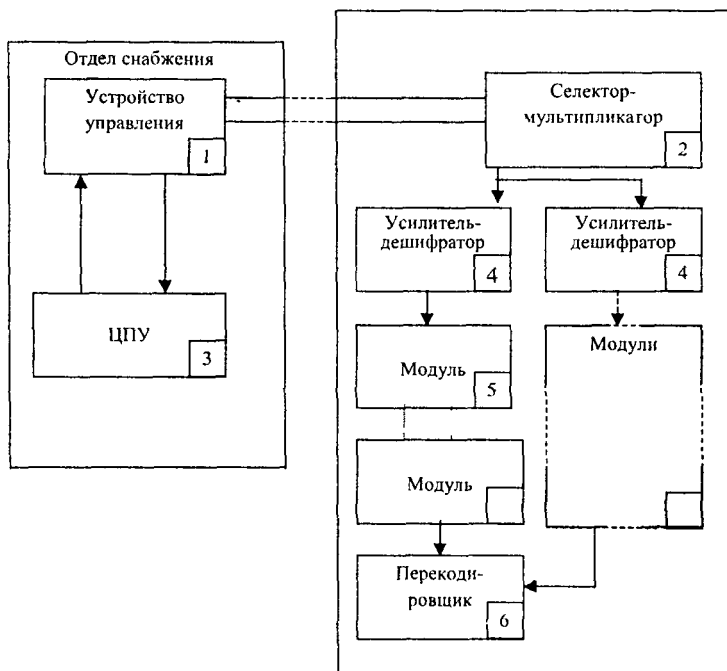


Рис. 14. Система контроля запасов центрального склада

тов. Система работает в соответствии с закодированной в постоянном запоминающем устройстве и перекодировщике программой обработки информации. Кодированию подвергаются коды номенклатурников и количество модулей в них.

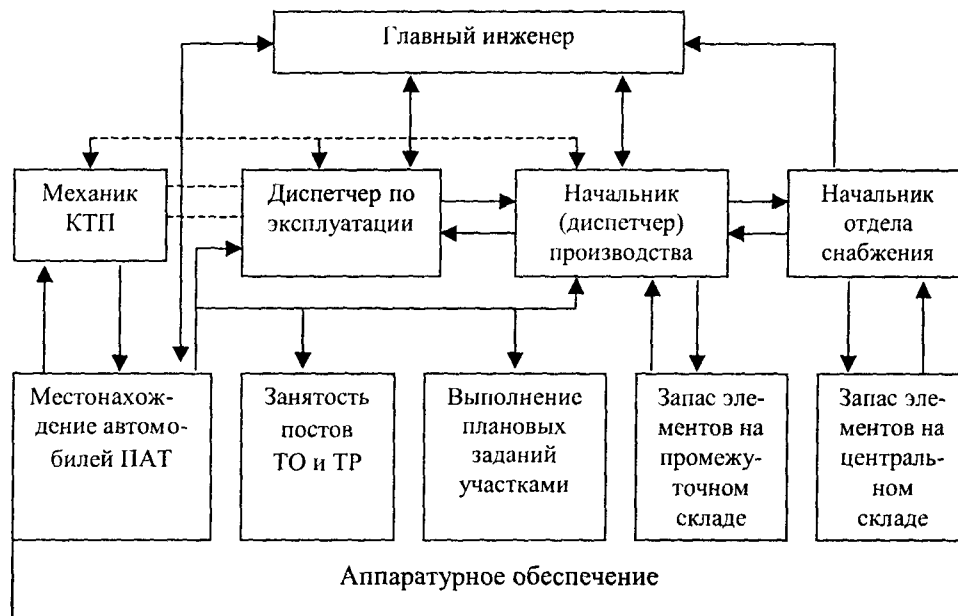
Порядок работы системы следующий. После перевода переключателей в положение «сеть» загораются сигнальные лампочки на передней панели устройства управления и на ЦПУ. Далее на шифраторе набираем соответствующий номенклатурник и нажимаем кнопку «пуск». ЦПУ начинает печатать номер спрашиваемого номенклатурника и номера ячеек с пониженным запасом.

Во время печати на ЦПУ загорается зеленая лампочка «работа», после окончания — красная лампочка «стоп». Белая кнопка «продолжение», а также газоразрядный

индикатор номера ячейки и два светодиода предназначены для обеспечения ремонта и настройки системы контроля. Вторая часть системы расположена на складе.

Каждый ряд стеллажей склада насчитывает 1024 ячейки. Стойки модулей устанавливаются на торцах стеллажей. На каждой стойке закреплены 20 модулей. Модулем при помощи переключателей можно кодировать 48 наименований узлов и деталей. Кладовщик, реализуя или пополняя запасы ячеек, кодирует соответствующую группу переключением тумблера.

Функционирование информационной системы контроля процессов и связи в подразделениях предприятия автомобильного транспорта приведено на рис. 15.



*Рис. 15. Функционирование информационной системы контроля процессов и связи на предприятиях АТП*

## 8. Обеспечение системы управления персоналом

Процессы управления производством ТО и ТР формируются под воздействием людей-операторов или инженерно-технического персонала предприятия. К этой категории работников относят инженеров, техников, служащих, ремонтных и высококвалифицированных рабочих, занятых материально-техническим обеспечением, подготовкой, организацией или непосредственным проведением ТО и ТР автомобилей.

Здесь необходимо упомянуть и о водителях, оказывающих весьма существенное влияние на уровень работоспособности автомобилей и, таким образом, на эффективность технической эксплуатации автомобилей (ТЭА).

Структура состава персонала свидетельствует (табл. 13), что около 26% всего персонала автомобильного транспорта (а с участием водителей, принимающих участие в ТО и ТР, — 36%) работает в инженерно-технической службе (ИТС) предприятия. Персонал предприятия управляет техникой (автомобили, станды, станки и т.д.), координирует и реализует показатели эффективности ПАТ. Речь идет о значении социального фактора в системе управления (образование, квалификация, бытовые условия и т.д.).

Таблица 13

Структура персонала ПАТ

Категория персонала	Процент от общего количества*
Водители	60,7/8,0
Ремонтные рабочие и вспомогательные рабочие	23,2/21,5
Инженерно-технические работники (ИТР)	7,9/3,5
Служащие	4,4/2,0
Прочие	3,8/1,0
ВСЕГО	100/36,0

\*В знаменателе — персонал, занятый на ТО и ТР автомобилей.

Согласно действующему положению на ИТС в ПАТ приходится специалистов с высшим образованием до 40%, со средним — до 50%.

Обеспеченность персоналом в ремонтной службе до 85%.

Укомплектованность предприятий водителями в среднем по Минтрансу РФ составляет:

- по грузовым автомобилям — 1,16 чел./авт.;
- по автобусам — 1,73 чел./авт.;
- по таксомоторам — 1,81 чел./авт.;
- по автопоездам — 1,18 чел./авт.

Текучесть ремонтных рабочих зависит от обеспеченности производственной базой и средствами механизации, от бытовых условий. Доведение производственной базы до уровня норматива сокращает текучесть персонала до 15%.

Специфика влияния персонала на эффективность производства, в том числе на эффективность ТЭА, сказывается в следующем:

♦ **во-первых**, персонал преобразует научные знания, технологические и методологические рекомендации, потенциальные возможности изделий, оборудования в конечный продукт, в данном случае повышение работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта;

♦ **во-вторых**, персонал оказывает непосредственное влияние на качество функционирования системы, начиная от управления (цель, методы, решения) до выполнения конкретных операций (ТО, ТР, учет, вождение). Например, квалифицированные водители обеспечивают более благоприятные условия работы агрегатов при движении и, следовательно, более высокую его работоспособность (табл. 14);

♦ **в-третьих**, персонал является весьма динамичным фактором, поэтому совершенствование системы материального и морального стимулирования, а также улучшение социально-бытовых условий могут существенно изменить качество работы персонала и производительность его труда;

♦ **в-четвертых**, персонал является обучаемой подсистемой. Его поведение и квалификация могут быть изме-



Таблица 14

**Влияние квалификации водителя  
на показатели работы автобуса**

Показатели	Среднее значение	Высокая квалификация А	Невысокая квалификация В	В / А, %
Реализация нормативной скорости на маршруте, %	100	116	90	77,6
Частота вращения коленчатого вала двигателя, 1/мин	1810	1771	2173	122,6
Число торможений на 1 км	1,6	1,4	2,4	171,4
Тормозной путь от общего, %	1,2	1,0	1,3	130,0
Число включений сцепления на 1 км	2,2	2,1	3,2	152,4
Наработка на отказ, %	-	100	75	75,0
Ресурс основных агрегатов, % к норме	-	131	76	58,0
Годовые затраты на ТО и ТР, %	100	75	115	113,3

Таблица 15

**Влияние профессионализма водителей  
на технические показатели работы автомобиля**

Профессионализм водителей	Наработка на отказ, %	Простои в ремонте, %
Высокое профессиональное мастерство	100	100
Особая методика подготовки водителей	60	258
Обычная методика подготовки водителей	54	586
Низкое «мастерство» водителя	26	655

нены в системе самого предприятия, что и отразится в последующем на эффективности его работы. Например, целенаправленное стажирование водителей достаточно быстро улучшает показатели их работы (табл. 15). Аналогичная зависимость существует и для ремонтного персонала (рис. 16);

♦ в-пятых, влияние персонала на работоспособность автомобиля осуществляется постепенно и сказывается через длительное время и, возможно, будут работать это время не одно, а несколько поколений водителей и ремонтного персонала. Как установлено, водители автобусов первого поколения работают на новом автобусе до 150–160 тыс. км, второго поколения до 60–70 тыс. км;

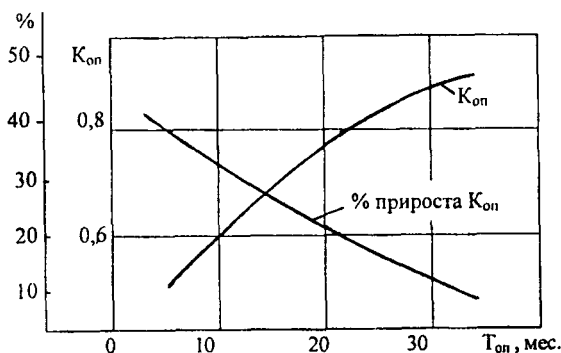


Рис. 16. Время накопления опыта  $T_{оп}$  в функции коэффициента опытности

♦ в-шестых, в период реального функционирования персонала (30–40 лет) происходит существенное принципиальное изменение качества изделий (конструкции, принципа работы), которые обслуживает персонал. Одновременно происходит смена даже в пределах одного предприятия изделий разных поколений. Все это требует непрерывного повышения квалификации персонала.

Таким образом, речь идет о требованиях к персоналу, которые учитывали бы потребность существующего и перспективного производства.

Перечень и характер задач, свойственных данной профессиональной категории персонала, определяются:

- типом и спецификой производства;
- размером предприятия;
- уровнем применяемой техники и технологии;
- структурой управления;
- местом, занимаемым в иерархии производства и управления;
- общим профессиональным уровнем персонала в отрасли и на данном предприятии;
- престижностью и другими факторами.

Общие требования излагаются в паспортах специальности, должностных инструкциях и других документах.

Успешность решения персоналом характерных производственных задач определяется:

- ♦ способностью решать те или иные задачи (расчеты, проектирование, принятие решений, работа на определенном оборудовании и т. д.);
- ♦ затратами времени на решение задачи (вероятно-стью выполнения задач в заданное время);
- ♦ методами и приемами, применяемыми при решении задач (стандартные и нестандартные).

Система управления должна быть обеспечена инженерными кадрами. Наука все более и более превращается в непосредственную производительную силу общества, и естественно, что роль инженерного труда возрастает в такой же пропорции.

Предметом инженерного труда (технологический процесс в целом или отдельные его элементы в качестве средств труда) выступают инженерные и управленческие методы, и эффективность его оценивается по конечному результату. В качестве предмета труда может выступать информация в различных ее проявлениях, в качестве средств труда — ЭВМ, средства связи и т.д. В частности, инженер-механик специальности 1502 — это специалист, работающий в подразделениях ИТС предприятий и организаций автомобильного транспорта и обеспечивающий управление работоспособностью подвижного состава автомобильного транспорта. В среднем перемещение инженера от начальной должности до должности главного инженера ПАТ составляет 8–10 лет. Чем выше уровень управления, тем меньше технологических задач и больше управленческих (табл. 16).

Таблица 16

**Баланс времени инженера технической службы  
предприятия автомобильного транспорта**

Должность	Удельный вес затрат по времени, %			
	технологические	организационно-управленческие	учебно-воспитательные	прочие
Инженер	80	4	13	3
Старший инженер	46	24	22	8
Начальник отдела	31	33	23	13
Главный инженер	12	50	27	11

Квалификация или профессиональное мастерство водителей и ремонтных рабочих оказывают существенное влияние на эффективность ТЭА при прочих равных условиях, имеется в виду наработка на отказ, простой в ТР, расход запасных частей, ресурс до капитального ремонта.

Определено, что уровень технической готовности и затраты на ТО и ТР напрямую зависят от функционирования водителей и ремонтного персонала, на долю первых приходится 30–36%, а вторых — 64–70%.

На опытном предприятии были представлены 4 группы водителей:

А — высокое профессиональное мастерство и большой опыт;

Б — стаж такой же, но квалификация низкая;

Г — подготовка водителей по особой методике и новым технологиям;

Д — водители, работающие на автобусе более 1 года и прошедшие стажировку.

Технико-экономический анализ показал (табл. 17), что использование водителей высокого профессионального мастерства обеспечивает повышение общего экономического эффекта на 8–12%, эффективность достигается в результате повышения надежности автобусов; увеличение выпуска автобусов на линию.

Повышение разряда ремонтного персонала увеличивает производительность труда (рис. 17). Обеспеченность персоналом является необходимым условием для качественного выполнения технологических и управленческих функций. Уровень обеспеченности выразим через коэффициент  $K_{\text{пер}} : K_{\text{пер}} = P_{\text{ф}}/P_{\text{н}}$ ,

Таблица 17

**Изменение показателей работы автобусов  
по группам водителей**

Группы	Наработка автобуса на отказ, %	Простой в ремонте, %
А	100	100
Г	60	258
Д	54	586
Б	26	655

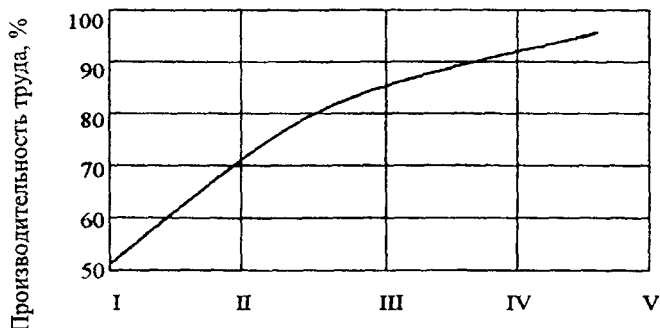


Рис. 17. Зависимость производительности труда персонала от разряда.

где  $P_{\text{ф}}$ ,  $P_{\text{н}}$  — фактическое и нормативное количество персонала.

При комплектовании состава персонала следует различать две задачи:

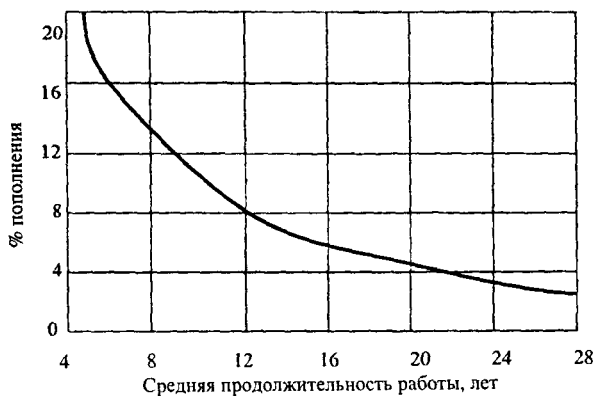
— определение нормативного количества с учетом изменения условий производства (тип, модель, надежность, возраст, производственная база);

— процент пополнения с учетом убытия работающих.

Имея данные по убытию персонала, можно спрогнозировать интенсивность пополнения персонала, % (рис. 18). Нормативные значения численности специалистов (инженеров, техников) определяются на ПАТ в соответствии с типовой структурой в зависимости от мощности (категории) предприятия и по фактической потребности.

Потребность в ремонтном персонале системы управления определяется технологическим расчетом, т.е., зная общую нормативную трудоемкость годовых работ по ТО и ТР  $\Sigma T_{\text{то,р}}$  и фонд годового рабочего места  $\Sigma \Phi_{\text{р.м}}$ , можно определить штатное количество производственных рабочих:

$$P_{\text{ш}} = \Sigma T_{\text{то,р}} / \Sigma \Phi_{\text{р.м}}.$$



**Рис. 18. Пополняемость предприятия персоналом в зависимости от продолжительности его работы**

## **9. Материально-техническое обеспечение системы управления**

В управлении народным хозяйством страны важное место занимает организация материально-технического обеспечения (МТО). Она должна обеспечить производство необходимыми материальными ресурсами, осуществлять контроль за их потреблением и использованием. На органы материально-технического снабжения (МТС) возложены задачи по определению потребности страны в различных видах сырья и материалов, оборудования, доведения их до потребителя, размещению заказов и т. д.

Одним из важных условий улучшения использования подвижного состава автомобильного транспорта, повышения его технической готовности является своевременное обеспечение АТП топливом, запасными частями, шинами, гаражным и ремонтным оборудованием. От рационального использования материально-технических средств зависит точное выполнение производственных показателей, ритмичная работа предприятия, повышение производительности труда. Экономичное использование ресурсов, сокращение их расхода снижает себестоимость перевозок.

### **9.1. Организация материально-технического обеспечения**

Материально-техническое обеспечение представляет собой планомерный процесс выявления потребности, распределения и доведения средств производства от производителей до потребителей в целях обеспечения непрерывности и ритмичности работы предприятий.

Организация материально-технического снабжения на автомобильном транспорте имеет ряд особенностей, обусловленных территориальной разобщенностью предприятий и наличием различных видов деятельности, для которых необходимы разнообразные материальные ресурсы

в больших размерах и ассортиментах. Автомобильный транспорт — один из самых крупных потребителей топлива, смазочных материалов, металла. Велика номенклатура запасных частей по наименованиям и типоразмерам.

Существует ведомственная система организации материально-технического снабжения. В Министерстве транспорта Российской Федерации имеется главное управление материально-технического снабжения. В его ведении находятся хозрасчетные межобластные конторы материально-технического снабжения с базами и складами. Они осуществляют планирование, заготовку и выдачу материальных ресурсов со складов, разрабатывают нормы расхода, управление запасами, контроль за рациональным использованием.

В зависимости от формы движения грузов применяется две формы материально-технического снабжения — транзитная и складская.

При транзитной форме поставщики непосредственно направляют материалы в адрес потребителя без перегрузки. Эта форма применяется при потреблении материалов в больших количествах.

При складской форме материальные ценности завозятся на промежуточные базы, в которых потребители получают материалы мелкими партиями.

Для материально-технического обеспечения автопредприятий запасами элементов для ТО и ТР автомобилей на региональном уровне создаются специальные управления комплектации и производства технического обслуживания (УКПТО), основными задачами которых являются:

- ♦ обеспечение основного производства ТО и Р автомобилей материалами, новыми и восстановленными запасными частями;
- ♦ снижение затрат на обеспечение запасными частями путем сокращения уровня запасов, издержек (складирования, транспортирования, ремонта агрегатов, восстановления и приобретения деталей);
- ♦ повышение производительности труда работы комплекса. УКПТО выполняет следующие функции:



1. Выявляет потребности АТП и других организаций в материалах, запасных частях для ТО и ремонта автомобилей;
2. Уточняет заявки на материально-техническое снабжение;
3. Информировывает АТП о выделении фондов и сроках их реализации;
4. Осуществляет поставки новых запасных частей и материалов в АТП, полученных централизованно и децентрализованно;
5. Осуществляет хранение оперативного регионального резерва материалов и запасных частей;
3. Организует ремонт агрегатов по внутренней и внешней кооперации;
7. Организует централизованную доставку материально-технических ресурсов;
3. Выполняет ремонт элементов в собственных цехах и участках;
9. Организует централизованную разборку списанных автомобилей;
10. Осуществляет управление запасными частями на региональном уровне.

Взаимоотношения между УКПТО и АТП регламентируются договорами и техническими документами. Региональная система управления запасами предназначена для обеспечения в регионе высокого уровня работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта путем оперативной доставки необходимых материально-технических ресурсов в случаях:

- ♦ недостаточного объема производства запасных частей определенной номенклатуры;
- ♦ появления в эксплуатации массовых однотипных отказов автомобилей;
- ♦ использования подвижного состава в экстремальных ситуациях;
- ♦ проведения работ по транспортному обслуживанию в отрыве от основной производственной базы.

Оперативный региональный резерв создается в территориальных производственных объединениях автомо-

бильного транспорта (ТПО АТ). Номенклатуру оперативного регионального резерва определяют исходя из уровня обеспеченности и средневзвешенной нормы расхода по каждой позиции. Номенклатура оперативного регионального резерва составляет до 150 единиц.

Объем оперативного регионального резерва на уровне территориального производственного объединения автомобильного транспорта по новым деталям составляет до 20% от нормы на ТО и ТР автомобилей в год в пересчете на парк автомобилей ТПО АТ, по капитально отремонтированным узлам и агрегатам — до 15% от годовой программы капитального ремонта. АТП с учетом выделенных фондов составляет планы материально-технического снабжения. План содержит нормы расхода ресурсов на единицу продукции, расчет потребности в ресурсах, размер и сроки поставок, нормы запасов, план завоза ресурсов на склады и объем транспортных поставок, накладные расходы.

Управление расходом эксплуатационных материалов в АТП, направленное на эффективное использование подвижного состава, включает планирование расхода материалов по нормативам, по номенклатуре и количеству, по фактическим затратам, в денежном выражении; получение, хранение и выдачу материалов; учет расхода материалов; оперативное и текущее управление расходом (рис. 19).

## **9.2. Обеспечение топливно-смазочными материалами и методы их экономии**

На долю топлива в общей себестоимости перевозок приходится 15–20%. Поэтому экономия топлива и смазочных материалов (ТСМ) имеет значение как фактор не только снижения себестоимости автомобильных перевозок, но и снижения расхода энергетических ресурсов.

На практике проводится ряд мероприятий, направленных на экономичное расходование ТСМ при транспортировке их со складов, при хранении, раздаче и в процессе работы автомобиля.



*Рис. 19. Схема управления расходов эксплуатационных материалов*

ТСМ хранятся в специальных складах АТП или АЗС, куда они доставляются с нефтебаз. При отпуске топлива с нефтебазы выдается паспорт качества на отпускаемую партию. Количество отпускаемого топлива определяется взвешиванием или по объему и удельному весу топлива. Хранение ТСМ осуществляется с обязательным соблюдением правил пожарной безопасности, санитарных правил и техники безопасности.

При хранении жидкого топлива потери возникают от утечки через неплотности соединений, выветривании, испарения через дыхательный клапан, т.е. потери могут быть количественными и качественными. При раздаче топлива потери возникают в результате разливания, расплескивания и неправильного замера отпускаемого топлива.

Непременными условиями расходования топлива являются рациональная система нормирования и учета и заинтересованность персонала в экономии топливно-смазочных материалов. Большое влияние на расход топлива оказывают техническое состояние автомобиля, качество проведения ТО и ТР, в первую очередь двигателя, техника вождения автомобиля. Значительное увеличение расхода топлива свидетельствует о наличии серьезных неисправностей в системах и агрегатах автомобиля. Без их устранения автомобили выпускаться на линию не должны. Бороться за экономию топлива можно только на технически исправном автомобиле.

Выдача ТСМ водителю производится в основном по талонам (возможна в денежном выражении) на основании путевого листа. Количество выданного топлива и масла вписывается в путевой лист. Выдача ТСМ для ТО и ТР производится на основании требования. Талоны хранятся в кассе предприятия. Заправщик (техник) получает талоны у кассира и выдает их водителям, последние расписываются в ведомости. Для первичного учета ТСМ в АТП ведется «Книга учета ТСМ и талонов».

Контрольной группе отдела эксплуатации запрещается принимать путевые листы, в которые не внесены сведения о выдаче ТСМ. После обработки путевых листов в отделе эксплуатации они подаются в группу учета ТСМ, где специально ведется учет фактического и нормативного расхода топлива на каждый автомобиль. Техник по учету топлива заполняет на каждый автомобиль учетную карточку, лицевой счет водителя, в которых записывается выполненная транспортная работа, число ездов, расход топлива по норме и факту. Контроль расхода топлива по автомобилю и водителю ведется в литрах, а по АТП в целом — в килограммах.

### **9.3. Обеспечение запасными частями и материалами**

На долю запасных частей приходится около 70% номенклатуры изделий и материалов, потребляемых авто-

мобильным транспортом. Для обеспечения работоспособности 7–10 моделей автомобилей, что характерно для среднего АТП, необходимо располагать номенклатурой запасных частей, насчитывающей 5–8 тыс. наименований. Автомобильные шины и аккумуляторы не входят в номенклатуру автомобильных запасных частей, поэтому их учитывают и распределяют отдельно.

Перечень материалов, которые используются для удовлетворения хозяйственных нужд АТП, достаточно велик. Среди них металлы, режущие и мерительные инструменты, электронно-технические материалы, спецодежда. Работникам материально-технического обеспечения, осуществляющим снабжение предприятия, необходимо заблаговременно и в нужном количестве заказать, вовремя получить, правильно распределить и хранить их.

Потребность предприятия в запасных частях зависит от большого числа факторов, которые можно по характерным признакам представить следующими группами: конструктивные, эксплуатационные, технологические и организационные.

К конструктивным факторам относятся: уровень надежности автомобилей, способность к унификации конструкции. Потребность в запасных частях возрастает при снижении надежности автомобилей с увеличением его пробега. Уже на третьем году эксплуатации номенклатура запасных частей, расходуемых на поддержание работоспособности автомобиля, расширяется в 2–3 раза по сравнению с первым годом.

К числу эксплуатационных факторов, влияющих на расход запасных частей, относятся: интенсивность эксплуатации, квалификация водителей, транспортные, дорожные и природно-климатические условия.

В число технологических факторов, существенно влияющих на расход запасных частей, входят: качество ТО и ремонта автомобилей, качество поставляемых запасных частей и используемых эксплуатационных материалов.

В число организационных — наличие, поступление и списание подвижного состава, структура пар-

ка подвижного состава и уровень его концентрации в АТП.

Подвижной состав АТП имеет значительные вариации по пробегу, количеству моделей, условиям эксплуатации, климату, уровню подготовки водителей. Поэтому при организации МТО определение потребности, нормирование расхода и распределение запасных частей необходимо вести с учетом влияющих перечисленных выше факторов. Однако сделать это в условиях АТП достаточно сложно. Этим обстоятельством объясняется существующая практика определения потребности в запасных частях на основании единых норм расхода с учетом коэффициентов корректирования расхода запасных частей в зависимости от условий эксплуатации ( $K_1$ ), модификации подвижного состава и организации его работы ( $K_2$ ), природно-климатических условий ( $K_3$ ).

## 10. Принятие решений

### 10.1. Стадии принятия решений

Управление производственными процессами ТО и ТР автотранспортных предприятий, как и любое другое управление, сопровождается принятием решений. Процесс принятия и выбора решения в системе управления включает:

- а) *необходимость принятия решения*, обусловленную отказами элементов системы, предупреждением предельных состояний объектов, дефицитом запаса элементов, сравнением конечного результата с критериями;
- б) *условия принятия решения*, характеризующие наличие диагностической информации в подсистеме управления качеством, полнотой и достоверностью;
- в) *процесс принятия решения*;
- г) *условия реализации решения*, характеризующие наличие организационной подсистемы управления и принятых решений;
- д) *средства обеспечения решения*, включающие документальное отображение принятых решений, средства диагностики элементов автомобилей и процессов, персонал, наличие связи в подсистемах.

Основной особенностью принимаемых решений при управлении технической готовностью парка является принятие решений по уровням служебной иерархии в соответствии с функциями исполнителей. Принимаемые решения должны быть подчинены главной цели и учитывать внутренние и внешние факторы, влияющие на техническую готовность парка; решения принимаются в условиях определенности, риска и неопределенности.

При решении задач в условиях определенности руководитель может использовать математическое моделирование, которое помогает ему выбрать оптимальное или близкое к оптимальному решение. В условиях неопределенности и риска руководитель при принятии решения опирается в основном на логическое рассуждение и интуицию.

В процесс принятия управленческих решений включается следующий последовательный ряд операций: формирование задачи с указанием цели; выбор критерия оценки эффективности решения; выявление ограничений и альтернатив (сбор данных) для уточнения поставленной задачи и составления математических моделей; сопоставление вариантов решения по критерию эффективности; принятие решения и реализация на практике. Схема стадий процесса принятия решений при управлении технической готовностью парка представлена на рис. 20.

Исходные данные  $\sum d_i$ , вводимые в модель принятия решения, представляют собой проблему, которую нужно решить с учетом действующих факторов  $\Phi_{ij}$ . Имеющийся материал позволяет поставить как главную цель  $Z$ , так и частные цели  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ , которые необходимо решать в процессе управления. Определив цель, можно обосновать критерии как главный, так и частные, позволяющие оценивать правильность функционирования системы. Критерий включает в себя нормативные, системные, надежные и другие показатели. Принятие решений осуществляется на основе альтернатив, где учитываются выбранные критерии. Альтернативы оцениваются по определенным признакам — качеству, различиям и т.п. путем анализа диагностической информации  $\sum J_i$ , поступающей с различных уровней служебной иерархии.

Принятая для дальнейшего анализа и последующего принятия решения альтернатива проходит процесс моделирования. После оценки вариантов  $U_1, U_2, \dots, U_n$  принимается и реализуется решение. Если ни один из вариантов не удовлетворяет поставленной цели, процесс моделирования повторяется с выбором новых критериев, альтернатив и повторения процесса решения главной или частной проблем.

## 10.2.    Общий критерий оценки работы технической службы

В качестве оценки эффективности функционирования технической службы АТП могут быть приняты показате-



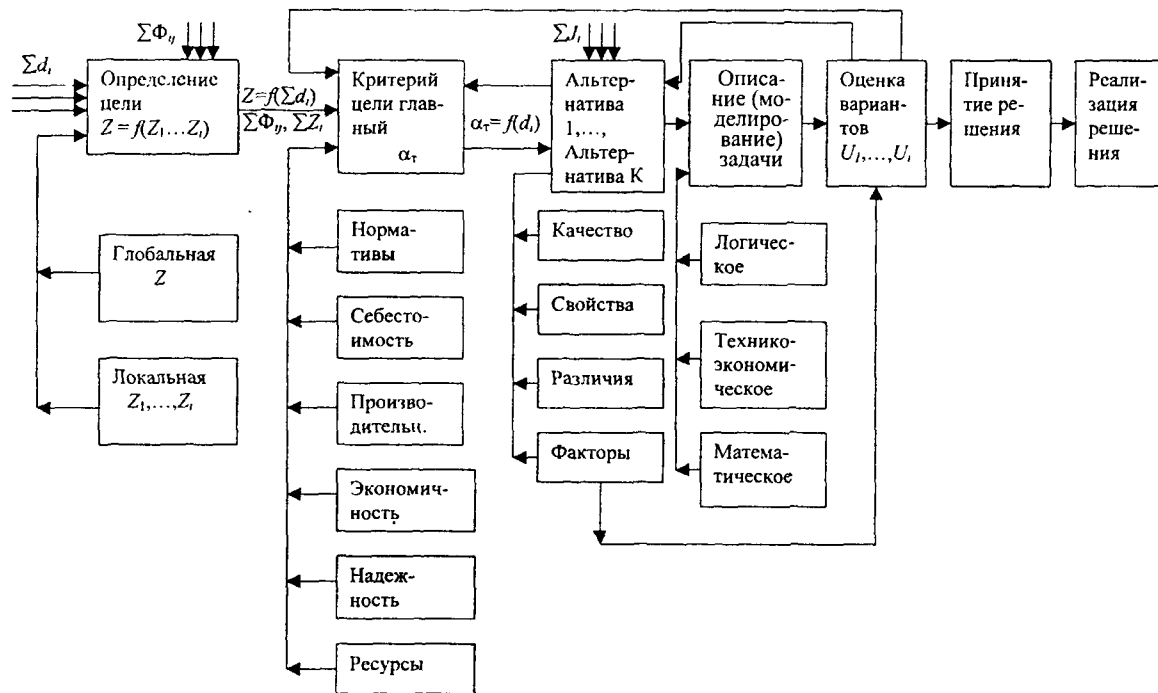


Рис. 20. Схема стадий процесса принятия решения

ли, характеризующие готовность подвижного состава автомобильного транспорта, к которым можно отнести коэффициент готовности  $K_r$ , коэффициент технического использования  $K_{ти}$ , коэффициент технической готовности  $\alpha_t$ .

Если коэффициент готовности согласно ГОСТ 13377-75 определяется временем безотказной работы и временем восстановления и характеризует только надежность показатели, то коэффициент технического использования по упомянутому ГОСТу помимо учета суммарного времени работы и времени восстановления учитывает время на обслуживание. Возможности  $K_{ти}$  более комплексны, чем  $K_r$ . Однако  $K_{ти}$  не учитывает весьма важную часть простоев подвижного состава, зависящую от организационно-социальных причин, от наличия запасов элементов и площадей для проведения ТО и ТР, от обеспеченности персоналом, оборудованием и т.д. Наиболее полно охватывает все причины и факторы, влияющие на готовность подвижного состава, коэффициент технической готовности  $\alpha_t$ . Если информативность  $\alpha_t$  принять за единицу, то информативность  $K_{ти} = 0,3$ , а  $K_r = 0,2$ . Поэтому коэффициент  $\alpha_t$  — наиболее концентрированное выражение существа и внутреннего содержания технической службы АТП.

Имея в виду, что АТП является комплексным предприятием, осуществляющим как техническую подготовку подвижного состава, так и перевозочный процесс, возникает необходимость в отдельной оценке внутри предприятия деятельности каждой из служб. В этой связи конечным результатом функционирования технической службы предприятия является количественный и номенклатурный уровень технической готовности парка, служащий входом в подразделения линейной эксплуатации. Таким образом, принимаемые эксплуатационной службой решения по управлению перевозочным процессом полностью опираются на готовность подвижного состава к линейной работе.

Коэффициент  $\alpha_t$  как критерий оценки работы технической службы обладает следящим действием и оперативно показывает степень технической готовности подвижного состава, отражает количественное и качественное изме-

нения состояния элементов автомобилей. Он отражает производственные, социальные и экономические процессы в подразделениях предприятия в их взаимосвязи и взаимодействии; входит в состав конечных результатов, характеризующих деятельность АТП; включает в себя в обобщенном виде факторы, влияющие на достижение конечного результата по повышению эффективности технической эксплуатации парка; характеризует надежностные показатели элементов подвижного состава; косвенно отражает степень участия и показатели производительности труда персонала технической службы; коэффициент прост в определении и дает наиболее полную информацию о техническом состоянии подвижного состава.

Рассмотрим некоторые аспекты выдвигаемых требований. Коэффициент  $\alpha_r$ , количественно определяемый в эксплуатации отношением числа технически исправных автомобилей к инвентарному (списочному)  $A_{\text{ти}}/A_n$ , не учитывает качественную сторону подвижного состава, которую можно выразить через его грузоподъемность (пассажировместимость). При этом учет грузоподъемности должен определенным образом соотноситься с требованиями эксплуатации.

$$\text{Тогда } \alpha_r = 1 - \sum_{i=1}^n A_{\text{пк}} q_n / \sum_{i=1}^n A_n q_n,$$

где  $n$  — число моделей подвижного состава, отличающихся друг от друга по грузоподъемности;  $A_{\text{пр}}$  — число автомобилей, простаивающих в сменное время по техническим причинам;  $q$  — грузоподъемность автомобиля.

Определение ТГ в соответствии со специализацией подвижного состава также характеризует качественную сторону деятельности производственно-технической службы предприятия. В этом случае на каждом конкретном ПАТ весь грузовой подвижной состав необходимо распределить по специализации (бортовые, фургоны, рефрижераторы, автопоезда, самосвалы и т.д.), автобусный — по пассажировместимости и назначению. Для каждой груп-

пы специализированного подвижного состава устанавливается регламентированное число простаивающих автомобилей по техническим причинам и соответствующий  $\alpha_{\tau}$  с учетом потребностей перевозочного процесса. Тогда  $\alpha_{\tau}$   $i$ -й специализации

$$\alpha_{\tau i}^{\text{еп}} = 1 - \sum_{j=1}^n A_{\text{пji}}^{\text{еп}} q_n^{\text{еп}} / \sum_{j=1}^n A_{\text{ни}}^{\text{еп}} / q_n^{\text{еп}},$$

где  $A_{\text{пji}}^{\text{еп}}$  — фактическое количество простаивающих автомобилей  $i$ -й специализации.

Производственные, организационные и социальные процессы, связанные с технической службой предприятия, находят свое выражение в  $\alpha_{\tau}$  через временные показатели  $t_i$ , определяющие продолжительность простоя подвижного состава по техническим причинам в сменное время

$$\alpha_{\tau}(t) = 1 - \sum_{i=1}^n A_{\text{пi}} q_n t_i / \sum_{i=1}^n A_{\text{ни}} q_n t_{\text{н}},$$

где  $t_{\text{н}}$  — среднее время нахождения автомобиля в наряде.

Время  $t_i$  зависит от множества факторов как внутренних (управляемых), так и внешних, учитываемых, но не управляемых со стороны подразделений предприятия. Включенное в характеристику критерия, оно делает последний еще более представительным, охватывающим разные стороны функционирования производственно-технической службы АТП.

Экономические процессы связаны с формированием себестоимости перевозок  $S$ . Необходимо отметить, что при повышении ТГ парка от  $\alpha_{\tau}$  до  $\alpha_{\tau}'$  и постоянном коэффициенте использования технически исправных автомобилей  $\eta_{\text{и}} = \alpha_{\text{в}} / \alpha_{\tau}$  повышается и коэффициент выпуска  $\alpha_{\text{в}}$ , что, в свою очередь, приведет к увеличению транспортной работы  $W$ , выполненной подвижным составом предприятия.

тия. В этом случае возрастает доля переменных  $C_{пр}$  и постоянных  $C_{пс}$  расходов на эксплуатацию дополнительных автомобилей, но в меньшей степени, чем транспортная работа. Это обстоятельство вызвано тем, что независимо от того, работает автомобиль или нет, часть расходов так или иначе оплачивается (накладные расходы, зарплата водителей и т.д.). Таким образом, повышение  $\alpha_t$  оказывает непосредственное влияние на снижение себестоимости перевозок, увеличивая тем самым прибыль предприятия.

Коэффициент  $\alpha_t$  в силу своей комплексности характеризует также такие свойства надежности, как безотказность, ремонтпригодность и долговечность. В этом случае, чем выше средний ресурс автомобиля до КР, тем меньше их суммарное количество одновременно будет находиться на авторемонтном предприятии, тем выше  $\alpha_t$  при прочих равных условиях.

Все элементы, составляющие сущность производственных подразделений предприятия, должны быть устремлены на получение заданного конечного результата в виде выбранного критерия  $\alpha_t$ . Каждый оператор, задействованный в системе, должен на своем участке способствовать получению необходимого  $\alpha_t$  и сокращать затраты на эксплуатацию парка. Поэтому система стимулирования по каждому подразделению и по каждому оператору должна ориентироваться также на конечный результат.

Таким образом, выбранный критерий  $\alpha_t$  обладает следящим действием по отношению к изменению элементов системы, имея в виду подвижной состав, производственные, социально-организационные и экономические подразделения АТП. В этой связи ведущим компонентом системы управления выступает конечный результат, полученный на основе анализа множества рассматриваемых ниже факторов и концентрируемый в виде системообразующих факторов — коэффициента технической готовности парка.

### 10.3. Факторы, обуславливающие формирование технической готовности парка

Формирование критерия  $\alpha_r$  зависит от множества факторов  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ , которые необходимо выразить в одних и тех же соизмеримых единицах. Такой величиной служит время, связанное с простоями автомобилей по техническим причинам в сменное время  $t = f(X_i)$ . «Сжатие» (сокращение) времени, связанное с простоями автомобилей по техническим причинам, является одной из первостепенных задач управления.

Анализ временных величин простоев автомобилей с детальным подразделением по элементам позволит более конкретно выявить все действующие на рассматриваемое время факторы. Суточный  $\alpha_r$  как критерий цели, выраженный в показателях времени простоя автомобилей из-за отказов, отсутствия запасных элементов и др. причин, возникающих в процессе эксплуатации подвижного состава ПАТ, может быть записан в виде

$$\alpha_r(t) = 1 - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_i t_j / A_n t_n, \quad (1)$$

где  $X_i$  — число простаивающих автомобилей по техническим причинам в сменное время;  $t_j$  — время простоя  $j$ -й единицы подвижного состава;  $n$  — количество видов простоев;  $m$  — число временных состояний.

При относительной суточной устойчивости знаменателя  $A_n t_n$  в уравнении (1) основное внимание необходимо уделить варьирующей составляющей

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_i t_j.$$

Анализ фактического положения дел на ПАТ позволяет выразить эту составляющую в виде

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_i t_j = X_1 t_1 + X_2 t_2 + \dots + X_6 t_6,$$

где  $X_1 t_1, X_2 t_2, \dots, X_6 t_6$  — соответственно количество и время простаивающих автомобилей в ТР и ТО-2, ожидании ТР и КР, в КР и при списании.

Каждый из составляющих видов простоев в суточном (сменном) диапазоне времени функционирования ПАТ имеет свой вес, определяемый экспериментальным путем, и зависит от таких факторов, как мощность предприятия, возраст парка, обеспеченность производства ресурсами и т.д. Для оперативного управления, когда необходимо иметь информацию о состоянии производственного процесса ТО и Р в данный момент времени,  $\alpha_{\tau}^{\text{оп}}$  может быть представлен выражением

$$\alpha_{\tau}^{\text{оп}}(t) = 1 - (X_1 t_1 + X_2 t_2 + \dots + X_6 t_6) / A_n t_n.$$

Простои автомобилей в ТР и ТО-2 формируются непосредственно под воздействием режимов обслуживания и ремонта, принятых на данном ПАТ. Режимы включают в себя нормативы периодичностей ТО-1 и ТО-2  $L_{12}^{\text{н}}$ , перечень  $n_{12}^{\text{н}}$  и трудоемкость  $t_{12}^{\text{н}}_{\text{ТР}}$  этих воздействий. Увеличение (корректирование) нормативных периодичностей технических воздействий  $L_{12}^{\text{к}}$ , уменьшение перечня  $n_{12}^{\text{к}}$  и трудоемкости работ  $t_{12}^{\text{к}}_{\text{ТР}}$  при прочих равных условиях приведет к сокращению простоев автомобилей в ТО и ТР, т.е. при  $L_{12}^{\text{к}} > L_{12}^{\text{н}}$ ,  $n_{12}^{\text{к}} < n_{12}^{\text{н}}$  и  $t_{12}^{\text{к}}_{\text{ТР}} < t_{12}^{\text{н}}_{\text{ТР}}$  соответственно, сократятся и величины  $X_1 t_1$  и  $X_2 t_2$ . Таким образом, возникает необходимость в управлении режимами ТО и ТР.

Следует отметить, что простои автомобилей  $X_1 t_1, X_2 t_2$  являются частными критериями, определяющими эффективность функционирования формируемой подсистемы *управления режимами ТО и ТР* в виде стремления  $X_1 t_1, X_2 t_2 \rightarrow \min$ . Процесс управления подсистемой включает в себя: оптимизацию периодичности ТО и ТР

$L_{12}^{opt}_{ТР}$  на основе информации о ТС элементов автомобилей в функции пробега  $J_1(L)$ ,  $J_2(L)$ , ...,  $J_n(L)$  и ее оперативное планирование и исполнение; оперативное и текущее решение вопросов о переносе части или полного объема ТО и ТР на межлинейный период на основе информации о производственных процессах в функции времени  $J_1(t)$ ,  $J_2(t)$ , ...,  $J_n(t)$ .

Эффективность управления режимами ТО и ТР выразится через положительное приращение коэффициента технической готовности  $\Delta\alpha_1^{ож}$  за счет оптимизации периодичности ТВ в период времени

$$\Delta\alpha_1^{ож}(t + \Delta t) = \left[ \sum_{i=1}^n \Delta X_1'(t + \Delta t) + \sum_{i=1}^n \Delta X_2'(t + \Delta t) \right] / A_n t_n,$$

$$\text{где } \sum_{i=1}^n \Delta X_1'(t + \Delta t) = X_1^{п2}(t) - X_1^{п1}(t + \Delta t);$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta X_2'(t + \Delta t) = X_2^{п2}(t) - X_2^{п2}(t + \Delta t)$$

— соответственно, положительное приращение  $\alpha_t$  за счет сокращения числа простаивающих автомобилей  $X^{п1}$  в данный момент времени  $(t + \Delta t)$  по сравнению с предыдущим периодом  $X^{п2}(t)$  в ТР и ТО-2 в результате управления;  $\Delta t$  — приращение времени (час, смена, неделя, месяц и т.д.), зависящее от динамичности управляемых элементов системы.

Аналогичное приращение  $\alpha_t$  может быть получено за счет оптимизации объемов работ ТО и ТР

$$\Delta\alpha_2^{ок}(t + \Delta t) = \left[ \sum_{i=1}^n \Delta X_1''(t + \Delta t) + \sum_{i=1}^n \Delta X_2''(t + \Delta t) \right] / A_n t_n,$$

$$\text{где } \sum_{i=1}^n \Delta X_1''(t + \Delta t) = X_1^{02}(t) - X_2^{01}(t + \Delta t);$$



$$\sum_{i=1}^n \Delta X_2^{''}(t + \Delta t) = X_2^{02}(t) - X_2^{01}(t + \Delta t)$$

— соответственно, положительное приращение  $\alpha_t$  за счет сокращения числа простаивающих автомобилей  $X^{01}$  в данный момент времени  $(t + \Delta t)$  по сравнению с предыдущим периодом  $X^{02}(t)$  в ТР и ТО-2 в результате управления.

Следующая группа простоев автомобилей в ожидании ТР и КР —  $X_3$  и  $X_4$  связана с соответствующим временем  $t_3$  и  $t_4$  ожидания начала ТР или КР. Величина времени простоев  $X_3 t_3$  и  $X_4 t_4$  формируется под воздействием необходимого запаса элементов, наличия производственных площадей и персонала. Лимит каждого из указанных факторов может оказать решающее влияние на величины  $X_3 t_3$  и  $X_4 t_4$ . Из рассматриваемой группы простоев автомобилей сформируем подсистему *управления запасами (наличием) элементов*, в задачу которой войдет получение конечного результата в виде сокращения величин  $X_3 t_3$  и  $X_4 t_4$  в сменное время работы автомобилей.

В этом случае возникает необходимость управления в виде: оптимизации оперативного и текущего запаса элементов  $Q_3^{opt}$  на основе информации о ТС элементов автомобилей в функции пробега  $J_1(L), J_2(L), \dots, J_n(L)$ ; оперативного распределения производственных площадей зон ТО и ТР по принятым критериям в функции времени  $J_1(t), J_2(t), \dots, J_n(t)$ .

Конечная результативность управления запасами (наличием) элементов выражается, как и в первом случае, соответствующим приращением  $\Delta \alpha_3^{ож}$  при стремлении величин  $X_3 t_3, X_4 t_4 \rightarrow \min$

$$\Delta \alpha_3^{ож}(t + \Delta t) = \left[ \sum_{i=1}^n \Delta X_3(t + \Delta t) + \sum_{i=1}^n \Delta X_4(t + \Delta t) \right] / A_n t_n,$$

$$\text{где } \sum_{i=1}^n \Delta X_3(t + \Delta t) = X_3^{T2}(t) - X_3^{T1}(t + \Delta t);$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta X_4(t + \Delta t) = X_4^{K2}(t) - X_4^{K1}(t + \Delta t)$$

соответственно, приращение  $\alpha_\tau$  за счет сокращения времени простоев автомобилей в ожидании ТР и КР в настоящее время  $X_3^{T1}(t + \Delta t)$ ,  $X_4^{K1}(t + \Delta t)$  по сравнению с предыдущим  $X_3^{T2}(t)$ ,  $X_4^{K2}(t)$  периодом. Управление эффективно при  $\alpha_\tau^{\text{ож}}(t + \Delta t) > 0$ .

Последняя группа времени простоя в КР  $X_5 t_5$  и при списании  $X_6 t_6$  определяется ресурсом автомобилей до КР и списания. Очевидно, что увеличение ресурса у совокупности автомобилей предприятия повлечет за собой сокращение их одновременного нахождения в КР и на списании. Таким образом, появляется следующий аспект управления ресурсами элементов автомобилей, в общие задачи которого войдет: оптимизация ресурсов автомобилей до КР и списания  $L_{\text{КР,сп}}^{\text{opt}}$  на основе информации о состоянии автомобилей, производственных и других процессов  $\{J_i(L)\}$ ,  $\{J_i(t)\}$ , а также о затратах на эксплуатацию автомобилей  $C_i(L)$  в период  $(t + \Delta t)$ ; определение индивидуального краткосрочного прогноза ресурса автомобиля  $L_q$  до очередных ТВ по информации о состоянии автомобилей в функции пробега  $J_1(L)$ ,  $J_2(L), \dots, J_n(L)$ .

Внешнее проявление эффективности управления ресурсом автомобилей выразится в виде положительного приращения  $\Delta \alpha_4^{\text{ож}}(t + \Delta t)$ , что возможно при условии  $X_5 t_5$ ,  $X_6 t_6 \rightarrow \min$ .

$$\text{Тогда } \Delta \alpha_4^{\text{ож}}(t + \Delta t) = \left[ \sum_{i=1}^n \Delta X_5(t + \Delta t) + \Delta X_6(t + \Delta t) \right] / A_{\text{итн}},$$

$$\text{где } \sum_{i=1}^n \Delta X_5(t + \Delta t) = X_5^{\text{KP2}}(t) - X_5^{\text{KP1}}(t + \Delta t);$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta X_6(t + \Delta t) = X_6^{C2}(t) - X_6^{C1}(t + \Delta t)$$

— соответственно приращение  $\alpha_r$  за счет сокращения времени простоя автомобилей в КР и на списании в настоящее время  $X_5^{KP2}(t + \Delta t)$ ,  $X_6^{C2}(t + \Delta t)$  по сравнению с предыдущим периодом  $X_5^{KP1}(t)$ ,  $X_6^{C1}(t)$ .

Распределение времени и видов простоев по подсистемам позволяет количественно оценить конечные результаты эффективности управления. Для выявления факторов, оказывающих непосредственное влияние на управляемость рассматриваемых подсистем, проведем их классификацию по условиям системной иерархии (рис. 21). По своей структуре факторы подразделяются на производственные (технологические и организационные), социально-психологические и экономические; по подсистемам времени простоя в ТР, ТО-2, ожидании ТР и КР, в КР и списании; по периодичности (времени) их воздействия на элементы подсистем — мгновенные, оперативные, текущие, перспективные; по возможности управления ими — внутренние, внешние, значимые, незначимые; по степени влияния на элементы подсистем — существенные, умеренные, несущественные; по возможности их оценки — количественные, качественные; по характеру влияния на элементы подсистем — прямые (непосредственные), косвенные; по возможности распределения их по подразделениям (персоналу) предприятия — линейные (водители, экспедиторы и т.д.), цеховые, постовые (производственный персонал), снабженческие (операторы по снабжению), учрежденческие (служащие); по степени материализации — материализованные, нематериализованные; по уровням служебной иерархии факторы относятся к руководителям предприятия, руководителям подразделений, участков, исполнителям; по возможности определения состояния — контролируемые, неконтролируемые.

Факторы, отражающие временное состояние подвижного состава в простое из-за технических причин, по структуре характеризуют производственно-технологичес-

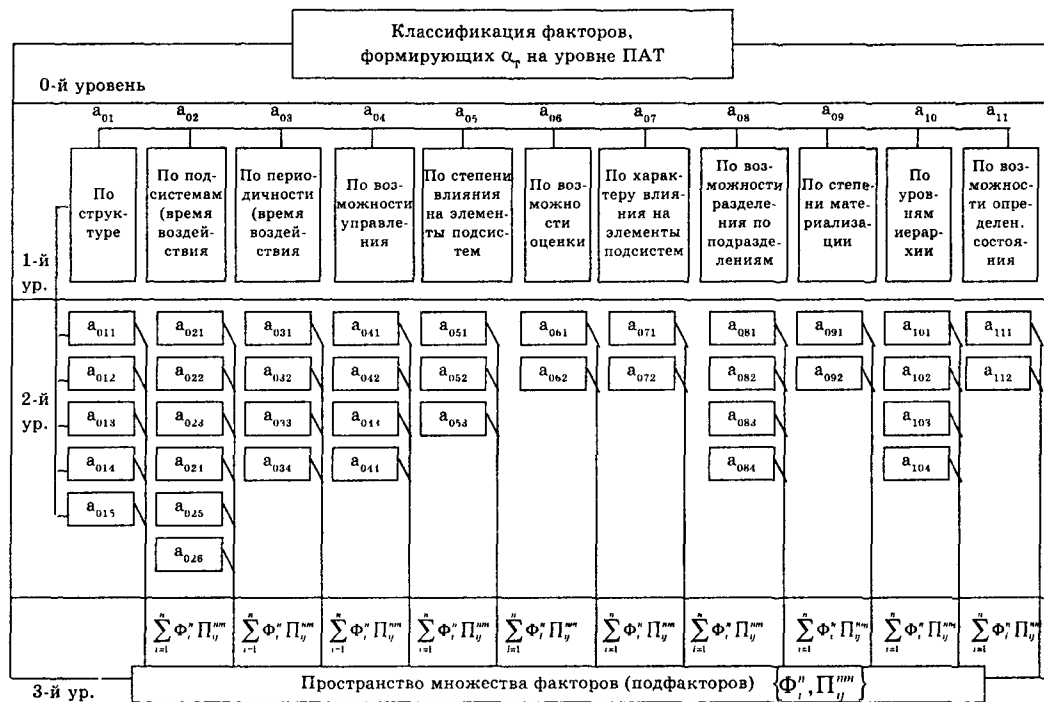


Рис. 21. Классификация факторов, формирующих  $\alpha_T$  на уровне ПАТ

кую и социально-организационную стороны подготовки парка к работе на линии. Однако в структуре факторов необходимо выделить экономические и оценивающие эффективность управления ТГ парка. Экономические факторы носят также временной характер, так как, чем больше время простоя автомобиля по техническим причинам, тем очевиднее экономический ущерб, наносимый предприятию.

Экономические факторы обуславливают изменение элементов себестоимости, в первую очередь зависящих от пробега автомобиля или его ТС (критерия  $\alpha_r$ ), таких как затраты на шины  $C_{ш}(L)$ , на топливо  $C_r(L)$ , на ТО и ТР  $C_{то}(L)$ . Влияние факторов на рассматриваемые затраты неоднозначно и зависит от времени их действия, от их структуры и управляемости, возможности количественной оценки и т.д. Все это вызывает необходимость представления затрат на шины, топливо, ТО и ТР в виде подсистем, функционирующих в общей системе управления ТГ парка.

Имеется целая группа факторов, не оказывающих заметного влияния на продолжительность составляющих времени простоя

$$\sum_{j=1}^m t_j$$

и практически не входящих в них, но в значительной степени влияющих на частоту операций ТО и ТР и, в конечном счете, на суммарное время простоя автомобилей ПАТ из-за отказов. Выделим факторы внутренние и внешние, значимые (по отношению к частоте операций ТО и ТР) и незначимые. К внешним значимым отнесем факторы климатические, дорожные, возраст подвижного состава и однородность парка, качество эксплуатационных материалов, характер перевозимого груза, качество КР автомобилей, приспособленность автомобилей к ТО и Р, совершенство их конструкции и др. Указанные факторы являются неуправляемыми со стороны исследуемой системы ПАТ. Однако ими можно управлять со стороны систем других уровней и рангов. В этом случае роль ПАТ заклю-

чена в периодическом возбуждении соответствующих элементов систем других уровней и рангов с целью последующего принятия решения этими системами по возможной оптимизации или «расшивке» узких мест.

Снижение комплекса затрат на эксплуатацию ПС по рассмотренным выше статьям себестоимости на шины  $\Delta S_{\text{ш}}(L)$ , топливо  $\Delta S_{\text{т}}(L)$ , ТО и ТР  $\Delta S_{\text{ТО}}(L)$ , зависящим от соответствующих факторов, запишется как

$$\Delta S^{\text{ож}}(L) = f[C_{\text{ш}}(L), C_{\text{т}}(L), C_{\text{ТО}}(L)].$$

#### 10.4. Модель и целевая функция управления

Эффективность технической эксплуатации автомобилей характеризуется степенью ТГ подвижного состава к выполнению транспортной работы при наименьших затратах на эксплуатацию в конкретных условиях ПАТ. Общая эффективность исследуемой системы подразделяется на техническую и экономическую, за выходные показатели или критерии которых примем: для первой — рассмотренный нами  $\alpha_{\text{т}}$ , для второй — уровень снижения статей себестоимости  $S$ , зависящих от ТС автомобиля. Принятые критерии назовем обобщенными, в отличие от частных (нормативов, технических условий, руководств и т. д.).

Математическая модель формирования  $\alpha_{\text{т}}$  может быть представлена в развернутом виде

$$\alpha_{\text{т}} = F(X^L, X^t; Z^L, Z^t; W^L, W^t, W^{\lambda}).$$

где  $X^L, X^t$  — векторы контролируемых управляемых переменных величин (факторов), связанных соответственно с пробегом и со временем;  $Z^L, Z^t$  — векторы контролируемых неуправляемых переменных величин (факторов), связанных с пробегом и временем;  $W^L, W^t, W^{\lambda}$  — векторы неконтролируемых, неуправляемых величин (факторов), связанных с пробегом, временем и интенсивностью эксплуатации.

Техническое состояние нового автомобиля регламентировано критериями и нормами завода-изготовителя. В

эксплуатации это состояние поддерживается проведением системы мероприятий, оцениваемых выходным показателем конкретного числового значения коэффициента  $\alpha_T$

$$0 < \alpha_T = f(X, Z, W) \leq 1.$$

Как показывает анализ работы ПАТ различных типов, вариация  $\alpha_T$  в каждом из них составляет значительную величину (см. табл. 18).

Данные таблицы свидетельствуют о наличии значительных резервов в повышении  $\alpha_T$  путем учета действующих факторов и управления процессом его формирования.

Проблема управления процессами на уровне ПАТ решается в различных аспектах (рис. 22):

— централизация оперативного управления производством на основе текущей информации о ходе технологических и организационных процессов на предприятии и о наличии запаса элементов (рис. 22, а);

— использование автоматизированных систем управления производством (АСУП) на основе статистической информации о ходе процессов (рис. 22, б);

— применение диагностирования при централизации технологических процессов ТО и ТР автомобилей (рис. 22, в).

Существо предлагаемой системы управления технической готовностью подвижного состава ПАТ (рис. 22, г) в отличие от рассматриваемых схем заключено в следующих положениях:

— в основу управления положен критерий оценки эффективности технической эксплуатации автомобилей — коэффициент технической готовности парка как конечный результат эффективности ТЭА и деятельности производственно-технической службы;

Таблица 18

Типы предприятий	$\alpha_{T \min}$	$\alpha_{T \max}$	$\alpha_T^*$
Автобусные	0,686	0,954	0,810
Таксомоторные	0,678	0,988	0,826
Грузовые	0,654	0,932	0,805
$\alpha_T^*$ взят по данным Минтранса РФ			

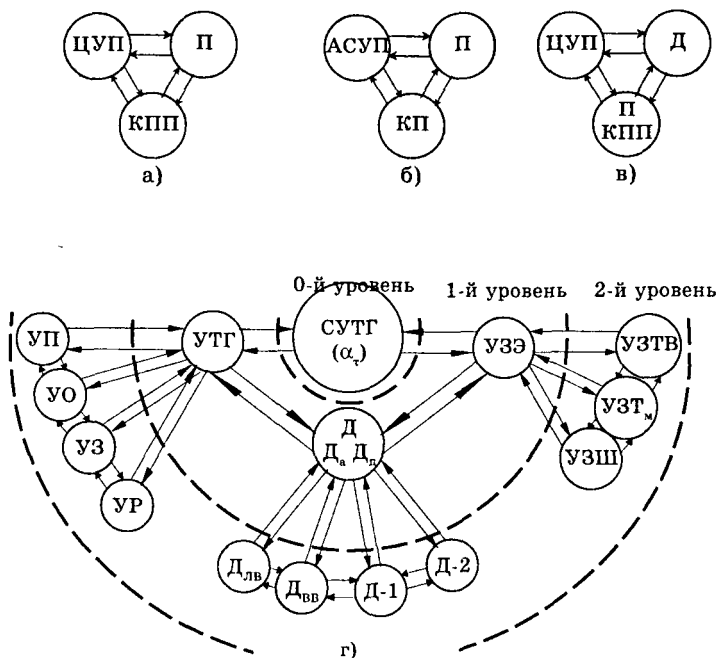


Рис. 22. Управление процессами на ПАТ:

- а — предложении НИИАТ (Б.С. Клейнер, В.В. Тарасов);  
 б — КАДИ (М.Н. Бедняк); в — МАДИ (Л.В. Мирошников);  
 г — предлагаемая СУТГ(а); ЦУП — центр управления производством; АСУП — автоматизированная система управления; д — система диагностирования;  
 СУТГ — система управления технической готовностью парка; УТГ — управление ТГ парка; УП — управление периодичностью; УО — управление объемами работ; УЗ — управление запасами; УР — управление ресурсом;  
 $D_n$  — диагностирование процессов;  
 $D_a$  — диагностирование автомобилей;  
 $D_{лв}$  — диагностирование водителем на линии;  
 $D_{вв}$  — диагностирование на выпуске-возврате;  
 Д-1 — диагностирование при ТО-1; Д-2 — диагностирование при ТО-2; УЗЭ — управление затратами на эксплуатацию; УЗШ — управление затратами на шины; УЗТ — управление затратами на топливо; УЗТВ — управление затратами на технические воздействия



— источником управления является система факторов, влияющих на формирование  $\alpha_t$  и ДИ о состоянии автомобилей и процессов;

— система управления строится на иерархическом многоуровневом принципе, где, во-первых, централизовано управление процессами, формирующими техническую готовность парка и, во-вторых, отдельной централизацией осуществляется управление социально-экономическими процессами предприятия. Вертикальные связи иерархии дополнены горизонтальными — диагностической управляющей информацией о состоянии процессов;

— все подразделения предприятия, принимающие участие в управлении технической готовностью и экономическими показателями, представлены в виде подсистем, где определены доля и вклад каждой из них в формирование конечного результата.

Таким образом, в состав большой и сложной человеко-машинной системы ПАТ входят три основных компонента:

— *управление* как процесс обмена ДИ и принятия последующих решений с целью оптимизации конечного результата функционирования производственно-экономических подразделений ПАТ;

— *диагностирование* как показатель, дающий управляющую информацию о состоянии элементов автомобилей и процессов;

— *коэффициент технической готовности парка* как критерий эффективности ТЭА.

Система управления СУТГ ( $\alpha_t$ ) в общем виде включает в себя три иерархических уровня с тремя рангами. На первом уровне располагается подсистема диагностирования автомобилей  $D_a$  и процессов  $D_n$ , выполняющая функцию необходимого компонента подсистемы управления технической готовностью парка (УТГ) и подсистемы управления затратами на эксплуатацию автомобилей (УЗЭ). Указанные подсистемы представим в виде

$$\text{СУТГ}(\alpha_t) = \{(\text{УТГ}), (D_a, D_n), (\text{УЗЭ})\}.$$

Каждая из подсистем первого уровня централизованно связана со следующими группами подсистем

$$\text{УТГ} = \{(\text{УП}), (\text{УО}), (\text{УЗ}), (\text{УР})\},$$

$$\text{Д}_\text{а} \text{Д}_\text{п} = \{(\text{Д}_\text{вв}), (\text{Д}_\text{вл}), (\text{Д}-1), (\text{Д}-2)\},$$

$$\text{УЗЭ} = \{(\text{УЗШ}), (\text{УЗТМ}), (\text{УЗТВ})\}.$$

Обозначения подсистем приведены на рис. 22.

Управление ТГ подвижного состава на основе Д имеет два состояния: первое, существующее в конкретном ПАТ, и второе, предполагаемое или планируемое состояние, реализация которого осуществляется с помощью обратной

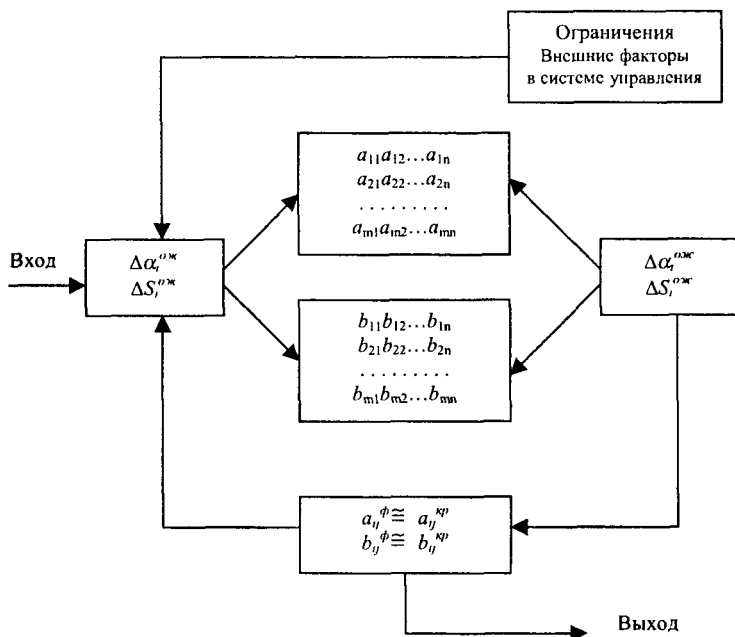


Рис. 23. Принципиальная схема матричной модели управления технической готовностью автомобиля

связи и управляющей системы в виде принятия решений и последующих технических и других воздействий.

Таким образом, диагностирование в системе управления ТГ непосредственно взаимодействует с подсистемами управления периодичностью и объемами работ ТО и ТР, запасами и ресурсом элементов, а также с подсистемами управления затратами на шины, топливо и масло, на ТО и ТР автомобилей.

Предлагаемая СУТГ ( $\alpha_T$ ) в формализованном виде рассматривает принципиальные стороны управления эффективностью автомобилей. Оптимизация управляемых процессов проводится на основе альтернативного подхода, где из нескольких вариантов выбирается наилучший. Внешними ограничениями, накладываемыми на производственно-техническую службу ПАТ и воздействующими как на входные данные, так и на полезный результат, являются: совершенство конструкции автомобилей и приспособленность их к ТВ, возможность пополнения парка новыми автомобилями и их возраст, централизация ТО и ТР со стороны системы более высокого ранга, пополнение запаса деталей и агрегатов в централизованном порядке, дорожные и климатические условия, интенсивность эксплуатации и т.д.

Задачи управления  $\alpha_T$  решаются поэтапно с разделением задаваемого приращения коэффициента технической готовности  $\Delta\alpha_i^{ож}$  по каждому  $k$ -му этапу

$$\alpha_T^{ож}(k) = \alpha_T^{\Phi} + \Delta\alpha_i^{ож}(k), i = 1, 2, \dots, n,$$

где  $\alpha_T^{ож}(k)$  — ожидаемый коэффициент ТГ в результате управления элементами производственного процесса;  $\alpha_T^{\Phi}$  — усредненный фактический коэффициент ТГ парка.

Аналогичное выражение получает снижение себестоимости по статьям, зависящим от технического состояния автомобилей ПАТ

$$S^{ож} = \overline{S^{\Phi}} - \Delta S_i^{ож} \rightarrow \min,$$





ревозок  $W_i$  как конечном показателе функционирования ПАТ. Целевая функция при этом должна представлять собой обобщающий показатель эффективности, который, во-первых, учитывает технико-стоимостные показатели рассмотренного управления, во-вторых, диагностическую информацию и, в третьих, является удельным, пригодным для использования на различного типа, назначения и мощности предприятиях автомобильного транспорта.

Такой целевой функцией является минимум суммарных затрат  $C_{уд}$  на единицу производительности перевозочного процесса  $W_i$  при оптимальной технической готовности

$$C_{уд} = \sum_{i=1}^n C_{iоб} / W_i \rightarrow \min \text{ при } b_T \rightarrow opt,$$

где  $\sum_{i=1}^n C_{iоб}$  — суммарные общие эксплуатационные затраты, связанные с обеспечением производительности  $W_i$  за  $i$ -й временной промежуток  $D_p$  (месяц, квартал, год и т.д.) и зависящие от состояния подвижного состава

$$\sum_{i=1}^n C_{iоб} = C_{пс} + C_{пр}' + C_{пр}'',$$

где  $C_{пс}$  — постоянные расходы;  $C_{пр}'$ ,  $C_{пр}''$  — переменные расходы

$$C_{пс} = C_{зв} + C_{нк},$$

где  $C_{зв}$ ,  $C_{нк}$  — соответственно заработная плата водителей и накладные расходы

$$C_{пр}' = C_{тм} + C_{ш} + C_a,$$

где  $C_{тм}$ ,  $C_{ш}$ ,  $C_a$  — соответственно затраты на топливо и смазочные материалы, на шины, амортизационные отчисления на КР и полное восстановление

$$C_{\text{пр}}'' = C_{\text{ТО}} + C_{\text{ТР}} + C_{\text{Д}},$$

где  $C_{\text{ТО}}$ ,  $C_{\text{ТР}}$ ,  $C_{\text{Д}}$  — соответственно затраты на ТО, ТР и диагностирование.

Производительность подвижного состава

$$W_i = \alpha_{\tau} \eta_n D_p \gamma \beta L_{\text{ср}} \sum_{i=1}^n A_i q_i, \quad (4)$$

где  $D_p$  — число рабочих дней за определенный календарный период;

$\gamma$ ,  $\beta$  — соответственно коэффициенты использования грузоподъемности и пробега;  $\eta_n$  — коэффициент использования технически исправных автомобилей;  $L_{\text{ср}}$  — среднесуточный пробег.

Объем перевозок задается предприятию в соответствии с его мощностью и потребностью в них народного хозяйства. В этом случае  $W_i$  можно принять постоянной по плановому заданию.

Рассмотрим удельные затраты как функцию факторов, зависящих непосредственно от работы производственно-технической службы. С этой точки зрения в уравнении (4) примем неизменными  $\eta_n$ ,  $D_p$ ,  $\gamma$ ,  $\beta$ ,  $A_n$ ,  $L_{\text{ср}}$ ,  $q$ . Следовательно,  $W_i$  можно рассматривать только как функцию  $\alpha_{\tau}$ , т.е.  $W_i = \alpha \alpha_{\tau}$ , тогда

$$\begin{aligned} C_{\text{уд}} &= \frac{\sum C_{\text{тоб}}}{\alpha \beta_{\tau}} = \frac{C_{\text{зв}} + C_{\text{нк}}}{\alpha \beta_{\tau}} + \frac{C_{\text{тм}} + C_{\text{ш}} + C_{\text{а}}}{\alpha \beta_{\tau}} + \frac{C_{\text{ТО}} + C_{\text{ТР}} + C_{\text{Д}}}{\alpha \beta_{\tau}} = \\ &= C_{\text{уд}}' + C_{\text{уд}}'' + C_{\text{уд}}''' \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Рассмотрим составляющие правой части полученного уравнения. Первая составляющая  $C_{\text{уд}}' = (C_{\text{зв}} + C_{\text{нк}})/\alpha \alpha_{\tau}$  показывает (см. рис. 24), что при прочих равных условиях с повышением  $\alpha_{\tau}$  сокращаются удельные постоянные расходы. Это объясняется снижением затрат на единицу транспортной работы по статье  $C_{\text{зв}}$  и накладным расходам  $C_{\text{нк}}$ .

Вторая составляющая уравнения (5)  $C_{\text{уд}} = (C_{\text{тм}} + C_{\text{ш}} + C_{\text{а}})/\alpha \alpha_{\tau}$  показывает, что при повышении  $\alpha_{\tau}$  общие затра-

ты на топливо и смазочные материалы  $C_{\text{тм}}$ , шины  $C_{\text{ш}}$ , амортизационные отчисления  $C_{\text{а}}$  должны возрасти, так как увеличивается абсолютное количество автомобилей, поставляемых производственно-технической службой для линейной эксплуатации. Однако удельные переменные расходы  $C_{\text{уд}}$  на единицу транспортной работы снижаются за счет диагностирования, последующих ТВ и получения  $\Delta C_i(\Delta\alpha_i)$ . Последняя составляющая уравнения (5)  $C_{\text{уд}} = (C_{\text{то}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{д}})/\alpha\alpha_{\text{т}}$  указывает на то, что с повышением  $\alpha_{\text{т}}$  требуется увеличение удельных затрат на ТО, ТР и Д (см. рис. 24).

Рассматриваемая целевая функция позволяет определить необходимое значение  $\alpha_{\text{т}}$  для выполнения заданного объема транспортной работы  $W_i$  конкретного ПАТ за определенный календарный период  $D_p$  с учетом наличного

подвижного состава  $\sum_{i=1}^n A_i q_i$  и выдать задание технической службе предприятия в виде  $\alpha_{\text{т}}^{\text{opt}}$  при  $C_{\text{уд}} \rightarrow \min$ .

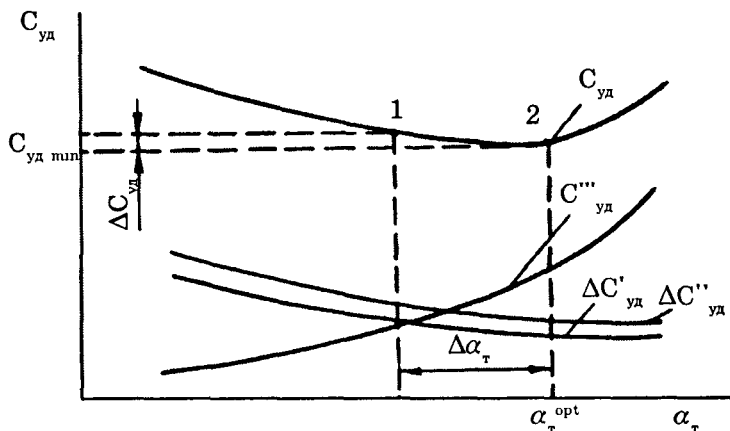


Рис. 24. Целевая функция минимума суммарных затрат на единицу производительности в СУТГ ( $\alpha_{\text{т}}$ )



## 10.5. Критерии оценки по уровням служебной иерархии

Реализация системы управления на предприятии по критерию  $C_{уд} \rightarrow \min$  и  $\alpha_r \rightarrow \text{opt}$  приводит к формированию приращения коэффициента технической готовности, равному  $\Delta\alpha_r$ , и снижению удельных затрат на единицу транспортной продукции  $\Delta C_{уд}$  (см. рис. 24). Абсолютные величины приращений  $\Delta\alpha_r$  и  $\Delta C_{уд}$  определяются эффективностью принятия управленческих решений на всех уровнях служебной иерархии предприятия.

Для крупного АТП характерны четыре ступени служебной иерархии принятия управленческих решений: I уровень — руководитель предприятия, II уровень — руководители подразделений, III уровень — механики, бригадиры, IV уровень — исполнители.

Зная вопросы, по которым принимаются управленческие решения, предоставляется возможность составить таблицу критериев оценки принимаемых и реализуемых решений по уровням служебной иерархии (рис. 25). Оптимизация принимаемых и реализуемых решений в системе управления технической готовностью парка на уровне руководителя предприятия (I уровень) определяется по критерию  $C_{уд} \rightarrow \min$  на единицу транспортной продукции.

На уровне руководителей подразделений автотранспортного предприятия (II уровень) критерии оценки управленческих решений включают:  $\alpha_r^3, \alpha_b^3$  — соответственно заданные коэффициенты технической готовности и выпуска автомобилей на линию, которые необходимо поддерживать на планируемый период;  $C(\alpha_r) \rightarrow \min$  — минимум затрат на поддержание подвижного состава в исправном состоянии по переменным статьям себестоимости;  $\Pi(\alpha_b) \rightarrow \max$  — максимум транспортной продукции (производительности) подвижного состава.

На III и IV уровнях служебной иерархии принимаемые решения определяют исходные величины, формирующие основные показатели I и II уровней. Основными критериями оценки принимаемых управленческих

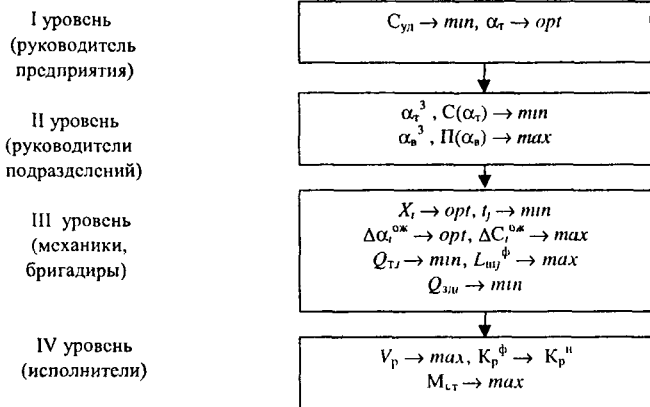


Рис. 25. Критерии оценки управленческих решений по уровням служебной иерархии

решений могут служить:  $X_i \rightarrow \text{opt}$  — оптимальное число автомобилей по видам простоев,  $i = 1, 2, \dots, 6$ ;  $t_j \rightarrow \min$  — минимальное время простоя  $j$ -го автомобиля в  $i$ -м виде простоя;  $\Delta\alpha_i^{\text{ож}} \rightarrow \text{opt}$  — оптимальное приращение коэффициента технической готовности по видам простоев;  $\Delta C_i^{\text{ож}} \rightarrow \max$  — максимальное снижение затрат на единицу транспортной продукции по подсистемам управления;  $Q_{тj} \rightarrow \min$  — минимизация расхода топлива по  $j$ -му автомобилю;  $Q_{эл} \rightarrow \min$  — минимизация расхода запасных частей по  $j$ -му автомобилю;  $L_{шj}^{\phi} \rightarrow \max$  — максимизация фактического пробега шин  $j$ -го автомобиля;  $V_p \rightarrow \max$  — выполнение полного объема работ ТО и ТР;  $K_p^{\phi}, K_p^{\text{н}}$  — соответственно, качество работ фактическое и нормативное;  $M_{ст} \rightarrow \max$  — максимизация материального стимулирования.

Критерий оценки управленческих решений для высших уровней служебной иерархии, как правило, должен соответствовать главной (глобальной) цели функционирования предприятия и его подразделений. Для низших уровней критерий оценки отражает частные (локальные) цели управления.

# 11. Подсистемы управления технической готовностью подвижного состава

Реализация целевой функции, минимизирующей затраты на единицу производительности (5), выражается в оптимизации  $a_{\tau}$  положительными приращениями  $\Delta\alpha_i^{ож}$  в подсистемах, обеспечивающих техническую эффективность

$$\Delta\alpha_i^{ож} = \Delta\alpha_1^{ож} + \dots + \Delta\alpha_4^{ож},$$

и минимизации себестоимости перевозок приращением (сокращением)  $\Delta S_i^{ож} = \Delta S_1^{ож} + \dots + \Delta S_4^{ож}$  в подсистемах, обеспечивающих экономическую эффективность. Повышение эффективности ТЭА, как указывалось ранее, оценивается по критерию  $a_{\tau}$ , величина которого зависит от количества простаивающих по техническим причинам автомобилей и времени простоя, т.е.

$$\alpha_{\tau} \left[ f \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_i t_j \right) \right].$$

При рассмотрении мгновенного  $\alpha_{\tau}^{мг}$  исследуемые простои автомобилей  $\sum_{i=1}^n X_i$  распределены по соответствующим подсистемам и зависят от целого ряда факторов.

Взаимодействие подсистем, управляющих ТГ парка, с обеспечивающими компонентами представлено в табл. 19 в виде реализации модели управления (2).

В каждом ПАТ исходное состояние СУТГ( $\alpha_{\tau}$ ) характеризуется определенными коэффициентами влияния

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} \text{ и нулевым приращением } \Delta\alpha_j = 0, \text{ т.е.}$$

Таблица 19

$\Delta_{ij}$ \ $\Delta\alpha_i^{ож}$		Обеспечение			
		информационное $\Delta\alpha_1$	людьми-операторами $\Delta\alpha_2$	диагностированием $\Delta\alpha_3$	средствами контроля и передачи $\Delta\alpha_4$
Режимы ТВ	Периодичность $\Delta\alpha_1^{ож} = f(X_1', X_2')$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$
	Объемы работ $\Delta\alpha_2^{ож} = f(X_1'', X_2'')$	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24}$
Запасы элементов	$\Delta\alpha_3^{ож} = f(X_3, X_4)$	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$
Ресурс элементов	$\Delta\alpha_4^{ож} = f(X_5, X_6)$	$a_{41}$	$a_{42}$	$a_{43}$	$a_{44}$

$$\Delta\alpha_i^{ож} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \Delta\alpha_j = 0.$$

В этом случае  $\alpha_T^{ож} = \alpha_T^Ф$ .

Приращение  $\Delta\alpha_i^{ож}$  в процессе управления варьируется в пределах

$$0 \leq \Delta\delta_i^{ож}(t + \Delta t) \leq \left[ 1 - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_i t_j / A_{иТН} \right] - \delta_T^Ф(t).$$

Задача управления заключается в планомерном сокращении

$$\sum_{i=1}^n X_i$$

и сведения ряда из них к нулю. Коэффициенты  $a_{ij}$  характеризуют влияние достигнутого уровня показателей (факторов) на ПАТ на управляемость подсистем по сравнению с нормативными (планируемыми) показателями, а также в сравнении с достижениями науки и передового опыта. Поэтому выражения  $a_{ij}$  представим в виде безразмерных коэффициентов, т.е.

$$a_{ij} = f(K_i^{a_{ij}}), K_i^{a_{ij}} = \Phi_i^Ф / \Phi_i^n,$$

где  $\Phi_i^\phi$ ,  $\Phi_i^\pi$  — соответственно значения факторов фактических и нормативных (планируемых). Коэффициенты  $a_{ij}$  представим в виде произведения

$$a_{ij} = \prod_{l=1}^n K_l^{a_{lj}} \text{ при } K_l^{a_{lj}} < 1 \text{ или } a_{ij} = \prod_{l=1}^n K_l^{a_{lj}} / \prod_{l=1}^n K_l^{a_{lj}} \text{ при } K_l^{a_{lj}} > 1.$$

Нормативы, принятые на предприятии  $\Phi_i^\pi$ , исходят из анализа действующих в подсистемах факторов и базируются на исходных величинах государственных и отраслевых норм, а также принятых на основе расчетов оптимизации и проведения экспериментов. В этом случае коэффициенты

$$a_{ij} = \prod_{l=1}^n K_l^{a_{lj}} = \prod_{l=1}^n \Phi_l^\phi / \Phi_l^\pi$$

оптимизируются приближением  $\Phi_l^\phi \rightarrow \Phi_l^\pi$ .

### 11.1. Управление периодичностью технических воздействий

Управление периодичностью ТВ преследует цель получения заданного приращения коэффициента технической готовности  $\Delta\alpha_1^{ож}$ . Процессы управления рассмотрим у двух аспектах (рис. 26): мгновенное, или оперативное управление периодичностью в данный момент времени в течение рабочей смены и управление текущее в определенном интервале времени (неделя, месяц, квартал и т.д.). В мгновенное (оперативное) управление периодичностью ТВ входит принятие решений: по ежесуточному планированию постановки автомобилей на очередное ТО по фактическому пробегу; по оперативному исполнению запланированных автомобилей на соответствующие виды ТО; по оперативному корректированию периодичности ТВ; по реализации ДИ о состоянии элементов конкретного автомобиля (в перспективе). Текущее управление периодичностью ТВ составят процессы ее оптимизации (корректирования) по ДИ о состоянии элементов автомобилей в функции пробега в течение определенного  $\Delta t$ .

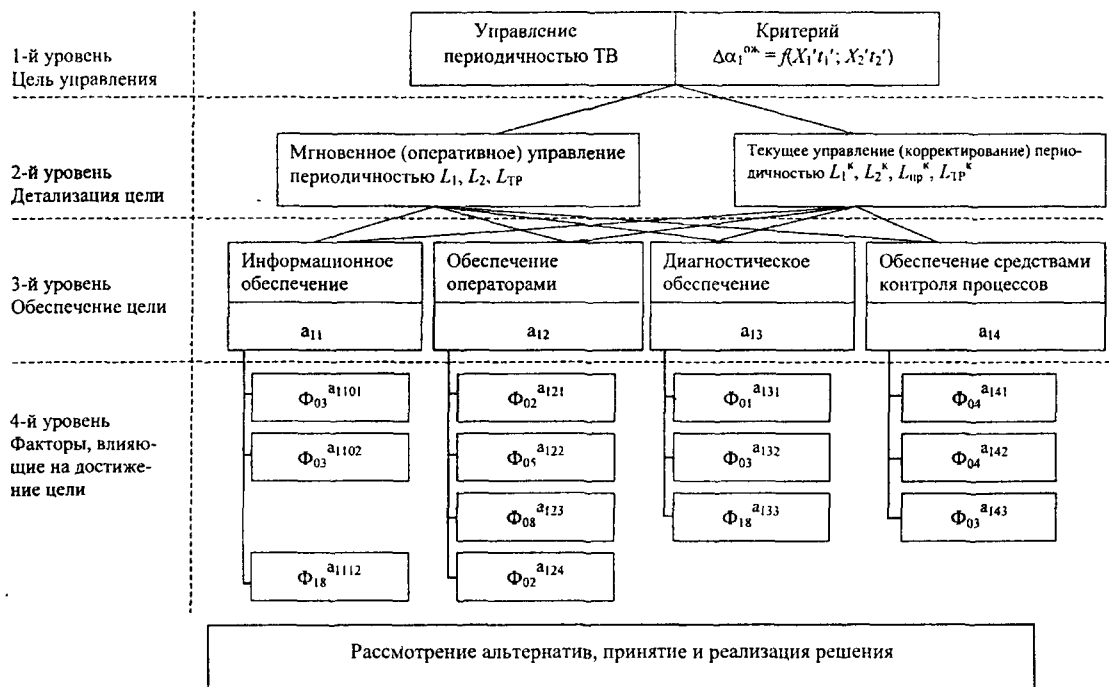


Рис. 26. Дерево целей управления периодичностью ТВ

Для решения и реализации системы уравнений (2) необходимо определить значения  $a_{ij}$  в данном случае для первого уравнения

$$\Delta\alpha_1^{\text{ож}} = a_{11}\Delta\alpha_1 + a_{12}\Delta\alpha_2 + a_{13}\Delta\alpha_3 + a_{14}\Delta\alpha_4, \quad (6)$$

где  $\Delta\alpha_1, \dots, \Delta\alpha_4$  — приращение  $\alpha_r$  за счет совершенствования информационного обеспечения подсистемы, рационального распределения функций между операторами, эффективности использования Д и средств контроля процессов, передачи и обработки информации;  $a_{11}, \dots, a_{14}$  — коэффициенты влияния обеспечивающих компонентов на периодичность ТВ (3-й уровень рис. 26).

Коэффициенты  $a_{11}, \dots, a_{14}$  зависят от ряда факторов (4-й уровень), рассмотренных в классификации (прил. 3).

$$\begin{aligned} a_{11} &= f(\Phi_{03}, \Phi_{03}', \dots, \Phi_{18}); \\ a_{12} &= f(\Phi_{02}, \Phi_{05}, \Phi_{06}, \Phi_{02}'); \\ a_{13} &= f(\Phi_{01}, \Phi_{13}, \Phi_{18}); \\ a_{14} &= f(\Phi_{01}, \Phi_{01}', \Phi_{03}). \end{aligned}$$

По известной методике экспертных оценок определена степень влияния  $K_i$  факторов  $\Phi_i$  на периодичность ТВ. Результаты обработки экспертного опроса (в оценке участвовало 25 экспертов) приведены в табл. 20.

Как следует из табл. 20, эксперты на первое место поставили стимулирование за выполненную работу по планированию и исполнению периодичности ТО ( $\Phi_{05}$ ), далее идет обеспеченность запасными элементами ( $\Phi_{12}$ ), совершенствование организации технологических процессов ТО ( $\Phi_{08}$ ), выявление и корректирование периодичности ТО методами диагностирования ( $\Phi_{14}$ ), централизация выполнения ТО и ТР ( $\Phi_{22}$ ), обеспечение механизированной обработки данных ( $\Phi_{01}$ ). Замыкают диаграмму факторы, характеризующие наличие информационно-нормативной базы ( $\Phi_{03}$ ), способ хранения автомобилей на ПАТ ( $\Phi_{11}$ ) и характер отказов и сходов автомобилей с линии.

Обработанные результаты экспертного опроса позволяют наметить первоочередные и последующие задачи в

подсистеме управления периодичностью ТВ, решение которых приведет к конечному результату — повышению  $\alpha_T$  и соответствующему увеличению производительности подвижного состава.

Из действующих в подсистеме факторов, согласно предложенной классификации, выделим управляемые и неуправляемые, требующие учета в процессе принятия решений. К первой группе относятся факторы (табл. 20):  $\Phi_{01}$ ,  $\Phi_{02}$ ,  $\Phi_{03}$ ,  $\Phi_{05}$ ,  $\Phi_{06}$ ,  $\Phi_{07}$ ,  $\Phi_{08}$ , остальные к частично управляемым или неуправляемым.

Таблица 20

Факторы $\Phi_i$ (прил. 3)	Обозначение фактора $X_i$	Сумма рангов $\sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^m l_{ij}$	Отклонение		Ранг фактора	Вес фак- торов $X_i^*$
			$\Delta_i$	$\Delta_i^2$		
$\Phi_{01}$	$X_1$	170	14	196	6	0,0726
$\Phi_{02}$	$X_2$	158	2	4	9	0,0675
$\Phi_{03}$	$X_3$	127	-29	841	13	0,0543
$\Phi_{05}$	$X_4$	219	63	3969	1	0,0936
$\Phi_{06}$	$X_5$	135	-21	441	11	0,0576
$\Phi_{09}$	$X_6$	189	33	1089	3	0,0804
$\Phi_{10}$	$X_7$	129	-27	729	12	0,0551
$\Phi_{11}$	$X_8$	102	-54	2916	14	0,0435
$\Phi_{12}$	$X_9$	193	37	1369	2	0,0824
$\Phi_{13}$	$X_{10}$	159	3	9	8	0,0691
$\Phi_{14}$	$X_{11}$	178	22	484	4	0,0761
$\Phi_{15}$	$X_{12}$	92	-64	4096	15	0,0393
$\Phi_{16}$	$X_{13}$	149	-7	49	10	0,0636
$\Phi_{22}$	$X_{14}$	174	18	324	5	0,0743
$\Phi_{23}$	$X_{15}$	166	10	100	7	0,0709
$\sum_{i=1}^K X_i = 15 \quad \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^m l_{ij} = 2340 \quad S = \sum_{i=1}^K \Delta_i^2 = 16616 \quad \sum_{i=1}^K X_i^8 = 1,00$						

Для решения уравнения (6) необходимо определить все коэффициенты влияния  $a_{ij}$ . Коэффициент  $a_{11}$ , характеризующий влияние информационного обеспечения на периодичность ТВ, определяется из выражения

$$a_{11} = K_2^{a_{11}} K_3^{a_{11}} / K_1^{a_{11}} K_4^{a_{11}}, \quad (7)$$



где  $K_1^{a_{11}}$  — отношение фактической периодичности ТО к планируемой;  $K_2^{a_{11}}$  — коэффициент исполнения периодичности ТО;  $K_3^{a_{11}}$  — отношение фактической наработки на отказ к нормативной;  $K_4^{a_{11}}$  — отношение скорректированной (на основе учета состояния элементов автомобиля, условий эксплуатации, возраста подвижного состава) периодичности ТО и ТР к плановой.

Коэффициент  $a_{12}$ , показывающий влияния обеспечения системы людьми-операторами на периодичность ТВ, находится по формуле

$$a_{12} = K_1^{a_{12}} K_2^{a_{12}} K_3^{a_{12}} K_4^{a_{12}}, \quad (8)$$

где  $K_1^{a_{12}}$  — отношение фактического персонала, действующего в подсистеме, к штатному или плановому;  $K_2^{a_{12}}$  — отношение фактической квалификации персонала к плановой;  $K_3^{a_{12}}$  — отношение производительного времени работы к сменному (потери рабочего времени);  $K_4^{a_{12}}$  — отношение фактически выполненных за смену ТО к планируемым.

Коэффициент  $a_{13}$ , характеризующий влияние обеспеченности  $D$  на периодичность ТВ, определяется выражением

$$a_{13} = K_1^{a_{13}} K_3^{a_{13}} / K_2^{a_{13}}, \quad (9)$$

где  $K_1^{a_{13}}$  — степень обеспеченности объективным  $D$ ;  $K_2^{a_{13}}$  — отношение плановой периодичности ТО к скорректированной по ДИ;  $K_3^{a_{13}}$  — коэффициент использования подсистемы  $D$  в сутки.

Коэффициент  $a_{14}$ , характеризующий влияние обеспеченности средствами контроля, передачи и обработки информации на периодичность ТВ, находится по формуле

$$a_{14} = K_1^{a_{14}} K_2^{a_{14}} K_3^{a_{14}}, \quad (10)$$

где  $K_1^{a_{14}}$  — фактическая обеспеченность названными средствами;  $K_2^{a_{14}}$  — достигнутый уровень меха-

низации информационных процессов;  $K_3^{a_{14}}$  — фактическая периодичность выдачи информации по сравнению с непрерывной.

**Пример 11.** На ПАТ исходные данные по факторам, характеризующим коэффициентами  $K_i^{a_{ij}}$ , имеют следующие значения:

$$\begin{aligned} K_1^{a_{11}} &= 1,2; & K_2^{a_{11}} &= 0,8; & K_3^{a_{11}} &= 0,9; & K_1^{a_{11}} &= 1; \\ K_1^{a_{12}} &= 0,85; & & & & & & \\ K_2^{a_{12}} &= 0,8; & K_3^{a_{12}} &= 0,82; & K_4^{a_{12}} &= 0,9; & K_1^{a_{13}} &= 0,75; \\ K_2^{a_{13}} &= 1,00. & & & & & & \\ K_3^{a_{13}} &= 0,3; & K_4^{a_{14}} &= 0,6; & K_2^{a_{14}} &= 0,4; & K_3^{a_{14}} &= 0,1; \end{aligned}$$

Решая уравнения (7) — (10), находим значения коэффициентов влияния  $a_{ij}$  для данного АТП:

$$\begin{cases} a_{11} = 0,8 \times 0,9 / 1,2 \times 1 = 0,6; \\ a_{12} = 0,85 \times 0,8 \times 0,82 \times 0,9 = 0,501; \\ a_{13} = 0,75 \times 0,3 / 1,00 = 0,225; \\ a_{14} = 0,6 \times 0,4 \times 0,1 = 0,024. \end{cases}$$

Мгновенное (оперативное) управление периодичностью ТВ оказывает относительное влияние на сокращение простоев автомобилей по техническим причинам в связи с упорядочением планирования ТО. На практике фактические периодичности ТО-1 и ТО-2 обладают значительной вариацией, так как планирование постановки автомобилей на ТО осуществляется на месяц вперед по данным  $L_{cc}$ . Такой график не учитывает действительный пробег каждого автомобиля, который нестабилен из-за ряда причин: выходных дней, изменения сменности работы, простоя в ремонте, болезни водителя, отсутствия шин и т. д.

Уменьшение вариации в периодичности ТО достигается оперативным планированием за один-два дня до обслуживания автомобиля на основе учета  $L_{12}^{\Phi}$  и записи его в лицевых карточках нарастающим итогом. Внедрение оперативного планирования позволяет резко сократить вариацию периодичности ТО.

Текущее управление (корректирование) периодичностью ТВ в зависимости от конкретных условий ПАТ может осуществляться несколькими методами:

- по «Положению» с учетом коэффициентов  $K_i$ ;
- по допустимому уровню безотказности;
- на основе технико-экономического метода по минимуму суммарных затрат на ТО и ТР;
- по удельным затратам на ТО и ТР и доверительному уровню безотказности (экономико-вероятностный метод);
- по диагностической информации.

Последний метод используется при наличии ДИ о начальном  $X_0(L)$ , текущем  $X_i(L)$  и предельном  $X_{пр}(L)$  состояниях элементов автомобилей. Скорректированная периодичность ТВ тогда определяется по формуле

$$L_{\text{тд}}^* = L_{\text{дф}} + L_{\text{од}},$$

где  $L_{\text{дф}}$  — фактическая периодичность ТВ;  $L_{\text{од}}$  — остаточный ресурс

$$L_{\text{од}} = L_{\text{дф}} \frac{\sqrt[n]{X_{\text{пл}}(L) - X_i(L)}}{X_i(L) - X_0(L)},$$

где  $n$  — показатель степенной зависимости изменения параметра (для предварительных расчетов можно принять  $n = 1$ ).

**Пример 12.** Скорректировать периодичность ТВ по элементам цилиндрико-поршневой группы при следующих показателях параметров ТС, определенных прибором К-69М по утечке сжатого воздуха:  $X_0 = 0$ ;  $X_{\text{пр}} = 30\%$ ;  $X_i = 4,9\%$ ;  $L_{\text{дф}} = 8000$  км;  $n = 1$ .

Определим остаточный ресурс  $L_{\text{од}}$

$$L_{\text{од}} = 8000 \sqrt{(30 - 4,9)/(4,9 - 0)} = 40\,960 \text{ км.}$$

Тогда скорректированная периодичность ТВ

$$L_{\text{тд}} = L_{\text{дф}} + L_{\text{од}} = 8\,000 + 40\,960 = 48\,960 \text{ км.}$$

Реализующий алгоритм управления периодичностью ТВ рассматривается в разделе 13.1.

## 11.2. Управление объемами технических воздействий

Объемы работ ТО и ТР, как и периодичность, обуславливают время простоя автомобиля  $X_1't_1'$ ,  $X_2't_2'$  по техническим причинам в сменное время. Эффективность управления объемами ТВ в формализованном конечном виде оценивается приращением технической готовности  $\Delta\alpha_1^{ож}$ . На эту подсистему приходится наибольший вес простоев автомобилей по техническим причинам.

По аналогии со схемой (см. рис. 26) рассмотрим процесс управления объемами ТВ в двух аспектах. В мгновенное (оперативное) управление объемами ТО и ТР со стороны диспетчера (начальника) производства войдет: принятие решений в данный момент времени о выполнении обоснованного объема работ ТР на основе ДИ; принятие решения о выборочном выполнении объема работ ТО на основе потребности, определенной Д; принятие решения о распределении постов и производственных рабочих по соответствующим видам ТВ.

В текущее управление войдут вопросы, связанные с принятием решений со стороны руководителей подразделений: по нормированию объема работ ТО и ТР, по частичному или полному переносу постовых работ ТО и ТР на межсменный период.

В системе (2) возьмем следующее уравнение

$$\Delta\alpha_2^{ож} = a_{21}\Delta\alpha_1 + a_{22}\Delta\alpha_2 + a_{23}\Delta\alpha_3 + a_{24}\Delta\alpha_4,$$

где  $a_{21}$ , ...,  $a_{24}$  — коэффициенты влияния обеспечивающих подсистему компонентов на объемы работ ТВ

$$\begin{cases} a_{21} = f(\Phi_{03}, \Phi_{03}', \dots, \Phi_{21}); \\ a_{22} = f(\Phi_{02}, \Phi_{03}, \Phi_{06}, \Phi_{00}); \\ a_{23} = f(\Phi_{01}, \Phi_{04}, \Phi_{07}, \Phi_{14}, \Phi_{21}); \\ a_{24} = f(\Phi_{01}, \Phi_{02}, \Phi_{03}). \end{cases}$$

Результаты экспертной оценки факторов, влияющих на объемы работ ТО и ТР, приведены в табл. 21.

Таблица 21

Факторы $\Phi_i$ (прил. 3)	Обозначение фактора $X_i$	Сумма рангов $\sum_{i=1}^{\lambda} \sum_{j=1}^m l_{ij}$	Отклонение		Ранг фактора	Вес факторов $X_i^*$
			$\Delta_i$	$\Delta_i^2$		
$\Phi_{01}$	$X_1$	199	31	961	5	0,0592
$\Phi_{01}$	$X_2$	179	11	121	9	0,0534
$\Phi_{02}$	$X_3$	220	52	2704	3	0,0654
$\Phi_{03}$	$X_4$	105	-63	3969	19	0,0313
$\Phi_{04}$	$X_5$	184	16	256	7	0,0548
$\Phi_{05}$	$X_6$	228	60	3600	1	0,0677
$\Phi_{06}$	$X_7$	215	47	2209	4	0,0641
$\Phi_{07}$	$X_8$	91	-77	5929	20	0,0271
$\Phi_{08}$	$X_9$	154	-14	196	14	0,0458
$\Phi_{09}$	$X_{10}$	160	-8	64	13	0,0476
$\Phi_{10}$	$X_{11}$	163	-5	25	12	0,0485
$\Phi_{11}$	$X_{12}$	112	-56	3136	18	0,0334
$\Phi_{12}$	$X_{13}$	225	57	3249	2	0,0669
$\Phi_{13}$	$X_{14}$	120	-48	2304	17	0,0356
$\Phi_{14}$	$X_{15}$	181	13	169	8	0,0538
$\Phi_{15}$	$X_{16}$	138	-30	900	16	0,0411
$\Phi_{16}$	$X_{17}$	150	-18	324	15	0,0446
$\Phi_{21}$	$X_{18}$	191	23	529	6	0,0568
$\Phi_{22}$	$X_{19}$	172	4	16	11	0,0513
$\Phi_{23}$	$X_{20}$	173	5	25	10	0,0516
$\sum_{i=1}^{\lambda} X_i = 20 \sum_{i=1}^{\lambda} \sum_{j=1}^m l_{ij} = 3360$						$\sum_{i=1}^{\kappa} X_i^B = 1,0$

Рассмотрим содержание и количественное выражение факторов в коэффициентах влияния  $a_{ij}$ . Коэффициент  $a_{21}$  характеризует информационное обеспечение подсистемы и определяется по формуле

$$a_{21} = K_1^{a_{21}} K_2^{a_{21}} K_3^{a_{21}} K_4^{a_{21}} K_5^{a_{21}} K_6^{a_{21}}, \quad (11)$$

где  $K_1^{a_{21}}$  — отношение фактического количества нормативов по объемам ТО и ТР к плановому;  $K_2^{a_{21}}$  — коэффициент, учитывающий возрастной состав парка;

$K_3^{a_{21}}$  — коэффициент, учитывающий количество автомобилей с обогревом в зимнее время;  $K_4^{a_{21}}$  — коэффициент, учитывающий интенсивность эксплуатации автомобилей ( $K_4^{a_{21}} = t_n/24$ );  $K_5^{a_{21}}$  — отношение времени простоя подвижного состава в ТР к времени в наряде

$$K_5^{a_{21}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ij}'''' / A_n t_n;$$

$K_6^{a_{21}}$  — коэффициент, учитывающий однородность и однотипность парка.

Коэффициент  $a_{22}$ , характеризующий влияние людей-операторов на выполнение объемов ТВ, находится по формуле

$$a_{22} = K_1^{a_{22}} K_2^{a_{22}} K_3^{a_{22}} K_4^{a_{22}}, \quad (12)$$

где  $K_1^{a_{22}}$  — коэффициент, учитывающий обеспеченность подразделений ЕО, ТО-1, ТО-2, ТР производственным персоналом (отношение фактического количества производственных рабочих к плановому);  $K_2^{a_{22}}$  — коэффициент, учитывающий квалификацию персонала (отношение разряда занятых на производстве операторов к высшему разряду);  $K_3^{a_{22}}$  — коэффициент, характеризующий уровень организации труда рабочих и учитывающий непроизводственные потери времени  $t_{\text{нп}}$  за смену  $t_{\text{см}}$  ( $K_3^{a_{22}} = 1 - t_{\text{нп}}/t_{\text{см}}$ );  $K_4^{a_{22}}$  — отношение фактического пробега автомобиля после ТВ к нормативному или плановому, принятому на данном ПАТ.

Коэффициент  $a_{23}$  характеризует влияние обеспеченности средствами диагностирования на управление объемами работ ТВ. В этом случае необходимо проанализировать следующие факторы: величину  $K_1^{a_{23}} = K_{06}(\Phi_{01})$  и сопоставить ее с рекомендациями; обеспеченность площадями для выполнения ТО и ТР по коэффициенту использования  $K_2^{a_{23}} = K_n^c$ ; взаимное расположение постов  $\Phi_{07}$  по коэффициенту маневрирования  $K_2^{a_{23}} = t_{\text{пд}}/t_{\text{мн}}$ , где  $t_{\text{пд}}$  — время прямолинейного движения,  $t_{\text{мн}}$  — время маневрирования при заезде на пост;

корректирование объема работ по ДИ  $\Phi_{14}$  и оцениваемое коэффициентом  $K_4^{a_{23}} = 1 - t_n/t_d$ , где  $t_n$  — нормативная трудоемкость ТВ,  $t_d$  — трудоемкость, выявленная Д; выполнение Р  $\Phi_{21}$  с использованием методов Д по коэффициенту  $K_5^{a_{23}} = n/n_0$ , где  $n_d$  — число случаев ПР, выполняемых с использованием Д,  $n_0$  — общее число случаев ПР. Тогда

$$a_{23} = K_1^{a_{23}} K_2^{a_{23}} K_3^{a_{23}} K_4^{a_{23}} K_5^{a_{23}}. \quad (13)$$

Коэффициент  $a_{24}$  отражает влияние обеспечения средствами контроля процессов, передачи и обработки информации на управление объемами работ ТВ. В условиях рассматриваемой подсистемы такими факторами являются: степень обеспеченности средствами контроля функционирования постов ТО и ТР, передачи информации диспетчеру (начальнику) производства и ее обработки  $\Phi_{01}$ , оцениваемая коэффициентом  $K_1^{a_{24}} = n_{cc}^{\Phi}/n_{cc}^{\Pi}$ , где  $n_{cc}^{\Phi}$ ,  $n_{cc}^{\Pi}$  — фактическое наличие средств и необходимое для целей управления; уровень механизации (автоматизации) средств управления определяется коэффициентом  $K_2^{a_{24}} = n_{cc}^{мх}/n_{cc}^{об}$ , где  $n_{cc}^{мх}$ ,  $n_{cc}^{об}$  — количество механизированных элементов информационного обеспечения объемов работ ТВ и их общее количество; периодичность контроля и выдачи информации о выполнении объемов работ ТВ, определяемая коэффициентом  $K_3^{a_{24}} = J^{\Phi}/J^{\Pi}$ , где  $J^{\Phi}$ ,  $J^{\Pi}$  — соответственно фактическая и непрерывная периодичность выдачи информации. Тогда

$$a_{24} = K_1^{a_{24}} K_2^{a_{24}} K_3^{a_{24}}. \quad (14)$$

**Пример 13.** Определить коэффициенты влияния степени обеспеченности подсистемы управления объемами ТВ с целью последующего решения системы уравнений (2), моделирующих приращения ТГ парка при следующих исходных данных:

$$K_1^{a_{21}} = 0,9; K_2^{a_{21}} = 0,625; K_3^{a_{21}} = 0,8;$$

$$\begin{aligned}
K_4^{a_{21}} &= 0,58; K_5^{a_{21}} = 0,92; K_6^{a_{21}} = 0,2; \\
K_1^{a_{22}} &= 0,465; K_2^{a_{22}} = 0,84; K_3^{a_{22}} = 0,81; \\
K_4^{a_{22}} &= 0,85; K_1^{a_{23}} = 0,75; K_2^{a_{23}} = 0,5; \\
K_3^{a_{23}} &= 0,9; K_4^{a_{23}} = 0,85; K_5^{a_{23}} = 0,85; \\
K_4^{a_{24}} &= 0,8; K_2^{a_{24}} = 0,5; K_3^{a_{24}} = 0,9.
\end{aligned}$$

Решая уравнения (11) — (14), определяем

$$a_{21} = 0,052; a_{22} = 0,265; a_{23} = 0,206; a_{24} = 0,36.$$

Модель управления режимами ТО и ТР представляет собой последовательность операций воздействия на элементы производственного процесса с целью получения приращения коэффициента  $\alpha_\tau$  за счет оперативной оптимизации периодичности и объемов работ ТО и ТР, т.е. за счет сокращения величин

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_1 t_1, \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_2 t_2$$

в уравнении (1) и упорядочивания составляющих величин коэффициентов  $a_{ij}$ . В результате мероприятий по управлению режимами ТО и ТР, проводимых на уровнях ПАТ, фактическое значение  $\alpha_\tau^\Phi(t)$  получает приращение на величину

$$a_2^{\text{ож}}(t + \Delta t) = \alpha_\tau^\Phi(t) + \Delta a_2^{\text{ож}}(t + \Delta t).$$

### 11.3. Управление запасами элементов автомобилей

Техническая эффективность автомобилей ПАТ во многом предопределяется количеством и номенклатурой запасных элементов. Поддержание на необходимом уровне запаса повысит критерий и сократит время

$$\sum_{j=1}^m t_3, \sum_{j=1}^m t_4$$



простоя автомобилей в ожидании текущего  $\sum_{i=1}^n X_3$  и капитального  $\sum_{i=1}^n X_4$  ремонтов из-за отсутствия необходимых деталей. Процесс управления запасами элементов основывается на учете факторов, влияющих на время простоя автомобилей. Основными задачами управления запасом элементов в этом случае являются: анализ факторов, влияющих на обеспечение запасом; оперативное (мгновенное) определение потребности в запасных частях, площадях, производственном персонале в данный момент времени на основе ДИ; контроль процессов, обеспечивающих формирование запаса элементов в подразделениях ПАТ и из внешних источников; поддержание запаса элементов в соответствии с нормативами, определенными по ДИ; принятие решений на основе ДИ о возможном повышении в результате упорядочения запаса элементов.

Для моделирования  $\Delta\alpha_3^{\text{ож}}$  возьмем следующее уравнение из системы (2):

$$\Delta\alpha_3^{\text{ож}} = a_{31}\Delta\alpha_1 + a_{32}\Delta\alpha_2 + a_{33}\Delta\alpha_3 + a_{34}\Delta\alpha_4,$$

где  $a_{31}, \dots, a_{34}$  — коэффициенты влияния обеспечивающих компонентов — информационного, людьми-операторами, диагностированием, средствами контроля процессов, передачи и обработки информации на величину запаса элементов.

Факторы, влияющие на управляемость подсистемы, выделим из прил. 3.

$$\begin{aligned} a_{31} &= f(\Phi_{03}, \Phi_{10}, \dots, \Phi_{23}); \\ a_{32} &= f(\Phi_{02}, \Phi_{05}, \Phi_{06}, \Phi_{09}); \\ a_{33} &= f(\Phi_{01}, \Phi_{04}, \Phi_{14}, \Phi_{16}); \\ a_{34} &= f(\Phi_{01}, \Phi_{04}, \Phi_{01}'); \end{aligned}$$



Коэффициент  $a_{31}$  включает в себя нормативы, в данном случае, на запасные части, определяемые  $K_1^{a_{31}} = K_1^{a_{21}}$ ; возрастной состав парка оценивается  $K_2^{a_{31}} = K_2^{a_{21}}$ ; способ хранения  $K_3^{a_{31}} = K_3^{a_{21}}$ ; интенсивность эксплуатации  $K_4^{a_{31}} = K_4^{a_{21}}$ ; однородность парка коэффициентом  $K_5^{a_{31}} = K_5^{a_{21}}$ ; интенсивность отказов коэффициентом  $K_6^{a_{31}} = K_6^{a_{21}}$ . Тогда

$$a_{31} = K_1^{a_{31}} K_2^{a_{31}} K_3^{a_{31}} K_4^{a_{31}} K_5^{a_{31}} K_6^{a_{31}}.$$

Коэффициент  $a_{32}$  характеризует: обеспеченность людьми-операторами производственных участков, отдела снабжения, складов, как отношение фактического числа  $P_{\text{н}}^{\Phi}$  к штатному  $P_{\text{н}}^{\text{шт}}$ ,  $K_1^{a_{32}} = P_{\text{н}}^{\Phi} / P_{\text{н}}^{\text{шт}}$ ; квалификацию персонала как отношение фактического среднего разряда  $\eta_{\text{н}}^{\Phi}$  к высшему (плановому)  $\eta_{\text{н}}^{\text{н}}$ ,  $K_2^{a_{32}} = \eta_{\text{н}}^{\Phi} / \eta_{\text{н}}^{\text{н}}$ ; условия и организацию труда и технологических процессов, как отношение производительного времени  $t_{\text{н}}$  к сменному  $t_{\text{см}}$ ,  $K_3^{a_{32}} = t_{\text{н}} / t_{\text{см}}$ ; стимулирование за количество и качество выполненной работы как отношение фактического пробега восстановленного элемента  $L_{\text{н}}^{\text{в}}$  к нормативному пробегу  $L_{\text{н}}^{\text{н}}$ ,  $K_4^{a_{32}} = L_{\text{н}}^{\text{в}} / L_{\text{н}}^{\text{н}}$ . Тогда

$$a_{32} = K_1^{a_{32}} K_2^{a_{32}} K_3^{a_{32}} K_4^{a_{32}}.$$

Коэффициент  $a_{33}$  показывает влияние диагностирования на управление запасами: использование объективных средств Д,  $K_1^{a_{33}} = K_{\text{об}}$ , обеспеченность производственными площадями как отношение фактических площадей  $F^{\Phi}$  к нормативным  $F^{\text{н}}$ ,  $K_2^{a_{33}} = F^{\Phi} / F^{\text{н}}$ ; корректирование запаса методами Д как отношение фактически откорректированного запаса  $Q_i^{\text{к}}$  к полному (плановому)  $Q_i^{\text{н}}$ ,  $K_3^{a_{33}} = Q_i^{\text{к}} / Q_i^{\text{н}}$ ; экономический ущерб определим как отношение разности между плановыми затратами на Д  $C_{\text{д}}^{\text{н}}$  и стоимости фактического простоя  $C_{\text{д}}^{\Phi}$  к  $C_{\text{д}}^{\text{н}}$ ,  $K_4^{a_{33}} = (C_{\text{д}}^{\text{н}} - C_{\text{д}}^{\Phi}) / C_{\text{д}}^{\text{н}}$ . Тогда

$$a_{33} = K_1^{a_{33}} K_2^{a_{33}} K_3^{a_{33}} K_4^{a_{33}}.$$

Коэффициент  $a_{34}$  характеризует влияние обеспеченности средствами контроля процессов и передачи информации на величину и номенклатуру запаса элементов: степень обеспеченности выразим через коэффициент  $K_1^{a_{34}} = K_1^{a_{24}}$ ; корректирование пополнения запаса с использованием средств связи выразим через отношение фактического количества средств связи, используемых при корректировании  $\Pi_{cc}^{\Phi}$ , к номинальному  $\Pi_{cc}^H$ ,  $K_2^{a_{34}} = \Pi_{cc}^{\Phi} / \Pi_{cc}^H$ . Тогда

$$a_{34} = K_1^{a_{34}} K_2^{a_{34}}.$$

Запас элементов должен поддерживаться в соответствии с потребностью в них автомобилей на основе информации о параметре потока отказов, ресурса автомобиля и интенсивности изменения ТС автомобилей по данным Д.

Согласно положениям теории восстановления функция восстановления  $H_3(L)$  на интервале пробега  $(0, L)$  определяется выражением

$$H_3(L) = \sum_{n=1}^{\infty} n [F_n(L) - F_{n+1}(L)] = \sum_{n=1}^{\infty} F_n(L),$$

где  $F_n(L)$  — функция распределения случайной величины по  $n$ -й замене данного элемента автомобиля на пробеге  $L$ .

Зная  $H_i(L)$  для любого заданного пробега  $(L + \Delta L)$ , получаем возможность определить необходимость в заменах, а следовательно, и в запасе элементов  $Q_{3i}(L)$  для групп автомобилей

$$A_i Q_{3i}(L) = \sum_{i=1}^K A_i [H_i(L + \Delta L) - n_i(L)]$$

Введя параметр потока отказов

$$\lambda_{di}(L) = \frac{H_i(L + \Delta L) - H_i(L)}{\Delta L},$$

получим

$$Q_{3i}(L) = \sum_{i=1}^{\kappa} A_i \lambda_{di}(L) \Delta L. \quad (15)$$

Таким образом, уравнение (15) дает возможность по известным  $F_n(L)$  и  $(H_i)$  определить число замен элементов автомобилей в зависимости от пробега с начала эксплуатации или с любого отсчета за тот или иной календарный период (сутки, месяц, квартал и т. д.). Такое положение позволяет оперативно планировать задание производственным участкам (ПУ) и отделу снабжения (ОС) на поставку необходимых агрегатов и запасных частей в соответствующие подразделения ПАТ. Для целенаправленного использования уравнения (15) введем ресурс элементов автомобилей по ДИ  $L_{\text{тд}}$ , для чего значение  $\lambda(L) = N_j(t)/\Delta L$  подставим в (15)

$$Q_{3i}(L) = \sum_{i=1}^{\kappa} A_i N_j(L),$$

где  $N_j(L)$  — число отказавших элементов в группе автомобилей на определенном диапазоне пробега  $\sum_{i=1}^n L_{\text{сг}}$ ,

определяемое как  $N_j(t) = \frac{1}{L_{\text{тд}}} \sum_{j=1}^m L_{\text{сг}}$ , тогда

$$Q_{3i}(L) = \frac{1}{L_{\text{тд}}} \sum_{j=1}^m L_{\text{сг}} \sum_{i=1}^{\kappa} A_i,$$

где  $m$  — число дней планирования запаса элементов.

**Пример 14.** Определить недельный запас ( $m = 7$ ) элементов цилиндрико-поршневой группы для  $A_i = 400$  автомобилей типа ЗИЛ-130, ( $K = 1$ ), имеющих  $L_{cc} = 200$  км и  $L_{та} = 43\,000$  км.

Тогда  $Q_{3r}(L) = 7\,200 \cdot 400 / 43\,000 = 13$  комплектов.

С уменьшением  $L_{та}$  при возрастании пробега автомобилей необходимость в замене и запасе элементов автомобилей увеличивается. Величина  $L_{та}$  формируется в комплексе Д-2 и поступает в СУТГ ( $\alpha_r$ ) для дальнейшего использования.

Процесс управления запасом элементов в системе включает в себя исходные данные в виде оперативных плановых заданий ПУ и ОС, формируемых начальником производства для ПУ и главным инженером для ОС. Производственный процесс представляет собой реализацию принятых решений по планируемым показателям ПУ и ОС. Контроль за исполнением по номенклатуре, по количеству и по качеству осуществляется в подсистеме обратной связи сравнением полученных результатов с критериями и нормативами. На функционирование подсистемы накладываются ограничения в виде лимита материалов, производственных площадей, людских ресурсов и т.д.

#### 11.4. Управление ресурсом элементов автомобиля

Для моделирования процесса управления ресурсом автомобилей рассмотрим четвертое уравнение системы (2)

$$\Delta\alpha_4^{ож} = a_{41}\Delta\alpha_1 + a_{42}\Delta\alpha_2 + a_{43}\Delta\alpha_3 + a_{44}\Delta\alpha_4,$$

где  $a_{41}, \dots, a_{44}$  — коэффициенты влияния обеспечивающих компонентов — информационного, людьми-операторами, диагностированием, средствами контроля процессов передачи и обработки информации на ресурс элементов автомобиля.

Введем факторы (прил. 3), оказывающие влияние на управляемость подсистемы.

Тогда

$$\begin{aligned}a_{41} &= f(\Phi_{03}, \Phi_{09}, \dots, \Phi_{23}); \\a_{42} &= f(\Phi_{02}, \Phi_{05}, \Phi_{06}, \Phi_{18}); \\a_{43} &= f(\Phi_{01}, \Phi_{04}, \Phi_{14}, \Phi_{18}, \Phi_{21}); \\a_{44} &= f(\Phi_{01}).\end{aligned}$$

Анализ мнений экспертов о влиянии факторов на ресурс элементов автомобилей представлен в табл. 23.

Проведем анализ факторов, формирующих коэффициенты влияния. Коэффициент  $a_{41}$  характеризует влияние на ресурс автомобилей таких факторов, как: наличие информационного обеспечения  $\Phi_{03}$ , связанного с нормативами и методикой обработки данных по анализу ресурса элементов автомобилей и оцениваемого коэффициентом полноты

Таблица 23

Факторы $\Phi_i$ (прил. 3)	Обозначение фактора $X_i$	Сумма рангов $\sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^m l_{ij}$	Отклонение		Ранг фактора	Вес факторов $X_i^*$
			$\Delta_i$	$\Delta_i^2$		
$\Phi_{01}$	$X_1$	147	-14,3	204,49	9	0,0570
$\Phi_{02}$	$X_2$	127	-34,3	1176,49	10	0,0493
$\Phi_{03}$	$X_3$	134	-27,3	745,29	14	0,0518
$\Phi_{05}$	$X_4$	221	59,7	3564,09	12	0,0854
$\Phi_{06}$	$X_5$	198	36,7	1346,89	1	0,0768
$\Phi_{08}$	$X_6$	205	43,7	1909,69	4	0,0794
$\Phi_{09}$	$X_7$	167	5,7	32,49	3	0,0648
$\Phi_{10}$	$X_8$	130	-31,3	976,69	7	0,0503
$\Phi_{11}$	$X_9$	155	-6,3	39,69	13	0,0601
$\Phi_{12}$	$X_{10}$	213	51,7	2672,89	9	0,0824
$\Phi_{13}$	$X_{11}$	121	-40,3	1624,09	2	0,0468
$\Phi_{14}$	$X_{12}$	138	-23,3	542,89	15	0,0535
$\Phi_{15}$	$X_{13}$	101	-60,3	3636,09	11	0,0392
$\Phi_{16}$	$X_{14}$	158	-3,3	10,8	16	0,0613
$\Phi_{22}$	$X_{15}$	190	28,7	823,69	5	0,0731
$\Phi_{23}$	$X_{16}$	176	14,7	216,09	6	0,0682
$\sum_{i=1}^K X_i = 16$		$\sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^m l_{ij} = 2581$	$\sum_{i=1}^K X_i^B = 1,0$			

$K_1^{a_{41}} = D_p^\Phi / D_p^n$ , где  $D_p^\Phi$ ,  $D_p^n$  — соответственно фактическое и плановое число методик и нормативов по управлению ресурсом; приспособленность автомобиля к ТО и ТР —  $\Phi_{09}$ ; возрастной состав парка  $\Phi_{10}$ , оцениваемый коэффициентом  $K_2^{a_{41}} = K_3$ ; способ хранения  $\Phi_{11}$  — коэффициентом  $K_3^{a_{41}} = K_3^{a_{21}}$ ; интенсивность эксплуатации  $\Phi_{13}$ , определяемую коэффициентом  $K_4^{a_{41}} = K_4^{a_{21}}$ ; влияние отказов и сходов автомобилей с линии  $\Phi_{15}$  — коэффициентом  $K_5^{a_{41}} = K_6^{a_{21}}$ ; однородность и однотипность парка  $\Phi_{16}$  — коэффициентом  $K_6^{a_{41}} = K_6^{a_{21}}$ ; экономический ущерб от недоиспользования ресурса  $\Phi_{19}$  — коэффициентом эффективности  $K_7^{a_{41}} = \mathcal{E}_p^\Phi / \mathcal{E}_p^n$ , где  $\mathcal{E}_p^\Phi$ ,  $\mathcal{E}_p^n$  — эффективность фактическая и плановая по использованию конкретного элемента; качество эксплуатационных материалов  $\Phi_{23}$ . Тогда

$$a_{41} = K_1^{a_{41}} K_2^{a_{41}} K_3^{a_{41}} K_4^{a_{41}} K_5^{a_{41}} K_6^{a_{41}} K_7^{a_{41}}.$$

Коэффициент  $a_{42}$  оценивает факторы, влияющие на обеспеченность подсистемы людьми-операторами, занятыми на обработке материалов по анализу ресурса автомобилей (выразим это через  $K_1^{a_{41}}$  как отношение фактического наличия персонала  $P_p^\Phi$  к штатному  $P_p^{\text{шт}}$ ); стимулирование труда — через  $K_2^{a_{42}}$  как отношение фактического ресурса автомобилей  $L_p^\Phi$  к плановому  $L_p^n$ ; условия и организацию труда выразим через коэффициент  $K_3^{a_{42}} = (P_p^{\text{шт}} - P_p^{\text{см}}) / P_p^{\text{шт}}$ , где  $P_p^{\text{см}}$ ,  $P_p^{\text{шт}}$  — соответственно численность персонала, сменившего по разным причинам работу, и штатного. В этом случае

$$a_{42} = K_1^{a_{42}} K_2^{a_{42}} K_3^{a_{42}}.$$

Коэффициент  $a_{43}$  рассматривает влияние  $D$  на величину ресурса:

$$K_1^{a_{43}} = K_1^{a_{33}} = K_{06}, K_2^{a_{43}} = F_p^\Phi / F_p^n,$$

где  $F_p^\Phi$ ,  $F_p^n$  — фактические и плановые площади, занимаемые производственными зонами, формирующими ресурс автомобилей;



$K_3^{a_{43}} = L_p^\Phi / L_p^n$ , где  $L_p^\Phi$ ,  $L_p^n$  — фактические и плановые ресурсы автомобилей с использованием Д;

$$K_4^{a_{43}} = (C_d^n - C_d^\Phi) / C_d^n;$$

$$K_5^{a_{43}} = \Pi_{\text{пр}}^A / \Pi_{\text{пр}}^n,$$

где  $\Pi_{\text{пр}}^A$ ,  $\Pi_{\text{пр}}^n$  — количество ПР, выполняемых по ДИ и общее их количество. Тогда

$$a_{43} = K_1^{a_{43}} K_2^{a_{43}} K_3^{a_{43}} K_4^{a_{43}} K_5^{a_{43}}.$$

Коэффициент  $a_{44}$  показывает влияние обеспеченности аппаратурой для обработки и анализа материалов по отказам автомобилей на величину ресурса  $\Phi_{01}$ . Выразим его через  $K_1^{a_{43}} = \Pi_{\text{co}}^\Phi / \Pi_{\text{co}}^n$ , где  $\Pi_{\text{co}}^\Phi$ ,  $\Pi_{\text{co}}^n$  — количество средств обработки данных фактическое и плановое:

$$a_{44} = K_1^{a_{44}}.$$

Управление ресурсом автомобилей основывается на двух методах получения информации о состоянии последних: статистическом и диагностическом. В этой связи представляет интерес средний ресурс  $L$  безотказной работы, гарантийный ( $\gamma$ -процентный) ресурс  $L_\gamma$  и средний ресурс до капитального ремонта  $\bar{L}_{\text{кр}}$ . Под гарантийным или  $\gamma$ -процентным ресурсом понимается наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью  $\gamma$  процентов

$$L_\gamma = L - \sigma u_\gamma, \quad (16)$$

где  $u_\gamma$  — квантиль, отвечающий заданному уровню вероятности  $\gamma$ .

При управлении средним ресурсом  $L$  элементов автомобиля используются следующие альтернативы: 1 — восстановление после наступления отказа в случайный момент пробега; 2 — предупредительная замена или

восстановление элементов на основе статистической информации; 3 — предупредительная замена элементов на основе ДИ.

В первом случае, когда лишь фиксируются отказы по пробегу, постановка вопроса об управлении ресурсом беспредметна. Предупредительная замена к восстановлению элементов по статистической информации с использованием уравнения (16) дает неточные результаты, так как не учитывает индивидуальной реализации ресурса каждым автомобилем и отсчет  $L_\gamma$  идет от среднего ресурса  $\bar{L}$  без учета максимальных значений  $L_{\max}$ . Заменяем в уравнении (16) величину  $\sigma = \nu L$ , тогда

$$L_\gamma = \bar{L} (1 - \nu u_\gamma), \quad (17)$$

где  $\nu$  — коэффициент вариации.

Вынесем отношение  $L_\gamma/\bar{L}$  в уравнении (17) в левую часть и получим

$$L_\gamma/\bar{L} = 1 - \nu u_\gamma.$$

Отношение  $L_\gamma/\bar{L}$  (рис. 27) характеризует степень приближения гарантийного ресурса к среднему; чем меньше это отношение, тем неопределеннее сроки предупредительной замены или восстановления автомобиля. Чем больше  $\gamma$ , тем меньше ресурс  $L_\gamma$  при одном и том же  $\nu$ . Повышение  $L_\gamma$  приводит к увеличению отказов, т.е. к снижению надежности.

Использование методов и средств Д позволяет иметь оперативную информацию о состоянии элементов конкретного автомобиля через интервалы периодичности  $\Delta L_{\text{дп}}$ , тогда

$$L_{\text{тд}} = \Delta L_1 + \Delta L_2 + \dots + \Delta L_{\text{дп}},$$

где  $L_{\text{тд}}$  — технический ресурс элементов автомобиля по предельному значению изменения диагностического параметра.

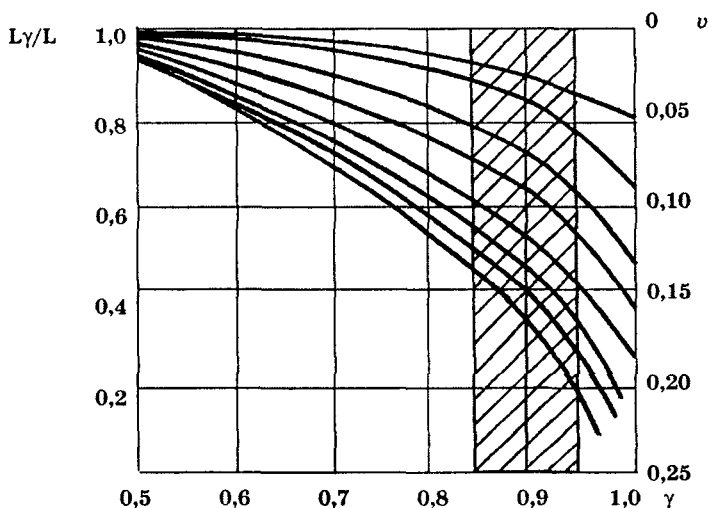


Рис. 27. Отношение  $L_\gamma/L$  в зависимости от  $\gamma$  и  $\nu$

Гарантийный ресурс автомобилей  $L_d^r$  тогда можно выразить

$$L_d^r = L_{\text{та}} - \Delta L_{\text{дп}}.$$

Задача управления заключается в оптимизации величины  $\Delta L_{\text{дп}}$ , определяемой выражением

$$\Delta L_{\text{дп}} \leq \sigma u_\gamma. \quad (18)$$

Преобразовывая (18), получим  $\Delta L_{\text{дп}}/\sigma u_\gamma \leq 1$ . Значение  $\Delta L_{\text{дп}}/\sigma u_\gamma = 1$  является граничным, при котором исчезает разница между статистической и диагностической величинами гарантийного ресурса и влияние средств Д сводится к нулю.

Приняв  $\Delta L_{\text{дп}} = 1, 2, 3, \dots, 14$  тыс. км, что соответствует практическому диапазону планового изменения периодичностей ТО-1 и ТО-2, и изменение  $\gamma$  в пределах 0,7 — 0,95, получим условия (рис. 28), при которых Д дает увеличение гарантийного ресурса. В этом случае вся область, лежащая выше кривой  $mm'$ , соответствующей

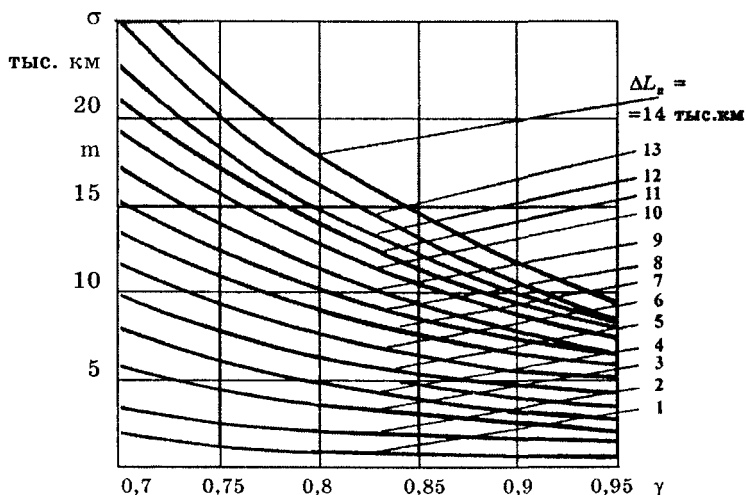


Рис. 28. Обоснование метода прогнозирования  $L_\gamma$

принятой периодичности и рассчитанного  $\sigma$ , является областью прогнозирования  $L_\gamma$  методами Д, а ниже — областью статистического прогнозирования.

**Пример 15.** Определение ТС двигателя по прорыву газов в картер производится перед ТО-2. При  $\Delta L_{\text{дп}} = 10$  тыс. км расчетное  $\sigma = 15$  тыс. км (по данным выборки) и  $\gamma = 0,90$ . Из рис. 28 следует, что при  $\gamma = 0,90$  — вертикальная стрелка, и  $\sigma = 15$  тыс. км — горизонтальная стрелка, точка М лежит значительно выше граничной кривой  $mm'$ , соответствующей  $\Delta L_{\text{дп}} = 10$  тыс. км, следовательно, закономерным является применение средств Д. Повышение  $\gamma$  еще более увеличивает потребность в инструментальном Д. Уменьшение  $\gamma$  до 0,75 требует статистического прогнозирования (точка М').

Средний ресурс автомобиля до КР по статистической реализации определяют, исходя из критерия минимума суммарных удельных затрат, выраженных целевой функцией:

$$C_{\text{вд}}(L) = C_{\text{а}}(L) + C_{\text{з}}(L) \rightarrow \min,$$

где  $C_a(L)$ ,  $C_3(L)$  — соответственно удельные затраты на приобретение автомобиля (без учета шин и остаточной стоимости автомобиля при списании) и удельные эксплуатационные затраты на топливо, шины, ТО и ТР.

Удельные затраты на приобретение автомобиля  $C_a(L) = C_a' / L$ , где  $C_a'$  — стоимость приобретения автомобиля;  $L$  — текущий пробег.

Переменные эксплуатационные затраты выражаются через одну из характеристик надежности, определяемую экспериментально на каждом интервале пробега по составляющим затрат

$$\sum_{i=1}^3 C_i(L) = C_m(L) + C_{ш}(L) + C_{ТО}(L).$$

Средние удельные эксплуатационные затраты определяются суммированием удельных интервальных затрат на всем пробеге

$$C_d(L) = 1/L^L_0 C_i(L) dL.$$

Для управления ресурсом автомобиля до КР необходима информация по элементам критерия для сравнения текущих параметров с нормативами и возможности воздействия на  $C_i(L)$ .

В условиях эксплуатации достаточно полному учету поддаются затраты на шины  $C_{ш}(L)$ , топливо  $C_T(L)$  и запасные части  $C_{сз}(L)$ , которые лимитируются техническим состоянием автомобиля. Достоверность информации обеспечивается данными учета, имеющимися на ПАТ. Так как соотношения между затратами на запасные части и другими затратами стабильны по пробегу, критерием, характеризующим оптимальное использование ресурсов, служит расход запасных частей в стоимостном выражении как функция наработки. Поэтому для управления процессом использования ресурса целесообразно рассчитывать удельные расходы на запасные части по интервалам пробега и рассматривать их в качестве норматива.

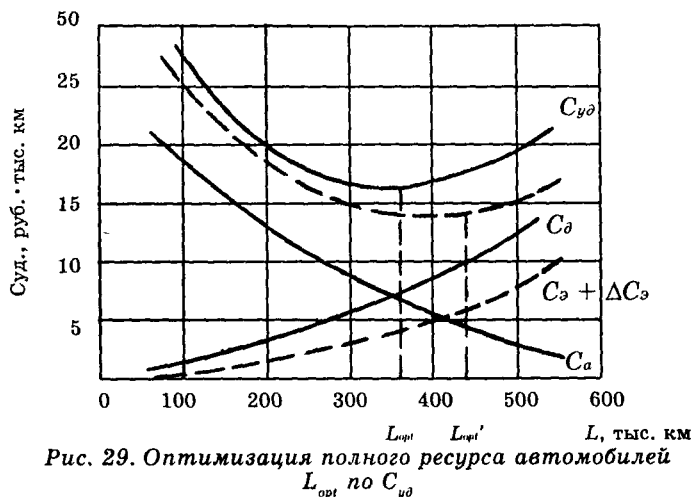


Рис. 29. Оптимизация полного ресурса автомобилей  
 $L_{opt}$  по  $C_{y\partial}$

С учетом применения средств Д целевая функция принимает вид (см. рис. 29)

$$C_{y\partial}(L) = C_a(L) + C_{\partial}(L) - \Delta C_{\partial}(L) \rightarrow \min,$$

где  $\Delta C_{\partial}(L)$  — сокращение затрат на эксплуатацию за счет оценки ТС элементов автомобиля методами Д с последующими ТВ.

Использование предложенных положений управления ресурсом автомобилей ПАТ позволит получить приращение технической готовности  $\Delta a_4^{ож}(t+\Delta t) = a_{\tau}^{\phi}(t) + \Delta a_4^{ож}(t+\Delta t)$ .

## **12. Управление комплексом затрат на обеспечение работоспособности автомобилей**

Основная цель управления комплексом затрат на обеспечение работоспособности автомобилей предусматривает поэлементное сокращение расхода шин, топлива, запасных частей и материалов в процессе эксплуатации. Комплексное управление указанными затратами предполагает объединение их в подсистемы на единой методической основе, заключающейся в том, что все эти затраты принадлежат переменным статьям в функции пробега или ТС автомобиля.

Рассматриваемым затратам присущи определенные закономерности: расходы на шины, топливо, ТО и ТР, взятые по конкретному автомобилю, колонне, предприятию, имеют вариацию относительно среднего значения в пределах нормального закона распределения; повышение «возраста» автомобиля увеличивает расходы на единицу подвижного состава; статьи себестоимости перевозок, включающие в себя затраты на ремонт и восстановление шин, на топливо, ТО и ТР в пределах одного предприятия всегда имеют вариацию в пределах нормального закона; интенсивность расхода материалов зависит, в частности, от ТС элементов автомобиля, обуславливающих эти расходы.

В этой связи возникла необходимость выявления факторов, влияющих на величину и закономерность изменения расходов, т.е. появилась потребность в управлении комплексом затрат на шины, топливо, ТО и ТР.

### **12.1. Управление затратами на шины**

Шины в значительной степени определяют экономичность эксплуатации автомобиля. Так, например, стоимость шин грузового автомобиля составляет 19–24% от его полной стоимости. Учитывая, что каждый автомобиль за срок службы изнашивает 6–10 комплектов шин, снижение рассматриваемых затрат становится еще более актуальным.

Таблица 24

Типы автомобилей	Размер шин, модель	Завод-изготовитель	Значения параметров				
			$L_{\text{мл}}$	$L_{\text{мах}}$	$L$	$L_{\text{ш}}^{\text{н}}$	$V_L$
ЗИЛ-130	260-20 И-202	—	41204	104000	74700	63000	0,17
МАЗ-500	320-508 ИЯВ-12Б	Ярославский	73700	128553	83667	75000	0,13
ЛАЗ-695	280-508 ЯИ-313	- " -	48066	120702	81263	103000	0,18
ГАЗ-24 такси	7,35-14 И-146	- " -	14500	59800	40364	44000	0,24
ГАЗ-24 такси	7,35-14 И-146	Барнаульский	13260	40098	24224	44000	0,23

Анализ показывает, что сроки службы шин даже одних и тех же заводов-изготовителей, работающих на одном предприятии и на однотипных автомобилях, не стабильны. В связи со случайным характером действия факторов на ресурс шин закономерность показателей носит вероятностный характер: вариация ресурса  $V_L$  (табл. 24) находится в пределах нормального закона распределения.

Увеличение  $L_{\text{ш}}^{\text{н}}$  и сокращение  $C_{\text{ш}}^{\text{ф}}$  автомобилей является важной народнохозяйственной задачей, которая решается как за счет повышения надежности выпускаемых шин, так и за счет дальнейшего совершенствования технической и линейной эксплуатации их на ПАТ. Перепробеги шин уменьшают начисление сумм износа на величину приращения пробега  $\Delta L_i$ .

$$\Delta S_{\text{л}}^{\text{ож}} = \frac{A_{\text{и}} b_{\text{тз}} L_{\text{сс}} D_{\text{рм}} n H_{\text{ш}} \Delta L_i}{107 \sum_{j=1} P_{\text{а}}} = \frac{C_{\text{ш}} \Delta L_i}{K_{\text{л}} \sum_{j=1} P_{\text{а}}},$$

где  $D_{\text{рм}}$  — число дней работы автомобиля в месяц;  $n$  — число комплектов шин на автомобиле (без запасного);  $H_{\text{ш}}$  — норма начисления на восстановление шин на 1000 км пробега;  $\sum P_{\text{а}}$  — выполненная месячная транспортная работа.



**Пример 16.** Определить приращение  $\Delta S_1^{\text{ож}}$  за месячный период эксплуатации автобусов типа ЛАЗ на ПАТ, имеющем:  $A_{\text{и}} = 300$  ед.;  $\alpha_{\text{т}} = 0,9$ ;  $\eta_{\text{и}} = 0,95$ ;  $L_{\text{с}} = 250$  км;  $D_{\text{рм}} = 30$  дн.;  $H_{\text{ш}} = 1,46$  руб.  $\cdot 10^{-3}$  км;  $n = 6$ ;  $\Delta L_{\text{ш}}^{\Phi} = 5\%$ ; выполненная месячная транспортная работа

$$\sum_{j=1}^m P_a = 4,5 \cdot 10^7 \text{ пасс.км.}$$

Решая уравнение (см. выше), получим

$$\Delta S_1^{\text{ож}} = \frac{300 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 250 \cdot 30 \cdot 6 \cdot 1,46 \cdot 5 \cdot 100}{10^3 \cdot 4,5 \cdot 10^7 \cdot 100} = 0,0188$$

коп./10 пасс. км.

На срок службы шин влияют взаимосвязанные между собой факторы (рис. 30), подразделенные на факторы ТС, организационно-технологические и не зависящие от технической службы ПАТ. Своевременно проводимые ТВ по восстановлению ТС элементов автомобиля, влияющих на ресурс шин, требуют соответствия фактически выполняемого объема работ  $t_{12\text{ТР}}^{\Phi}$  нормативному (регламентному)  $t_{12\text{ТР}}^{\text{н}}$  и фактической периодичности ТО  $L_{12}^{\Phi}$  нормативной  $L_{12}^{\text{н}}$ .

За критерий технической эффективности управления примем интенсивность износа протектора шин  $\Delta h_{\text{ш}}$  в мм на  $10^3$  км пробега. Степень влияния существенных факторов на  $\Delta h_{\text{ш}}$  определяется следующим уравнением регрессии

$$\begin{aligned} \Delta h_{\text{ш}} &= f(\alpha, \beta, P_{\text{ш}}, D_6, \Pi) = \\ &= 0,242 + 0,039\alpha + 0,018 P_{\text{ш}} + 0,013\Pi + \\ &+ 0,006D_6 + 0,0057\beta - 0,0158\alpha\beta - 0,015P_{\text{ш}}\Pi, \end{aligned}$$

где  $\alpha$  — схождение колес;  $\beta$  — углы развала колес;  $P_{\text{ш}}$  — давление воздуха в шинах;  $D_6$  — дисбаланс колес;  $\Pi$  — перекося мостов.

Последовательное насыщение подсистемы УЗШ средствами Д, связи и обработки информации  $J$  соответ-



Рис. 30. Факторы, влияющие на ресурс шин в эксплуатации

ственно повышает  $L_{\text{ш}}^{\Phi}$  до 20% и сокращает затраты на шины  $C_{\text{ш}}^{\Phi}$ .

Модель управления ресурсом шин (рис. 31) последовательно приводит в оптимальное соответствие все составляющие процесса с выходом на критерий, который позволяет оценить ее надежность и достоверность.

Элемент матричной модели управления затратами на шины представляется в виде

$$\Delta S_1^{\text{ож}} = b_{11}\Delta S_1 + b_{12}\Delta S_2 + b_{13}\Delta S_3 + b_{14}\Delta S_4,$$

где  $b_{11}, \dots, b_{14}$  — коэффициенты влияния соответственно: информационного обеспечения, деятельности персонала, обеспеченности Д и средствами контроля, передачи и обработки информации;  $\Delta S_1, \dots, \Delta S_4$  — приращение себестоимости за счет соответствующего обеспечения: информационного, людьми-операторами, диагностированием и средствами контроля процессов, передачи и обработки информации.

Коэффициент  $b_{11} = f(\Phi_{08}, \Phi_{10}, \Phi_{13}, \Phi_{21}, \Phi_{24})$  (прил. 3) и определяется из выражения

$$b_{41} = \frac{K_1^{b_{11}} K_4^{b_{11}} K_7^{b_{11}} K_8^{b_{11}}}{K_2^{b_{11}} K_3^{b_{11}} K_5^{b_{11}} K_6^{b_{11}}},$$

где  $K_1^{b_{11}} = \sum_{i=1}^n L_{\text{ш}}^{\Phi} / \sum_{i=1}^n L_{\text{ш}}^{\text{н}}$ , т.е. отношение суммарного

фактического ресурса шин к нормативному;  $K_2^{b_{11}} = \Delta h_{\text{ш}}^{\Phi} / \Delta h_{\text{ш}}^{\text{н}}$  — отношение фактической удельной интенсивности износа протектора к нормативной;  $K_3^{b_{11}} = L_{12}^{\Phi} / L_{12}^{\text{н}}$  — отношение фактической периодичности ТО-1 и ТО-2 к плановой (нормативной);  $K_4^{b_{11}} = t_{12\text{ТР}}^{\Phi} / t_{12\text{ТР}}^{\text{н}}$  — отношение фактической трудоемкости ТВ к нормативной;  $K_5^{b_{11}} = T^{\Phi} N^{\Phi} / T^{\text{н}} N^{\text{н}}$  — отношение произведений фактических значений температуры и неровностей дороги хорошего качества;  $K_6^{b_{11}} = K_6$  — влияние «возраста» автомобиля;  $K_7^{b_{11}} = n_{\text{ш}}^{\Phi} / n_{\text{ш}}^{\text{н}}$  — отношение фактического наличия шин на складе к нор-

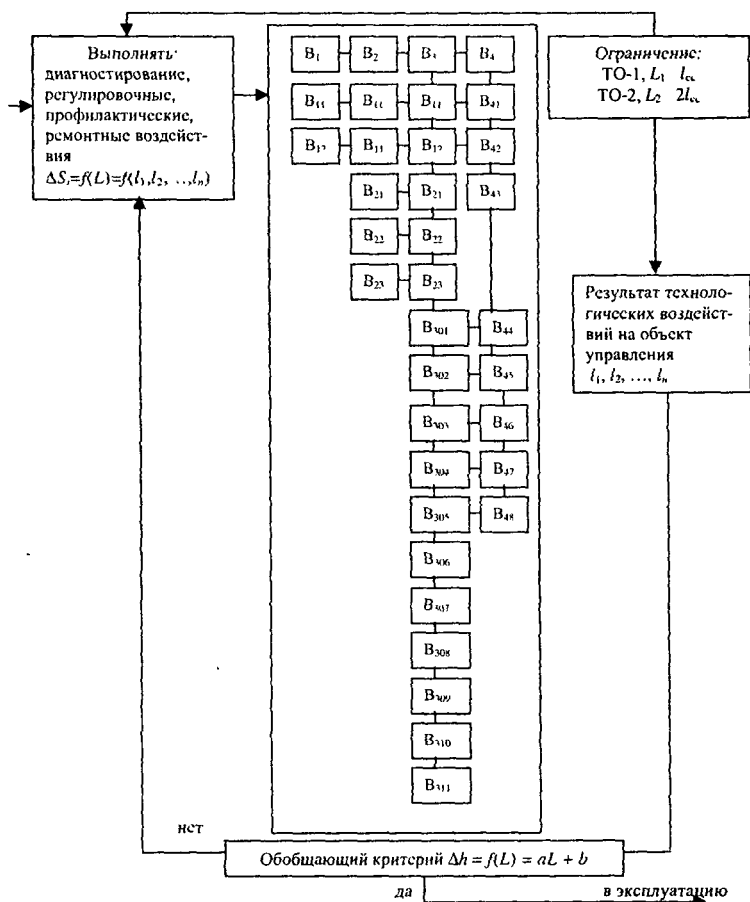


Рис. 31. Модель управления ресурсом шин

$B_1$  — ЕО;  $B_2$  — ТО-1;  $B_3$  — ТО-2;  $B_4$  — ТР;  $B_{11}$  — давление в шинах;  $B_{12}$  — крепление колес;  $B_{21}$  — люфт руля;  $B_{22}$  — люфт привода;  $B_{25}$  — люфт колес;  $B_{301}$  — наклон шкворней;  $B_{302}$  — геометрия элементов;  $B_{303}$  — биение барабанов;  $B_{304}$  — биение колес;  $B_{305}$  — люфт в шкворнях;  $B_{306}$  — угол схождения;  $B_{307}$  — угол развала;  $B_{308}$  — углы поворота;  $B_{309}$  — балансировка;  $B_{310}$  — перестановка;  $B_{311}$  — инородные тела;  $B_{41}$  — демонтаж шин;  $B_{42}$  — ремонт;  $B_{43}$  — монтаж;  $B_{44}$  — правка подрамника;  $B_{45}$  — восстановление геометрии автомобиля;  $B_{46}$  — правка барабанов;  $B_{47}$  — правка дисков;  $B_{48}$  — замена шкворней и втулок;  $\Delta h$  — величина износа шины;  $l_1, l_2, \dots, l_n$  — параметры

мативному;  $K_8^{b_{11}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{ш}}^{\Phi} / \sum_{i=1}^n C_{\text{ш}}^{\text{н}}$  — отношение фактических затрат на шины к нормативным.

Коэффициент  $b_{12} = f(\Phi_{02}, \Phi_{05}, \Phi_{06})$  и находится по формуле

$$b_{12} = K_1^{b_{12}} K_2^{b_{12}} K_3^{b_{12}} K_4^{b_{12}},$$

где  $K_1^{b_{12}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{ш}}^{\Phi} / \sum_{i=1}^n P_{\text{ш}}^{\text{н}}$  — отношение фактического наличия персонала к плановому;  $K_2^{b_{12}} = \eta^{\Phi} / \eta^{\text{н}}$  — отношение фактического разряда (класса) персонала, в том числе и водителей, к нормативному;

$$K_3^{b_{12}} = \sum_{i=1}^n t_{\text{пк}} / t_{\text{см}}$$

— отношение сменного времени производительной работы ко всему времени смены;

$$K_4^{b_{12}} = \sum_{i=1}^n n_{\text{ш}}^{\beta} L_{\text{ш}}^{\beta} / \sum_{i=1}^n n_{\text{ш}}^{\circ} L_{\text{ш}}^{\circ}$$

— отношение числа восстановленных шин к общему числу шин, отработавших свой ресурс.

Коэффициент  $b_{13} = f(\Phi_{01}, \Phi_{04}, \Phi_{18})$  определяется как

$$b_{13} = K_1^{b_{13}} K_2^{b_{13}} K_3^{b_{13}} K_4^{b_{13}},$$

где  $K_1^{b_{13}} = K_{06}$  — коэффициент объективности Д;  $K_2^{b_{13}} = t_{\text{с}}^{\circ} / 24$  — коэффициент использования средств Д в течение суток;

$K_3^{b_{13}} = X_{\text{р}}^{\Phi} / X_{\text{р}}^{\text{н}}$  — отношение фактических параметров ТС элементов автомобиля, влияющих на ресурс шин, к нормативным;

$K_4^{b_{13}} = L_{\text{ш}}^{\Phi} / L_{\text{ш}}^{\text{н}}$  — отношение фактического ресурса шин к гарантийному.

Коэффициент  $b_{14} = f(\Phi_{01}, \Phi_{03})$  находится из выражения

$$b_{14} = K_1^{b_{14}} K_2^{b_{14}} K_3^{b_{14}},$$

$$\text{где } K_1^{b_{14}} = \sum_{i=1}^n D^{\Phi} / D^{\text{н}}$$

— удельный вес процессов, обеспеченных оперативным контролем в рассматриваемой подсистеме;

$K_2^{b_{14}} = J_{\text{ш}}^{\Phi} / J_{\text{ш}}^{\text{н}}$  — степень механизации передачи информации;

$K_3^{b_{14}} = O_{\text{ш}}^{\Phi} / O_{\text{ш}}^{\text{н}}$  — степень механизации обработки информации о ТС шин.

## 12.2. Управление затратами на топливо

На автомобильном транспорте затрачивается огромное количество топливно-смазочных материалов (ТСМ). Так, например, за год эксплуатации автопоезд на базе автомобиля ЗИЛ-130 сжигает, в среднем, около 19 тыс. литров бензина. В себестоимости перевозок доля затрат на топливо в зависимости от типа автомобилей и видов перевозок занимает от 8 до 20% (табл. 25).

Как показывают исследования, расход топлива может быть значительно снижен за счет улучшения ТС элементов автомобиля и регулировок, что позволяет без измене-

Таблица 25

Типы автомобилей, виды перевозок	Фактические значения параметров			
	$X_{\min}^*$	$X_{\max}^*$	$X_{\text{ср}}^*$	$V^*$
<b>1. Автомобили с дизельными двигателями</b>				
Самосвалы перевозки	7,32	11,45	9,7	0,09
Междугородные автобусные перевозки	5,43	10,72	8,1	0,135
<b>2. Автомобили с карбюраторными двигателями:</b>				
грузовые перевозки	12,38	21,63	17,1	0,112
автобусные перевозки	12,80	18,21	15,3	0,075
таксомоторные перевозки	11,52	15,60	13,1	0,16

ния величины транспортной работы автомобилей получить снижение себестоимости перевозок

$$\Delta S_2^{\text{ож}} = b_{21}\Delta S_1 + b_{22}\Delta S_2 + b_{23}\Delta S_3 + b_{24}\Delta S_4.$$

Расходы на смазочные материалы в структуре себестоимости перевозок занимают не более 0,7–1,0% и их сокращение соответственно выразится

$$\Delta S_3^{\text{ож}} = b_{31}\Delta S_1 + b_{32}\Delta S_2 + b_{33}\Delta S_3 + b_{34}\Delta S_4.$$

Коэффициенты  $b_{21}(b_{31})$  формируют влияние на расходы топливно-смазочных материалов (ТСМ) информационного обеспечения — методов обработки производственных данных, нормативных и документальных материалов.

Процесс управления рассматриваемыми ресурсами основывается на оперативной (ежесменной) исходной информации  $\Phi_{03}$  (см. прил. 3) о расходах  $Q_{\text{тм}}^{\Phi}$  в функции текущего пробега  $L^{\Phi}$  в сравнении с нормативами  $Q_{\text{тм}}^{\text{н}}$ ,  $K_1^{b_{21}} = Q_{\text{тм}}^{\Phi} / Q_{\text{тм}}^{\text{н}}$ . При перерасходах ТСМ автомобилями необходимо ДИ о фактических величинах параметров  $X_i(L)$  в сравнении с номинальными  $X_0(L)$  и предельными  $X_{\text{пр}}(L)$  значениями  $K_2^{b_{21}} = X_i(L) / X_{\text{пр}}(L)$ . В управляющий орган (главному инженеру, начальнику ПТО и т.п.) должна поступать информация о реализации  $K_{\text{и}}^{\text{тф}}$  соответствующими подразделениями, входящими в подсистему УЗТ (УЗМ), принятых решений  $K_{\text{и}}^{\text{тн}}$ ,  $K_3^{b_{21}} = K_{\text{и}}^{\text{тф}} / K_{\text{и}}^{\text{тн}}$  по оптимизации расхода ТСМ с учетом действующих факторов. В ГУАИ необходима информация о фактических объемах работ ТВ  $t_{12 \text{ тр}}^{\Phi}$  в сравнении с нормативными  $t_{12 \text{ тр}}^{\text{н}}$ ,  $K_4^{b_{21}} = t_{12 \text{ тр}}^{\Phi} / t_{12 \text{ тр}}^{\text{н}}$  и информация о дорожно-климатических фактических условиях  $D^{\Phi}K^{\Phi}$  в сравнении с оптимальными  $D^{\text{н}}K^{\text{н}}$ ,  $K_5^{b_{21}} = D^{\Phi}K^{\Phi} / D^{\text{н}}K^{\text{н}}$ . Тогда

$$b_{41} = \frac{K_1^{b_{41}} K_2^{b_{41}} K_4^{b_{41}}}{K_3^{b_{41}} K_5^{b_{41}}}.$$

Коэффициенты  $b_{22}$  ( $b_{32}$ ) показывают влияние обеспеченности подсистемы людьми-операторами на расход ТСМ подвижным составом.

Основы управления расходами топлива закладываются в звене работы операторов, управляемых автомобилем и обслуживающих его. На эффективность такого управления влияют наличие, квалификация и стаж работы персонала, в том числе водителей. Наличие персонала оценим по отношению фактического количества  $P^{\Phi}$ , задействованного в подсистеме, к плановому  $P^{\Pi}$ ,  $K_1^{b_{22}} = P^{\Phi}/P^{\Pi}$ . Квалификацию и стаж работы рассмотрим на основе отношения фактического среднего разряда (класса)  $\eta^{\Phi}$  работающих к плановому (потребному)  $\eta^{\Pi}$ ,  $K_2^{b_{22}} = \eta^{\Phi}/\eta^{\Pi}$ . Материальное стимулирование возможно в случае сокращения фактического удельного расхода топлива  $Q^{\Phi}$  по отношению к нормативному  $Q^{\Pi}$ ,  $K_3^{b_{22}} = Q^{\Phi}/Q^{\Pi}$ . Условия труда персонала должны обеспечивать ему максимальное производительное использование рабочего времени  $t_{\text{пр}}^{\Phi}$  по отношению к общему времени смены  $t_{\text{см}}$ ,  $K_4^{b_{22}} = t_{\text{пр}}^{\Phi}/t_{\text{см}}$ . Тогда

$$b_{22}(b_{32}) = \frac{K_1^{b_{22}} K_2^{b_{22}} K_4^{b_{22}}}{K_3^{b_{22}}}.$$

В деятельность людей-операторов в подсистеме управления расходами и затратами на топливо входят: рациональное вождение автомобиля; определение расхода топлива автомобилями и факторов, обуславливающих эти расходы; Д состояния элементов автомобилей и процессов, влияющих на формирование  $Q_{\tau}$ ; регулирование расходов топлива на режимах холостого хода и движения; формирование затрат на топливо в функции ТС и пробега автомобиля в статьях себестоимости перевозок.

Влияние обеспеченности средствами Д на рассматриваемую подсистему выразим через коэффициент  $b_{22}(b_{32})$  аналогичный  $b_{13}$  за исключением коэффициента  $K_4$ . Вместо  $K_4^{b_{13}}$  введем отношение фактического расхода топлива после Д и ТВ  $Q_{\tau}^{\Phi\Delta}$  к нормативному  $Q_{\tau}^{\Pi}$ ,  $K_4^{b_{23}} = Q_{\tau}^{\Phi\Delta}/Q_{\tau}^{\Pi}$ .



$$\text{Тогда } b_{23}(b_{33}) = K_1^{b_{23}} K_2^{b_{23}} K_3^{b_{23}} K_4^{b_{23}}.$$

Коэффициенты  $b_{24}(b_{34})$  показывают влияние обеспеченности средствами контроля процессов, передачи и обработки информации на подсистему управления расходами ТСМ. Контроль процесса управления представляет собой следящее устройство, отражающее изменение расхода топлива после выполнения ТВ по автомобилям предприятия и идентично изменяющее затраты на топливо в соответствующей статье себестоимости перевозок. Представим рассматриваемый контроль в виде отношения существующих элементов контроля  $D_\tau^\Phi$  к планируемому  $D_\tau^n$ ,  $K_1^{b_{24}} = D_\tau^\Phi / D_\tau^n$ . Передача информации должна быть механизирована и иметь замкнутую цепочку от технических показателей к стоимостным и обратно. Выразим фактическую передачу информации  $J_\tau^\Phi$  путем отношения к планируемой (механизированной)  $J_\tau^n$ ,  $K_2^{b_{24}} = J_\tau^\Phi / J_\tau^n$ . Фактическая обработка информации  $Q_\tau^\Phi$  по отношению к механизированной  $Q_\tau^n$  оценивает уровень организации управленческой работы  $K_3^{b_{24}} = Q_\tau^\Phi / Q_\tau^n$ . Тогда

$$b_{24}(b_{31}) = K_1^{b_{24}} K_2^{b_{24}} K_3^{b_{24}}.$$

Вариация фактических  $Q_\tau^\Phi(L)$  различными типами автомобилей (табл. 26) подчиняется нормальному закону и свидетельствует о больших возможностях его сокращения за счет оптимизации параметров ТС.

Приращение  $\Delta Q_\tau$  является комплексной функцией ТС элементов автомобиля и сопутствующих его работе процессов, получаемой на основе ДИ и последующих ТВ

$$\Delta Q_\tau(L) = f(M_K, C_{II}, C_3, C_0, M_T, Y_K, X_{III}),$$

Таблица 26

Типы автомобилей	Фактические значения параметров, л/100 км			
	$Q_{\min}$	$Q_{\max}$	$Q_m$	$V_{qm}$
ЗИЛ-130	29,3	46,8	37,16	0,094
КрАЗ-256В	54,6	66,6	61,66	0,036
ЛАЗ-695	23,8	92,0	49,4	0,28
ГАЗ 24	9,4	21,2	14,2	0,17

где  $M_k$ ,  $C_n$ ,  $C_z$ ,  $C_o$ ,  $M_T$ ,  $Y_k$ ,  $X_{ш}$  — техническое состояние соответственно: кривошипно-шатунного механизма, приборов системы питания, зажигания и охлаждения, механизмов трансмиссии, управляемых колес, шин.

Топливный баланс автомобиля можно представить в виде расходов топлива, связанных с работой двигателя (холостой ход)  $Q_{тхх}$  и с движением автомобиля (нагрузочный режим)  $Q_{та}$ . Составляющая  $Q_{тхх}$  варьирует в пределах 1–15% и минимальное значение имеет для автомобилей, занятых на междугородных перевозках, а максимальное — для автобусов и такси, работающих в условиях города (табл. 27).

Управление регулированием расхода топлива сводится к оптимизации его на холостом ходу и на режимах движения. Методология регулирования базируется на определении разрежения во впускном трубопроводе. Разрежение изменяется в зависимости от исправности карбюратора, системы зажигания и газораспределения, поэтому оно является одним из показателей ТС двигателя

Таблица 27

Типы автомобилей и виды перевозок	Среднее время холостого хода, % от общего	Составляющие холостого хода, % от общего топливного баланса
<b>Автомобили с дизельными двигателями:</b>		
самосвальные перевозки	10,5	4,8
междугородные грузовые перевозки	1,4	0,6
междугородные автобусные перевозки	3,6	2,1
<b>Автомобили с карбюраторными двигателями:</b>		
самосвальные перевозки	9,4	4,2
междугородные грузовые перевозки	1,2	0,6
городские грузовые перевозки	7,2	3,2
междугородные автобусные перевозки	4,8	2,2
городские автобусные перевозки	28,1	12,5
междугородные таксомоторные перевозки	1,6	0,7
городские таксомоторные перевозки	15,3	6,8

и функцией степени открытия дросселя, т.е. нагрузки двигателя и скорости движения автомобиля.

Исследования показывают, что при установившемся режиме движения автомобиля разрежение во впускном трубопроводе зависит от степени соответствия регулировки карбюратора и опережения зажигания оптимальному режиму работы. При одном и том же опережении зажигания наибольшему разрежению соответствует наименьший  $Q_{\text{тд}}$  (рис. 32). На регулировку карбюратора

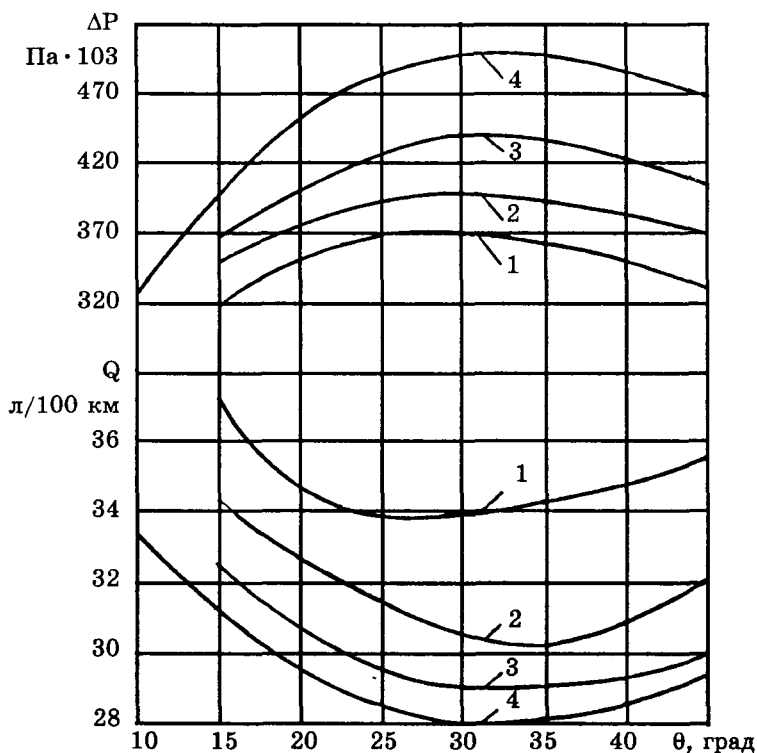


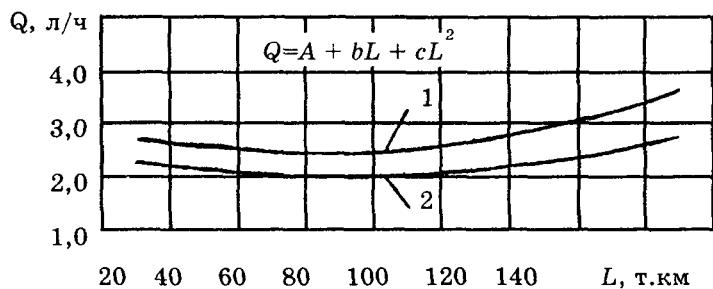
Рис. 32. Оптимизация угла опережения зажигания (по углу поворота коленчатого вала): 1 — скорость автомобиля 60 км/ч; 2 — 50 км/ч; 3 — 40 км/ч; 4 — 30 км/ч

это положение не распространяется, так как наибольшему разрежению соответствует не экономический, а мощностной состав смеси, при котором расход топлива заметно увеличивается. Поэтому для правильной регулировки карбюратора необходимо знать величину разрежения, при котором она оказывается оптимальной.

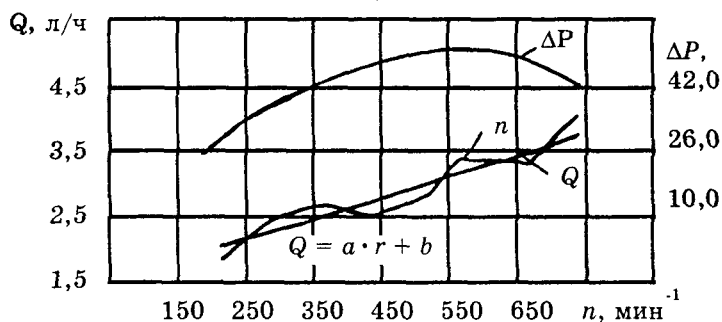
Статистика показывает, что  $Q_{\text{тхх}}$  у однотипных автомобилей с пробегом возрастает по параболической зависимости (рис. 33 а), а разрежение изменяется в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и регулировки холостого хода карбюратора (рис. 33 б, в). Снижение частоты вращения коленчатого вала двигателя за счет прикрытия дроссельной заслонки приводит сначала к увеличению разрежения, а затем к уменьшению, одновременно с этим понижается  $Q_{\text{тхх}}$  (см. рис. 33 б). Затем, изменяя положение винта холостого хода, оператор добивается наибольшего разрежения, что приведет к небольшому возрастанию частоты вращения. Сделав две — три попытки регулирования обоими винтами и каждый раз добиваясь на данном режиме работы наибольшего разрежения, находим минимально устойчивую частоту вращения, при которой не должно быть резких скачков вакуумметра. Расход топлива будет при этом почти наименьшим (рис. 33 в). При регулировках  $Q_{\text{тхх}}$  снижается в пределах 14–27%.

Регулирование расхода топлива в режиме движения под нагрузкой осуществляется приведением к норме всех параметров, влияющих на расход топлива, и установлением оптимального угла опережения зажигания по максимальному разрежению. Тогда  $Q_{\text{тд}}$  будет минимальным, а наивыгоднейший угол опережения зажигания (см. рис. 32) лежит в пределах 30–35°. За счет регулировочных воздействий  $Q_{\text{тд}}$  снижается в пределах 10–14%, а суммарное снижение расхода топлива с учетом регулировки холостого хода составит в среднем 15,5%.

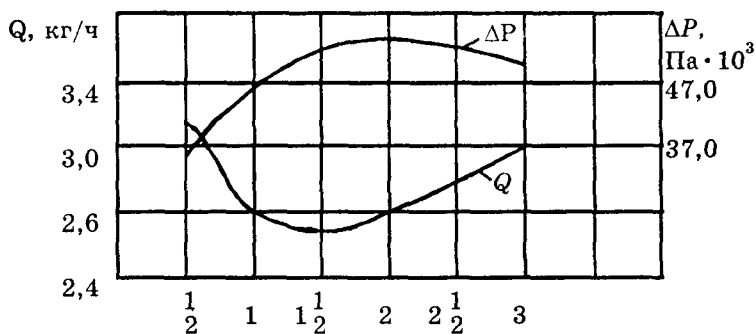
В ГУАИ формируется информация о  $Q_{\text{тд}}$  с суточной (недельной, декадной) оперативностью; отсюда данные (карты КД — ШТ) об автомобилях, перерасходующих топливо, поступают на КТП и последние направляются на Д, ТО и ТР для соответствующих ТВ.



а)



б)



в)

Рис. 33. Изменение расхода топлива на холостом ходу:  
 а — в зависимости от пробега с начала эксплуатации  
 (1 — до регулировок; 2 — после регулировок);  
 б — в зависимости от числа оборотов;  
 в — при изменении положения регулировочного винта.

### 12.3. Управление затратами на технические воздействия

Суммарные затраты на ТВ включают заработную плату производственного персонала  $C_{зп}$ , стоимость запасных частей  $C_{зч}$  и материалов  $C_{мт}$

$$C_{тв} = C_{зп} + C_{зч} + C_{мт}.$$

В статье себестоимости перевозок затраты на ТО и ТР зависят от целого ряда факторов (тип и возраст автомобилей, условия эксплуатации, вид перевозок) и значительно варьируются в пределах нормального распределения (табл. 28). Уменьшение расходов по указанной статье — важнейший резерв снижения себестоимости перевозок, так как эти расходы не связаны непосредственно с транспортным процессом.

Величина заработной платы персонала  $C_{зп}$  полностью зависит от количественных и качественных показателей их работы. При этом стимулами при выполнении работы в полном объеме и требуемого качества служат: правильное распределение заработной платы, начисляемой по расценкам или повременно; доплата за совмещение профессий, за сверхурочные работы и работу в ночное время и праздники; премии за достижение высоких показателей в выполнении работ ТО и ТР.

Затраты  $C_{зч}$  и  $C_{мт}$  зависят от таких факторов, как возраст автомобилей, степень регулярности Д автомобилей, полнота объема работ и периодичность ТВ, качество выполняемых работ и т.д. При увеличении гаран-

Таблица 28

Виды перевозок	Значения параметров, %				
	$\bar{X}_1$	$X_{min}$	$X_{max}$	$G_i$	$V_{xi}$
Грузовые дизельные	20,8	14,93	25,8	4,32	0,12
Грузовые смешанные	15	11,54	18,81	2,23	0,11
Автобусные	11,04	5,4	14,4	2,2	0,2
Таксомоторные	6,37	3,87	9,2	1,38	0,21

тийного ресурса  $L_d$  автомобилей, определенного методами Д, минимизации неиспользованных исправных автомобилей, а также наличия запаса элементов на ПАТ, сокращаются затраты на рассматриваемые элементы статьи. Увеличение  $\alpha_r$  приводит к возрастанию затрат на ТО и ТР, но в то же время возрастает производительность автомобилей, что приведет к более высокому снижению себестоимости.

Из рассматриваемых составляющих элементов статьи затрат на ТО и ТР, заработная плата составляет 45–50%, затраты на запасные части и агрегаты 30–35% и затраты на материалы 17–27%. Затраты на материалы требуют налаженного их учета, определения фактической потребности и номенклатуры, что дает возможность управления расходами материалов и сравнения их с нормами. Затраты средств на восстанавливаемые элементы автомобиля  $C_{зч}^a(L)$  определяются на основе параметров потока отказов  $\Lambda(L)$ . Зная число наименований заменяемых деталей  $n$  и стоимость детали  $C_{дi}$ , определяются затраты  $C_{зч}(L)$  в удельном исчислении на единицу пробега с начала эксплуатации:

$$C_{зч}^{\beta}(L) = \sum_{i=1}^n C_{дi} \Lambda_{дi}(L).$$

Расходы на невосстанавливаемые элементы оцениваются с учетом интенсивности отказов  $\lambda(L)$ . С увеличением  $\Lambda(L)$  и  $\lambda(L)$  возрастают запас и стоимость элементов данного наименования.

Расход запасных частей в условиях ПАТ определяют экспериментально методом последовательного Д партии автомобилей от момента их поступления в эксплуатацию с заводов-изготовителей или авторемонтных заводов на достаточно большом интервале пробега. Уравнение долгосрочного распределения запасных частей может быть представлено в виде

$$C_{зч}(L) = \omega L^k, \quad (20)$$

где  $\omega$  — угловой коэффициент функции;  $k$  — показатель степени при пробеге  $L$ .

В целях определения закономерностей изменения расхода запасных частей в зависимости от пробега и установления их соотношений по отдельным элементам конструкции (производственным участкам) и автомобилю в целом были подвергнуты эксплуатационным испытаниям 50 автомобилей-такси ГАЗ-24, у которых фиксировались все отказы (замены) с начала эксплуатации до пробега 360–380 тыс. км. Результаты испытаний приведены в табл. 29.

Как видно из табл. 29, между исследуемыми величинами имеется тесная корреляционная связь ( $\eta_i > 0,7$ ) при относительно малых значениях  $\sigma_{\eta}$ . Это подтверждает стабильность отношений  $\eta_i$  по пробегу и позволяет обоснованно планировать затраты на запасные части по отдельным производственным участкам. В связи со стабильностью затрат по пробегу на запасные части, показатель степени  $n$  в уравнении (20) имеет одно и то же значение для разных участков при переменном  $L$ . ПАТ регулярно определяет потребность в затратах на запасные части на планируемый период (неделю, месяц, квартал) или пробег, что является одним из важнейших элементов управления. Определение потребности в запасе по производственным участкам позволяет более гибко подойти к проблеме их оптимизации.

Таблица 29

Элементы автомобиля (производственных участков)	Вес затрат $\xi_i$ , %	Коэффициент корреляции $\eta_i$	Среднее квадратич. $\sigma_{\eta}$	Уравнение (20) затрат на запасные части в зависимости от $L$
Двигатель	43,0	0,803	0,765	$C_i^A = 0,0006L^{1,33}$
Трансмиссия	5,0	0,85	0,069	$C_{11}^T = 0,0007L^{1,33}$
Ходовая часть	33,0	0,805	0,0765	$C_{11}^X = 0,00046L^{1,33}$
Система питания, электрооборудование	10,0	0,715	0,114	$C_{11}^{пэ} = 0,00014L^{1,33}$
Кузов	9,0	0,846	0,079	$C_{11}^K = 0,000126L^{1,33}$
Автомобиль (производство в целом)	100	—	—	$C_{11}^K = 0,0014L^{1,33}$



Использование зависимостей, представленных в табл. 29, дает возможность определить нормативы удельного расхода запасных элементов по автомобилю в целом и по производственным участкам для каждого интервала пробега. В этой связи автомобили объединяются по интервалам пробега с начала эксплуатации (по возрастным группам). В целях удобства расчетов по определению затрат на запасные части разработана номограмма (рис. 34).

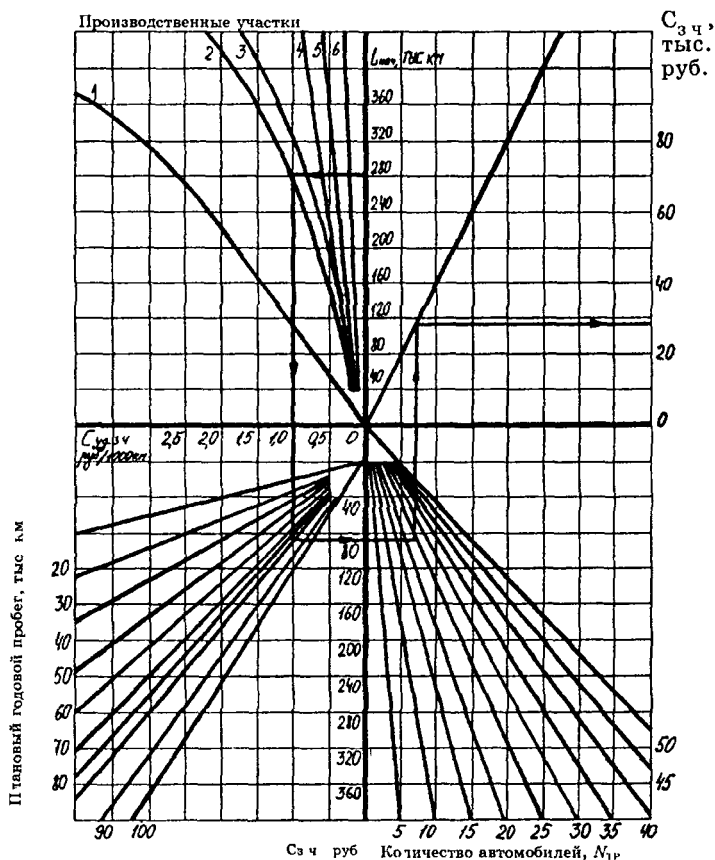


Рис. 34. Номограмма определения затрат на запасные части

Подсистема управления затратами на ТО и ТР взаимно связана с подсистемами управления ТГ автомобилей

$$\Delta\alpha_i^{\text{ож}} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \Delta\alpha_j$$

и отражает ее стоимостную сторону. Модель управления затратами на ТВ показывает последовательность операций, проводимых с целью минимизации расходов на ТО и ТР в ранге ПАТ. Элемент матричной модели по управлению затратами на ТО и ТР запишется в виде

$$\Delta S_4^{\text{ож}} = b_{41} \Delta S_1 + b_{42} \Delta S_2 + b_{43} \Delta S_3 + b_{44} \Delta S_4,$$

где  $b_{41}, \dots, b_{44}$  — коэффициенты влияния обеспеченности информацией людьми-операторами, диагностированием и средствами контроля процессов, передачи и обработки информации по расходам на ТО и ТР.

Коэффициент  $b_{41} = f(\Phi_{03}, \Phi_{10}, \Phi_{11}, \Phi_{12}, \Phi_{13}, \Phi_{14})$  (см. прил. 3). Наличие нормативов на запасы элементов  $K_1^{b_{41}}$  характеризует отношение фактического положения  $N_3^{\Phi}$  к нормативному  $N_3^{\text{н}}$ . Обеспеченность запасом элементов определяется коэффициентом  $K_2^{b_{41}}$  как отношение фактического оборотного фонда элементов  $n_3^{\Phi}$  к нормативному  $n_3^{\text{н}}$ . На затратах на запасные части отражается возрастной состав парка, определяемый коэффициентом возраста  $K_3^{b_{41}} = K_b$ . Безгаражное хранение автомобилей увеличивает потребность в запасных элементах. Обеспеченность средствами обогрева определим коэффициентом  $K_4^{b_{41}}$  как отношение числа обогреваемых машино-мест  $A_{\text{мм}}$  к общему числу  $A_{\text{и}}$ . Затраты на единицу подвижного состава выразим коэффициентом  $K_5^{b_{41}}$  как отношение фактических затрат на запасные элементы  $C_{3\text{ч}}^{\Phi}$  к нормативному  $C_{3\text{ч}}^{\text{н}}$ . Тогда

$$b_{41} = \frac{k_1^{b_{41}} k_2^{b_{41}} k_4^{b_{41}}}{k_3^{b_{41}} k_5^{b_{41}}},$$

Коэффициент  $b_{42} = f(\Phi_{02}, \Phi_{05}, \Phi_{06}, \Phi_{08})$ . Обеспеченность людьми-операторами определим коэффициентом  $K_1^{b_{42}}$  как отношение фактического наличия  $R_3^\Phi$  к нормативному  $R_3^n$ , квалификацию персонала выразим через коэффициент  $K_2^{b_{42}}$  как отношение фактического разряда  $\eta^\Phi$  к нормативному  $\eta^n$ . Стимулирование персонала, возможное при сокращении фактических затрат на запасные элементы  $C_{3ч}^\Phi$  по отношению к нормативным  $C_{3ч}^n$ , оценим коэффициентом  $K_3^{b_{42}}$ . Условия организации труда персонала оценим коэффициентом  $K_4^{b_{42}}$  как отношение производительного времени  $t_{np}$  ко времени смены  $t_{см}$ . Тогда

$$b_{42} = K_1^{b_{42}} K_2^{b_{42}} K_4^{b_{42}} / K_3^{b_{42}}.$$

Коэффициент  $b_{43} = f(\Phi_{01}, \Phi_{14}, \Phi_{18})$ . Повышение объема диагностических работ сокращает затраты на запасные элементы. Обеспеченность объективным Д выразим через коэффициент  $K_1^{b_{43}} = K_{06}$ .

Использование Д оценим коэффициентом  $K_2^{b_{43}}$  как отношение общего времени диагностирования  $t$ , ко времени суток. Ущерб от простоя Д оборудования определим коэффициентом  $K_3^{b_{43}}$ , как отношение фактических затрат на диагностирование  $C_d^\Phi$  к плановым  $C_d^n$ . Тогда

$$b_{43} = K_1^{b_{43}} K_2^{b_{43}} K_3^{b_{43}}.$$

Коэффициент  $b_{44} = f(\Phi_{01}, \Phi_{03}, \Phi_{04})$ . Затраты на запасные элементы зависят от средств контроля, порядка и обработки информации. Оперативный контроль за затратами на запасные элементы выражается коэффициентом  $K_1^{b_{44}}$  как отношение наличия средств контроля  $n_k^\Phi$  к потенциально возможному  $n_k^n$ . В процессе управления затратами организуется оперативная передача технической информации с целью обращения ее в стоимостную, что оценивается коэффициентом  $K_2^{b_{44}}$  как отношение фактических средств  $J_3^\Phi$  к потенциально возможным  $J_3^n$ . Механизация обработки стоимостной информации по запасу элементов фактичес-

кая  $Q_3^P$  соотносится с потенциально возможной  $Q_3^H$  и оценивается коэффициентом  $K_3^{b_{44}}$ . Тогда

$$b_{44} = K_1^{b_{44}} K_2^{b_{44}} K_3^{b_{44}}.$$

Различные варианты управления затратами на шины, топливо, смазочные материалы, ТО и ТР с использованием уравнения (18) моделируются на ЭВМ по аналогии с моделированием приращения коэффициента технической готовности. Таким образом, экономическая эффективность в виде снижения себестоимости перевозок по статьям, зависящим от ТС автомобилей, выразится уравнением

$$\Delta S_i^{ож} = \Delta S_1^{ож} + \Delta S_2^{ож} + \Delta S_3^{ож} + \Delta S_4^{ож}.$$

Показатели себестоимости  $\Delta S_i^{ож}$  в связи со значительной трудоемкостью вычислительной работы определяются подекадно или помесечно, за исключением зарплаты производственных рабочих, которая начисляется ежедневно.

Результаты управления ТГ и экономической эффективностью автомобилей оцениваются на промежуточных этапах и на заключительной стадии. В связи с этим возникает необходимость в качественной оценке проделанной работы. Система управления качеством будет эффективной, если в сфере производственно-технической службы и других подразделениях ПАТ действует взаимоинформационная связь о качестве выполненных работ на каждом из уровней организационной иерархии. Координирующую роль по управлению качеством выполняет ОТК предприятия. Четкая информационная и функциональная связь подразделений предприятия с ОТК служит основой для совершенствования принципов контроля за качеством по элементам производственно-экономических процессов. ОТК предприятия функционально и информационно связан с целым рядом подразделений (рис. 35). Такая связь позволяет централизовать в

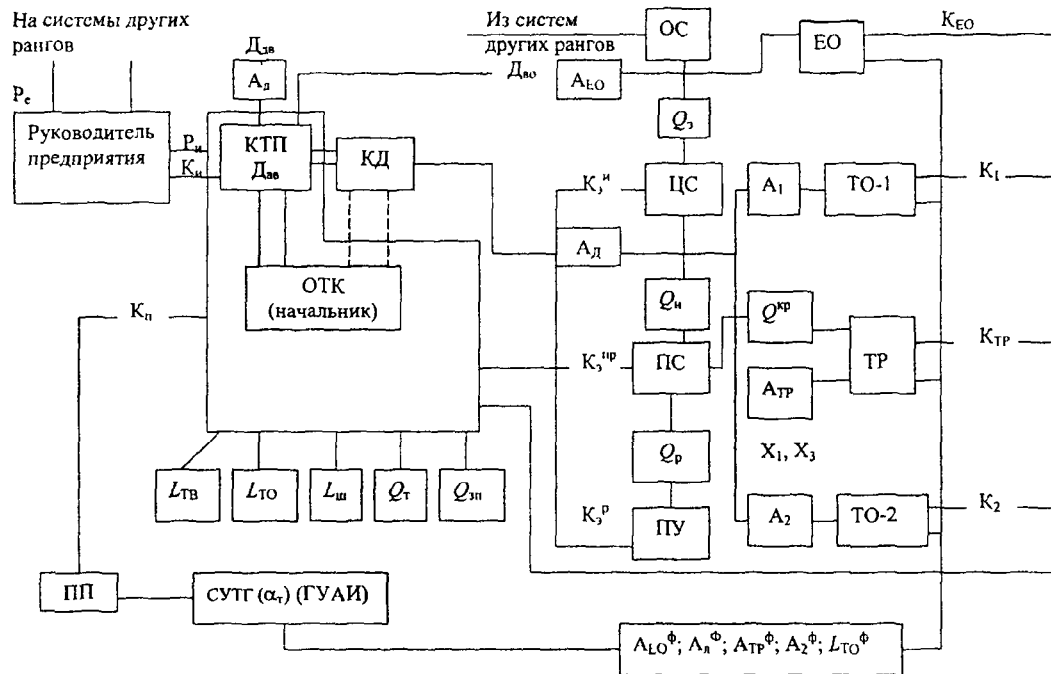


Рис. 35. Функциональные и информационные связи ОТК с подразделениями предприятия

ОТК управление качеством как промежуточных, так и выходных показателей эффективности.

Качество показателей эффективности автомобилей складывается из таких элементов, как: квалификация обслуживающего персонала и инженерно-технических работников; оперативное регулирование производственных процессов по времени суток; наличие инструмента, приспособлений и материалов; организация труда рабочих и оперативное распределение их по объемам работ; налаженная система учета текущих процессов; своевременная оперативная информация об отклонениях в элементах производственно-экономического процесса; моральное и материальное стимулирование качества выполняемых работ. Оценка качества является обратной связью, позволяющей по критериям качества и стандартам оценивать результаты управления.

### **13. Реализация метода управления технической готовностью парка**

Как указывалось ранее (гл. 2), одним из управляющих инструментов, обеспечивающих четкую регламентацию деятельности тех подразделений предприятия автомобильного транспорта, которые обеспечивают высокую техническую готовность предприятия, являются стандарты предприятия (СТП). Основные положения системы управления технической готовностью и затратами на материально-технические ресурсы подвижного состава автомобильного транспорта, определяющие задачи управления, состав системы и технологические процессы функционирования подсистем управления, изложены в СТП ВПИ 100-80. Кроме того, разработано 12 специальных СТП, регламентирующих разные стороны функционирования системы управления.

Информационное обеспечение включает в себя методику анализа оперативных и текущих показателей, формирующих ТГ парка (СТП ВПИ 101-80). Все показатели ПАТ базируются на двух шкалах: пробега и времени. Обработка и анализ данных используются в виде информации на разных уровнях служебной иерархии подразделений предприятия для принятия решений.

Наличие нормативной базы в системе управления (СТП ВПИ 102-80) позволяет принимать однозначные решения и проводить последующие управляющие воздействия на автомобили и соответствующие процессы. Нормативы подразделены на государственные, отраслевые и нормативы предприятия. Нормативы ПАТ включают в себя: предельно допустимые состояния элементов автомобиля; необходимый оперативный запас элементов оборотного фонда; предельное время простоя автомобилей в ТО и ТР; дифференцированные нормы расхода топлива автомобилями и т.д.

Основной элемент информационного обеспечения системы — документальное обеспечение (СТП ВПИ 103-80), являющееся одним из важнейших компонентов форми-

рования цифрового материала для целей управления и анализа функционирования системы. Вся документация распределена по подсистемам управления с возможными путями ее движения. Полнота документации позволяет принимать решения в условиях определенности.

Разработаны функции основных исполнителей в системе управления (СТП ВПИ 104-80), разделенные на четыре группы: руководители ПАТ; руководители подразделений; мастера, механики, бригадиры, диспетчеры; непосредственные исполнители. Регламентация функций работников ПАТ позволяет конкретизировать их деятельность в подсистемах управления.

Система управления ТГ подвижного состава автомобильного транспорта как обязательный компонент включает в себя диагностическое и контрольное обеспечение оценки состояния автомобилей (СТП ВПИ 105-80) и производственно-экономических процессов (СТП ВПИ 106-80), обеспечение средствами связи, обработки и хранения информации (СТП ВПИ 107-80). Контрольно-диагностические средства позволяют иметь объективную информацию в подсистемах управления и принимать оперативные решения по регламентированному функционированию всей системы. Механизация обработки данных до предела сокращает рутинную вычислительную работу персонала.

Качество и количество труда работников ПАТ (СТП ВПИ 108-80) оценивается с целью определения влияния каждого из них на уровень ТГ подвижного состава и достижения высоких показателей в исполнении своих функций.

Корректирование производственной программы ПАТ по ТО и ТР подвижного состава (СТП ВПИ 109-80) формируется под воздействием факторов (СТП ВПИ 110-80), влияющих на ТГ парка. В условиях СУТГ ( $\alpha_r$ ) вводятся дополнительные коэффициенты коррекции трудоемкости выполнения ТО и ТР, учитывающие изменение времени на контроль, передачу и обработку информации, оформление заявок на ТВ и т.д.

Специальным стандартом (СТП ВПИ 111-80) определены симптомы (признаки) нарушения нормальной ра-



боты автомобиля и его элементов, необходимые для персонала, занятого на выполнении операций ТО и ТР подвижного состава. Методика расчета экономической эффективности от внедрения СУТГ ( $\alpha_r$ ) на ПАТ приводится в стандарте (СТП ВПИ 112-80).

Специальные стандарты являются составной частью основного стандарта (СТП ВПИ 100-80) и представляют собой блоки (модули), с помощью которых можно компоновать функционирование отдельных подразделений ПАТ. Например, в управление КТП предприятия войдут: нормативы по контролю автомобилей на выпуске-возврате (СТП ВПИ 102-80); документация, относящаяся к КТП (СТП ВПИ 103-80); функции контрольного механика (СТП ВПИ 104-80); диагностическое обеспечение выпуска-возврата автомобилей (СТП ВПИ 105-80); средства связи с диспетчером производства (СТП ВПИ 106-80); оценка качества труда механика (СТП ВПИ 108-80); учет действующих факторов (СТП ВПИ 110-80); симптомы неисправностей и отказов в элементах автомобилей (СТП ВПИ 111-80). По такому же принципу могут быть «сблокированы» и другие подразделения предприятия, выполняющие определенные функции в СУТГ ( $\alpha_r$ ).

### 13.1. Реализующие алгоритмы подсистем управления

Для практического внедрения и использования СУТГ ( $\alpha_r$ ) парка разработаны реализующие алгоритмы, определяющие порядок управления каждой из подсистем с учетом взаимодействующих факторов в виде анализа коэффициентов  $K_i^{aj}$ ,  $K_i^{bj}$ . Реализующие алгоритмы выходят на конечный результат — приращение  $\Delta\alpha_i^{ож}$  при управлении ТГ парка и  $\Delta S_i^{ож}$  при управлении комплексом затрат на эксплуатацию подвижного состава. Рассмотрим некоторые из них.

Подсистема управления периодичностью ТВ начинается реализацию с рассмотрения альтернатив и принятия решения по одной из них с целью корректирования условий эксплуатации данного предприятия (поз. 1, рис. 36).



Исполнен 2

8	Механик КТП — направить на ТО-1 (Д-1), ТО-2 (Д-2) с КД-2
	$K_2^{a11} = K_n^{\phi} / K_n^n$ ; $K_1^{a12} = P_n^{\phi} / P_n^n$ ; $K_2^{a12} = r_n^{\phi} / r_n^n$ ; $K_4^{a12} = \Sigma \Lambda_{12}^{\phi} / \Sigma \Lambda_{12}^n$

Механик  
КТП

Исполнение

9	Механик колонны контроль ТО-1 (Д-1), ТО-2 (Д-2)
	$K_2^{a11} = K_n^{\phi} / K_n^n$ ; $K_1^{a12} = P_n^{\phi} / P_n^n$ ; $K_2^{a12} = r_n^{\phi} / r_n^n$ ; $K_4^{a12} = \Sigma \Lambda_{12}^{\phi} / \Sigma \Lambda_{12}^n$

Механик  
колонны

- « -

10	Диагносту заполнить кол В в КД-2
	$K_2^{a11} = K_n^{\phi} / K_n^n$ ; $K_1^{a13} = M^{\phi} / M^n$ ; $K_2^{a13} = \Sigma t / 24$ , $K_4^{a12} = \Sigma \Lambda_{12}^{\phi} / \Sigma \Lambda_{12}^n$

Диагност

- « -

11	Бригадиру ТО заполнить исполнение в ОТО
	$K_2^{a11} = K_n^{\phi} / K_n^n$ ; $K_2^{a12} = P_{ТО}^{\phi} / P_{ТО}^n$ ; $K_2^{a11} = T_{ТО}^{\phi} / T_{ТО}^n$ ; $K_1^{a12} = \Sigma t_{\text{пр}} / t_{\text{св}}$ ; $K_4^{a12} = \Sigma \Lambda_{12}^{\phi} / \Sigma \Lambda_{12}^n$

Бригадир  
ТО

- « -

12	Оценить $L_{12}^{n1}$ , $L_{12TP}^n$ , $L_{12TP}^{\phi}$ , $L_{\text{отк}}$ , $V$
	$K_1^{a11} = L_{12}^{\phi} / L_{12}^n$ ; $K_2^{a11} = K_n^{\phi} / K_n^n$ ; $K_3^{a11} = L_{TP}^{\phi} / L_{TP}^n$ ; $K_4^{a11} = L_{12TP}^{\phi} / L_{12TP}^n$

Начальник  
ПТО

- « -

13	Оперативное корректирование $L_{12TP}^{\text{он}}$
	$K_3^{a11} = L_{12TP}^{\phi} / L_{12TP}^n$ ; $K_4^{a11} = L_{12TP}^s / L_{12TP}^n$

- « -

Принятие  
решения

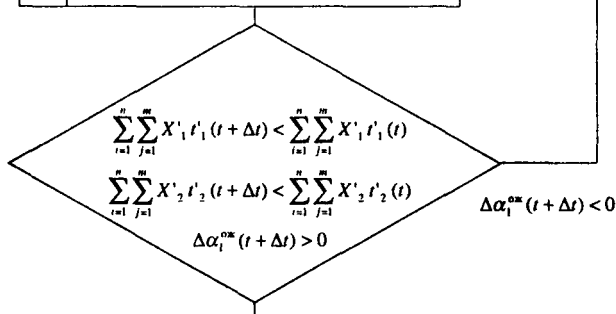


Рис. 36. Окончание

Техник по учету при месячном планировании постановки автомобилей на ТО заносит данные об очередных автомобилях, направляемых в следующую смену на ТВ, в оперативный план-отчет (ОПО); при оперативном планировании определяют автомобили на очередные ТО-1, ТО-2 (поз. 2, 3, 4, рис. 36) с записью данных в ОПО. План ОПО техником по учету направляется по цепочке: диспетчер эксплуатации ДЭ — механик КТП — механик колонны (филиала) — бригадир ТО (поз. 5). Указанные в цепочке исполнители последовательно проводят реализацию ОПО (поз. 6, 8, 9). Водитель запланированного на ТО-1 (ТО-2) автомобиля одновременно с ПЛ получает диагностическую карту КД-2 и после выполнения сменного задания заполняет колонку Б карты, а на КТП с механиком — колонку А (поз. 7). Диагност после выполнения Д-1 (Д-2) заполняет колонку В КД-2 (поз. 10). Бригадир ТО после выполнения ТВ делает отметку в ОПО по каждому автомобилю, прошедшему ТВ. Исполненные ОПО и КД-2 возвращаются технику (поз. 11).

Начальник ПТО проводит качественную оценку  $L_{12}^{пл}$ ,  $L_{12}^{\Phi}$ ,  $L_{12}^{\pi}$  с определением вариации  $V$  и  $K_2^{a11}$ . Затем оценивает  $L_{отк}(t + \Delta t)$  в сравнении с  $L_{отк}(t)$  (поз. 12) и в случае необходимости проводит оперативное корректирование периодичности с учетом действующих факторов  $K_i^{a11}$ , изменения интенсивности эксплуатации и других причин (поз. 13).

Объективное корректирование периодичности ТО и ТР в сторону повышения сокращает

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{1j} t_1, \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{2j} t_2$$

и увеличивает в сравнении с периодом  $t$  (поз. 14). При величинах  $\Delta\alpha_1^{ож}(t + \Delta t) < 0$  необходимо дополнительно проанализировать действующие факторы и принять соответствующее решение.

Реализующий алгоритм подсистемы управления объемами ТВ предполагает формирование работ  $t_1^{\Phi} \leq t_1^{\pi}$ ,  $t_2^{\Phi} \leq t_2^{\pi}$ ,  $t_{ТР}^{\Phi} \leq t_{ТР}^{\pi}$  по диагностической информации  $D_{дв}$ ,  $D_{вв}$ , Д-1, Д-2 с учетом действующих факторов (поз. 1, рис. 37).

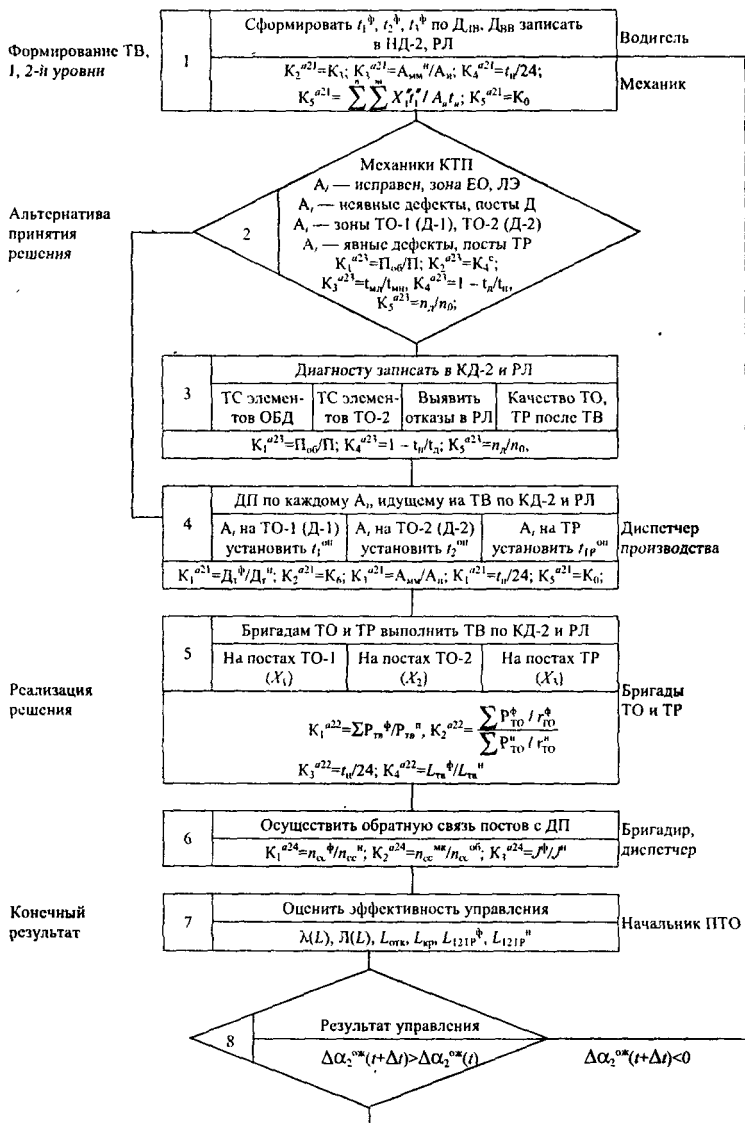


Рис. 37. Реализующий алгоритм управления объемами технических воздействий

Решения о необходимых воздействиях принимает механик КТП на основе альтернатив: исправные автомобили через посты уборочно-моечных работ направляются в зону линейной эксплуатации ЛЭ автомобилей как готовые к работе; автомобили с неявными дефектами — на посты Д (при их наличии) или на посты ТР; автомобили, требующие регламентных работ, согласно ОПО направляются в зоны ТО-1 и ТО-2; автомобили, имеющие дефекты — на посты ТР (поз. 2). В этом случае необходимо учесть факторы, характеризующие обеспеченность ПАТ средствами Д —  $K_1^{a_{23}}, K_2^{a_{23}}, K_3^{a_{23}}, K_4^{a_{23}}, K_5^{a_{23}}$ . При слабом оснащении ПАТ средствами Д реализация управления идет через диспетчера производства ДП (поз. 4). При наличии постов Д диагност определяет ТС элементов автомобилей, обеспечивающих безопасность движения (ОБД), элементов, обуславливающих проведение ТО-2 по потребности, скрытые неисправности и качество ТВ (поз. 3).

Выявленные номенклатура и объемы работ ТВ передаются ДП, который принимает решения об их распределении по бригадам ТО и ТР (поз. 4). Задания выдаются с отметкой оперативного времени на их выполнение в суточном сетевом графике (ССГ) или в памяти контрольного устройства и с анализом факторов  $K_1^{a_{22}}, K_2^{a_{22}}, K_3^{a_{22}}, K_4^{a_{22}}$  (поз. 5).

Реализация выданных заданий производится бригадами на постах ТО и ТР. В обязанность бригадиров входит оперативное осуществление обратной связи с ДП о ходе процесса ТО (ТР) на каждом конкретном посту. Здесь необходимо учитывать факторы  $K_1^{a_{24}}, K_2^{a_{24}}, K_3^{a_{24}}$  (поз. 6).

Эффективность управления оценивается начальником ПТО в виде обработки данных  $\lambda(L)(t + \Delta t)$ ,  $Л(L)(t + \Delta t)$ ,  $L_{отк}(t + \Delta t)$ ,  $L_{кр}(t + \Delta t)$ ,  $t_{12ТР}^Ф(t + \Delta t)$  и сравнения аналогичных данных с периодом  $t$  (поз. 7).

Конечный результат управления объемами ТО и ТР выражается в получении персоналом ГУАИ приращения  $ТГ \Delta \alpha_2^{ок}(t + \Delta t)$  в сравнении с  $\Delta \alpha_2^{ок}(t)$ . При  $\Delta \alpha_2^{ок}(t + \Delta t) < 0$  необходим анализ факторов по элементам реализующего алгоритма (поз. 8). Период  $\Delta t$  равен одному часу, смене и т.д.

Реализующий алгоритм подсистемы управления ресурсом и затратами на шины предусматривает выполнение профилактических и ремонтных работ элементов автомобиля с учетом следующих альтернатив (поз. 1, рис. 38):

- при интенсивности изнашивания протектора  $\Delta h_{уд}^{\Phi}$ , превышающем нормативное значение  $\Delta h_{уд}^n$ ;
- при неравномерном износе протектора;
- при выполнении ТО и ТР.

Для управления ресурсом и затратами на шины по интенсивности их изнашивания необходимы исходные данные: средняя величина высоты рисунка протектора  $h$ , нормативная величина пробега шины  $L_{ш}^n$  для данного типа автомобиля; остаточная высота рисунка протектора  $h_c$ , регламентированная правилами дорожного движения. Нормативная интенсивность изнашивания определяется из выражения

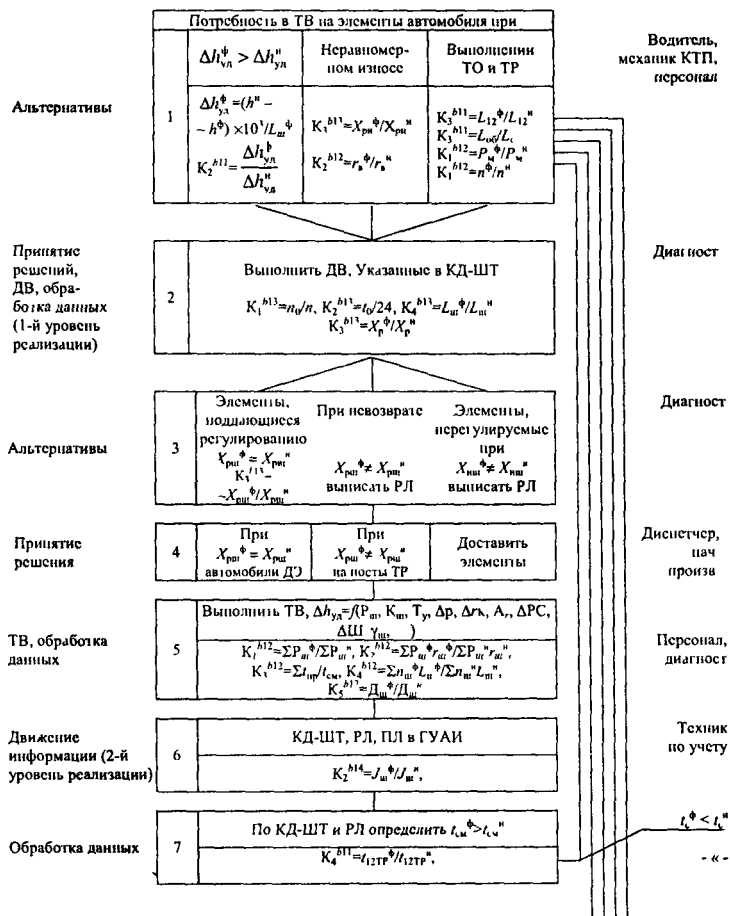
$$\Delta h_{уд}^n = (h - h_0)10^3/L_{ш}^n.$$

Фактическая интенсивность изнашивания протектора шины находится по формуле  $\Delta h_{уд}^{\Phi} = (h^n - h_i)10^3/L_{ш}^{\Phi}$ , где  $h^n$ ,  $h_i$  — начальное и текущее значение высоты рисунка протектора;  $L_{ш}^{\Phi}$  — фактический пробег шины между  $h^n$  и  $h_i$ .

Анализ соотношения  $\Delta h_{уд}^{\Phi}$  и  $\Delta h_{уд}^n$  с определением коэффициента осуществляется техником по учету шин.

Неравномерный износ шин выявляется водителем на линии и при возврате автомобиля механиком КТИЛ. Анализ причин неравномерного износа шин проводится персоналом с определением коэффициентов  $K_3^{b13}$  и  $K_2^{b12}$ . При выполнении работ ЕО, ТО-1, ТО-2, ТР предусмотрены ТВ по элементам автомобилей, влияющих на ресурс шин, и анализ коэффициентов  $K_3^{b11}$ ,  $K_6^{b11}$ ,  $K_1^{b12}$ ,  $K_2^{b13}$ .

Решения о выполнении ТВ принимаются на разных уровнях служебной иерархии на основе Д и выдачи результатов в карте КД-ШТ. В каждом из видов ТО и Р определяется номенклатура и объем работ. Показатели подсистемы Д анализируются коэффициентами  $K_1^{b13}$ ,



**Рис. 38. Реализующий алгоритм управления затратами на шины**



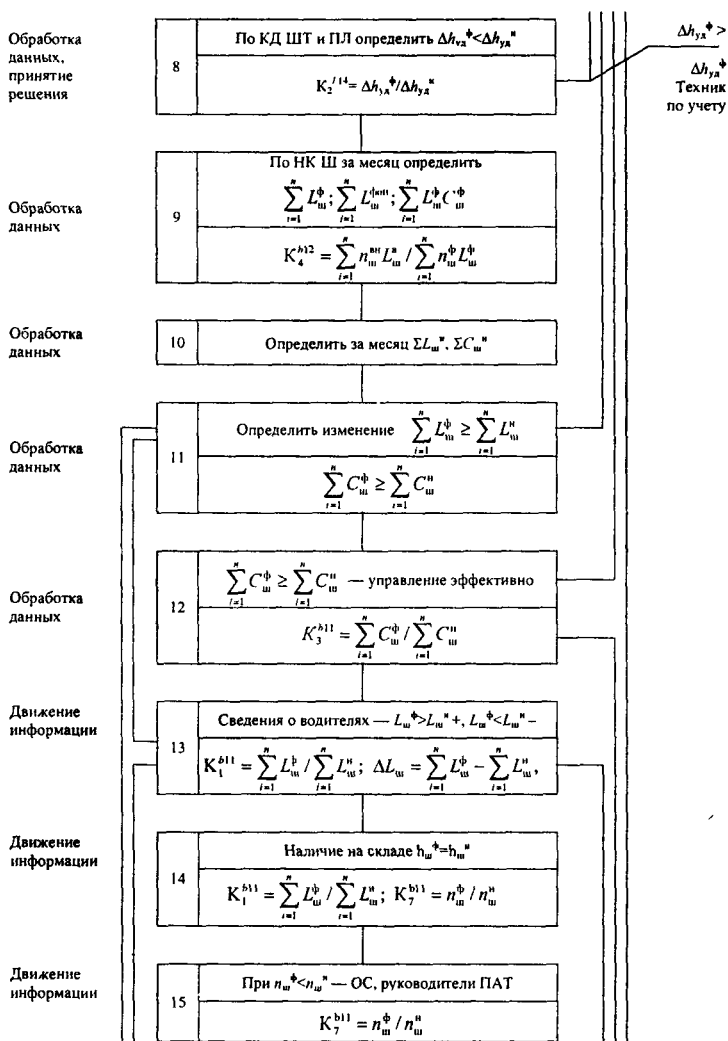


Рис. 38. (продолжение)

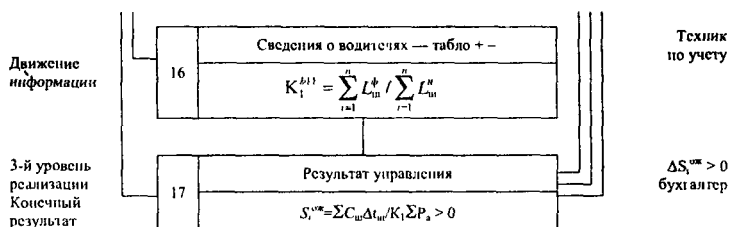


Рис. 38. (окончание)

$K_2^{b13}$ ,  $K_3^{b13}$ ,  $K_4^{b13}$  (поз. 2). Этим заканчивается 1-й уровень реализации (уровень Д) управления.

Второй уровень реализации (уровень ТВ) рассматривает альтернативы и принятие последующих решений (поз. 3, 4). Элементы автомобиля  $X$ , ТС которых влияет на ресурс шин и поддается регулированию, доводятся до возможного номинала  $X_p^H$  на постах Д (ТО) с приведением  $K_3^{b13} = 1$ ; при невозврате регулируемых элементов в допуск автомобиль направляется на посты ТР с картой КД-ШТ. На нерегулируемые элементы при  $X_{нш}^{\Phi} = X_{нш}^H$  выписывается РЛ и автомобиль направляется на посты ТР, где в соответствии с КД-ШТ и РЛ выполняются ТВ по элементам автомобиля, параметры которых отличаются от  $X_{нш}^H$  (поз. 5). После выполнения всех операций на постах Д, ТО, ТР в ГУАИ осуществляется обработка данных КД-ШТ, РЛ и ПЛ соответствующими исполнителями с анализом коэффициентов  $K_1^{b12}$ ,  $K_2^{b12}$ ,  $K_3^{b12}$ ,  $K_4^{b12}$ ,  $K_1^{b12}$ .

На 3-м уровне реализации по данным обработанных документов определяются: соотношение трудоемкости  $t_{12ТР}^{\Phi}$  и  $t_{12ТР}^H$  (поз. 7); соотношение фактической и нормативной интенсивности изнашивания  $\Delta h_{уд}^{\Phi}$  и  $\Delta h_{уд}^H$  (поз. 9); фактические и нормативные затраты на шины (поз. 10–12); сведения о водителях, имеющих перепробег (недопробег) шин на закрепленных автомобилях (поз. 13, 16); наличие (запас) шин на складе (поз. 14, 15), В каждой из рассмотренных позиций персоналом и руководителями ПАТ принимаются решения, направленные на

«расшивку» узких мест и поддержание принятого режима управления. Конечным результатом управления подсистемой (поз. 17) является получение приращения (сокращения) себестоимости перевозок по статье «Восстановление износа и ремонт шин». Получение отрицательного результата требует детального анализа всех позиций реализующего алгоритма соответствующими исполнителями.

Реализующий алгоритм управления затратами на топливо (рис. 39) строится аналогично алгоритму управления ресурсом и затратами на шины. Потребность в технических воздействиях возникает в двух случаях (поз. 1):

- при фактических расходах топлива  $Q_{\tau}^{\Phi}$  превышающих нормативные  $Q_{\tau}^{\text{н}}$ ;
- при выполнении ТО и ТР.

В первом случае перерасход топлива определяется на основе ежесуточного анализа и определения коэффициентов  $K_1^{b_{23}}$ ,  $K_2^{b_{23}}$ ,  $K_3^{b_{23}}$ ,  $K_4^{b_{23}}$ , проводимых техником по учету. При выявлении автомобилей, у которых  $Q_{\tau}^{\Phi} > Q_{\tau}^{\text{н}}$ , выписывается диагностическая карта КД-ШТ, где указываются необходимые предварительные диагностические воздействия по регулируемым и нерегулируемым элементам.

При выполнении ТО и ТР предварительное диагностирование ДВ (поз. 2) позволяет выполнять работы по элементам автомобиля, влияющим на расход топлива, по потребности. Соответствующие исполнители с помощью коэффициентов  $K_1^{b_{23}}$ ,  $K_2^{b_{23}}$ ,  $K_3^{b_{23}}$ ,  $K_4^{b_{23}}$  анализируют состояние дел с организацией диагностирования по рассматриваемой подсистеме. Этим заканчивается 1-й уровень реализации (уровень диагностирования).

На 2-м уровне реализации регулируемые элементы автомобиля  $X_{\text{рт}}^{\Phi}$ , ТС которых влияет на расход топлива, восстанавливаются на постах Д и ТО до номинального значения  $X_{\text{рт}}^{\text{н}}$ . В том случае, когда не удастся довести регулируемые элементы до номинального значения, выписывается РЛ, и автомобиль направляется на посты ТР. На эти же посты направляются автомобили

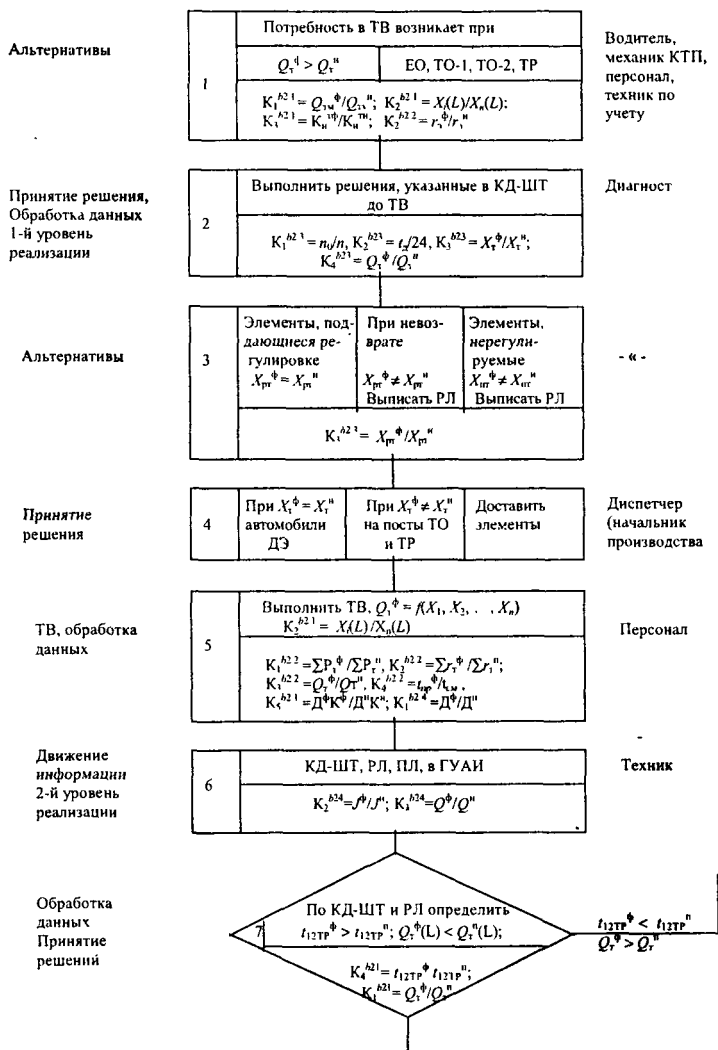


Рис. 39. Реализующий алгоритм управления затратами на топливо

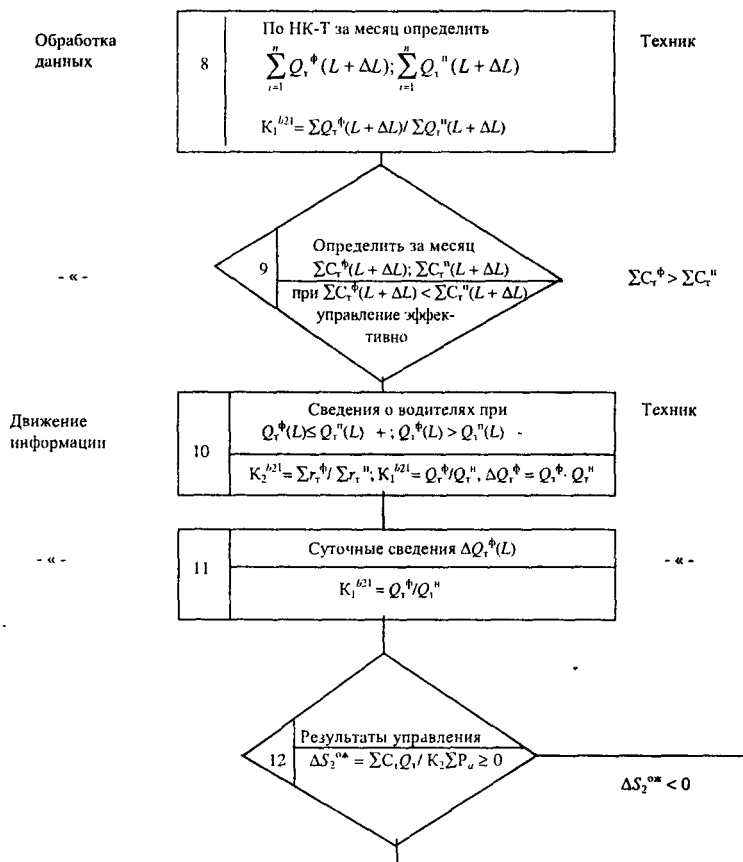


Рис. 39. (окончание)

для выполнения ТВ на нерегулируемых элементах (поз. 3, 4). Решение о конкретных ТВ принимается диспетчером производства на основе анализа коэффициентов  $K_1^{b22}$ ,  $K_2^{b22}$ ,  $K_1^{b21}$ ,  $K_4^{b22}$ ,  $K_5^{b22}$ ,  $K_1^{b22}$  (поз. 5). После выполнения необходимых ТВ результаты реализации принятых решений отмечаются бригадиром ТО (ТР) в диагностичес-

кой карте КД-ШТ, ремонтном листке РЛ и анализируются техником по учету (поз. 6).

На третьем уровне реализации (поз. 7–12) техником по учету анализируются соответствие фактических и нормативных трудоемкостей ( $K_4^{b21}$ ), фактических и нормативных расходов топлива ( $K_1^{b21}$ ) по водителям, автомобилям и предприятию в целом. Бухгалтерия определяет адекватные затраты фактические и нормативные на топливо по ПАТ с выходом на себестоимость перевозок и получение величины  $\Delta S_2^{ож} > 0$ .

Если результат  $\Delta S_2^{ож} < 0$ , необходимо вновь проанализировать цепочку факторов (коэффициенты  $K_i^{bv}$ ) и принять соответствующие решения, направленные на поддержание подсистемы в требуемом режиме. Аналогично решается вопрос управления затратами на смазочные материалы и получение приращения  $\Delta S_3^{ож}$ .

Бухгалтерии необходимо суммировать все приращения  $\Delta S_i^{ож}(t + \Delta t)$  и материалы конечного результата выдать исполнителям, задействованным в подсистемах, и руководителям предприятия.

### 13.2. Реализация системы управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки

Ни одна отрасль хозяйственной деятельности не может обойтись без транспортных услуг. Автомобильный транспорт является одним из элементов единой государственной транспортной системы, и его доля в общем объеме перевозок достаточно велика — 77% по грузовым, 65% — по пассажирским перевозкам. Он потребляет более половины материально-технических ресурсов страны. Кроме того автомобильный транспорт имеет очень высокую себестоимость перевозок, в 10–12 раз выше, чем на железнодорожном и водном транспорте.

На транспорте общего пользования основными подразделениями, обеспечивающими выполнение транспортного процесса, являются предприятия автомобильного транспорта (ПАТ).

Эффективность функционирования такой сложной системы, как ПАТ, в условиях рыночной экономики оценивается получением максимально возможной прибыли при высококачественном обеспечении транспортного процесса. Известно, что пассажирские автотранспортные предприятия (ПАТП) нередко убыточны, а недостаток денежных средств компенсируется за счет региональных бюджетов, поэтому повышение эффективности работы ПАТП возможно в основном за счет снижения материально-технических затрат на перевозки.

Существующие в настоящее время на автомобильном транспорте системы управления характеризуются рядом недостатков, которые не позволяют достичь максимальной эффективности функционирования ПАТП, к их числу можно отнести:

- ♦ отсутствие единой автоматизированной системы управления ПАТП;
- ♦ используемые системы управления, как правило, предназначены для решения учетно-статистических задач;
- ♦ отсутствие формализованных методов решения комплексных задач управления материально-техническими затратами на перевозки;
- ♦ нет механизма адаптации систем управления к условиям эксплуатации предприятия и многие другие.

Большинство этих недостатков связано с тем, что эффективность управления зависит от оперативного и точного учета движения всех материальных ценностей, доходов, расходов и прибыли по каждому автомобилю, подразделению и работнику, от быстрого реагирования системы на изменяющиеся условия, конъюнктуру и цены. Необходимо наличие методов и средств сравнения и оптимизации вариантов принимаемых решений. Иными словами, необходимо информационное обеспечение функционирования производства. Управление любым производством должно базироваться на достоверной и оперативной информации об управляемом объекте. Объемы информации, обрабатываемые на ПАТП, довольно велики.

Так, на предприятии с парком 450 автомобилей ежемесячно обрабатывается 13–14 тыс. путевых листов, до 3 тыс. заявок на запчасти и материалы, более 1,5 тыс. ремонтных листов. Суммарный объем обрабатываемой месячной информации достигает 13–14 Мб.

Одним из способов решения вышеперечисленных проблем на сегодняшний день является создание высокоэффективных автоматизированных систем управления с использованием персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ), которые устанавливаются непосредственно на рабочих местах пользователей, образуя так называемое автоматизированное рабочее место (АРМ), по существу это новый этап в развитии технологии управления — этап персонализации АСУ.

Вновь создаваемые системы управления предприятиями имеют следующие отличительные особенности:

- человеко-машинные единицы управления;
- принятие решений непосредственно ПЭВМ (в отдельных задачах управления);
- прогнозирование состояния системы;
- адаптация систем к конкретным условиям работы предприятия.

### **1. Современное состояние пассажирского транспорта**

Условия рыночных отношений наложили на развитие автомобильного транспорта свои отраслевые особенности, которые повлекли экономические, технические и социальные последствия. В связи с этим от всех участников производственного процесса требуются соответствующие своевременные действия.

Как показывает анализ, состояние пассажирских автобусных перевозок в г. Москва имеет свои специфические особенности.

Если городские автобусные перевозки в г. Москва осуществляются восемнадцатью автобусными парками, которые работают под руководством ГК «Мосгортранс» (в данном случае вертикальные связи сохранены), то в дру-



гих регионах пассажирские автобусные предприятия работают практически самостоятельно.

Известно, что городские автобусные перевозки убыточны, разница между расходами автобусного предприятия и доходами, полученными от перевозки пассажиров производится из городского бюджета. Доходность автобусных предприятий в г. Москва, по данным ГК «Мосгортранс», в 1998 году составила 42% в общих расходах автобусных АТП. Распределение дотаций между предприятиями производится пропорционально отработанным место-км.

Автобусные предприятия слабо заинтересованы в повышении объема перевозок и качества предоставляемых услуг, так как это только увеличивает, при сохранении низкого тарифа, себестоимость перевозок, которая за последние годы резко возросла.

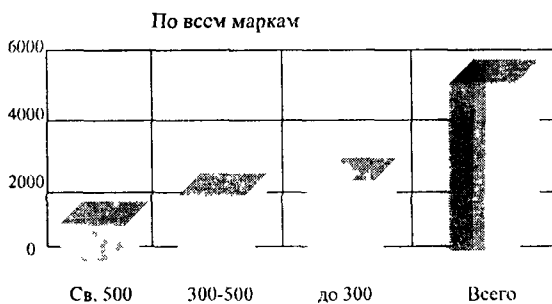
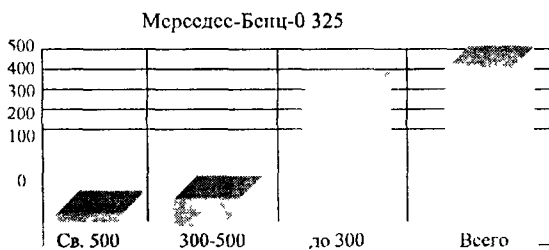
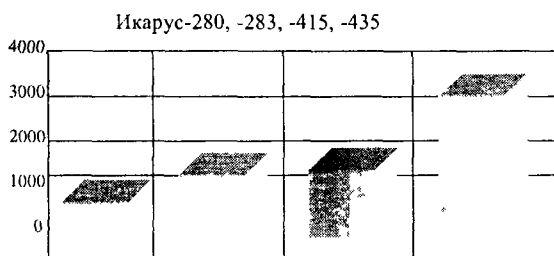
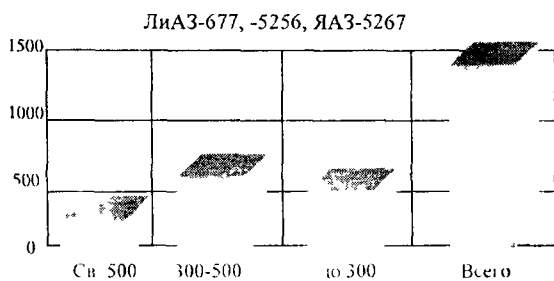
Наблюдается старение парка автобусов, которое выражается в увеличении доли автобусов с пробегом более 500 тыс. км. Их количество по состоянию на 1.01.99 представлено на рис. 40.

Из рис. 40 видно, что наибольший пробег с начала эксплуатации имеют автобусы марки ЛиАЗ (свыше 500 тыс. — 20,55% от списочного состава), а наименьший — Мерседес-Бенц (0,1%), что объясняется усилиями правительств РФ и г. Москвы по обновлению парка автобусов в г. Москва. В частности, в 1994 году были произведены закупки автобусов Мерседес-Бенц-О 325 производства Турции, и, начиная с 1997 года, восстановлены поставки автобусов Икарус новой «400 серии» производства Венгрии.

Анализ работы автобусов ГК «Мосгортранс» за последние 12 лет представлен в табл. 29.

Однако несмотря на поставки автобусов в городские пассажирские предприятия наблюдается тенденция на уменьшение линейных автобусов (рис. 41).

Старение парка автобусов и снижение их количества еще более негативно влияют на условия работы автобусов, что выражается в огромных перегрузках на подвижной состав и его ускоренном износе. В настоящее время



**Рис. 40. Распределение численности автобусного парка Москвы по пробегу с начала эксплуатации в тыс. км (по состоянию на 1.01.99)**

38,2% списочного состава по своему фактическому состоянию требует замены или капитального ремонта.

Следует отметить, что тенденция закупки нового зарубежного подвижного состава, который отличается высокими технико-эксплуатационными показателями и конструкцией, будет сохраняться несмотря на то, что цены на импортные автобусы очень большие по сравнению с ценами на отечественные автобусы (рис. 42).

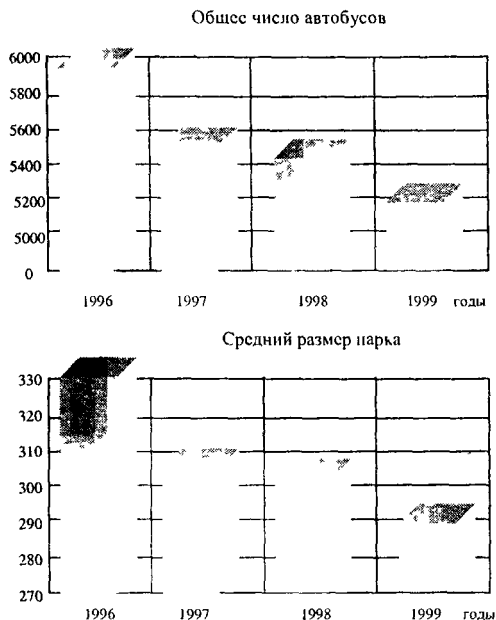
Конечно, тенденция вытеснения отечественных марок автобусов из пассажирских предприятий г. Москвы и замены их на новые зарубежные модели имеет свои последствия:

- ♦ повышение затрат на ТО и ТР автобусов из-за высоких цен на запасные части, уровень которых определяют фирмы-монополисты. Например, коленчатый вал к 6-цилиндровому двигателю Мерседес-Бенц стоит 4807,7 долл. США (Икаруса — 1014,9 долл., т.е. в 4,74 раза дешевле) и т. д;

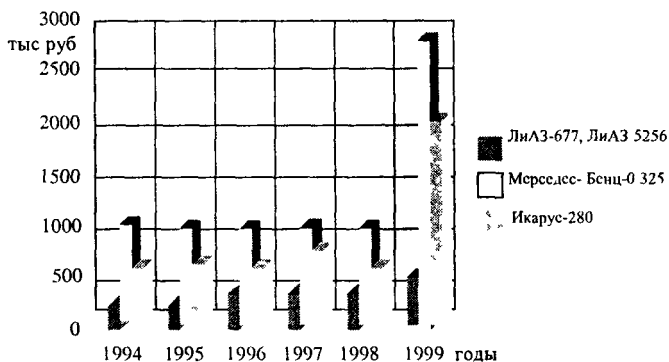
Таблица 29

**Основные показатели использования линейных автобусов  
в ГК «Мосгортранс»  
(по состоянию на 1 января каждого года)**

Год	Кол-во автобусных парков, ед.	Средне-списочное число автобусов, ед.	Средний размер парка, ед.	Средний коэффиц. выпуска автобусов	Среднесут. время работы автобуса, ч	Среднегод. пробег одного автобуса, тыс.км
1985	16	7831	489	0,750	11,34	64,9
1986	16	7894	493	0,772	12,41	66,6
1987	16	7813	488	0,795	12,72	69,2
1988	16	7830	489	0,788	12,44	66,8
1989	16	8019	501	0,740	12,43	62,2
1992	17	6307	371	0,552	12,73	47,2
1993	17	5627	331	0,497	12,31	41,8
1994	17	5767	339	0,635	12,33	51,0
1995	17	5646	332	0,677	12,32	56,1
1996	18	5948	330	0,682	12,34	56,4
1997	18	5533	307	0,636	12,04	51,8
1998	18	5498	305	0,650	12,19	51,8
1999	18	5226	290			



**Рис. 41.** Динамика изменения количества автобусов в городских автобусных парках г. Москвы (по состоянию на 1 января каждого года)



**Рис. 42.** Динамика изменения цен на городские автобусы (цены пересчитаны с учетом реформы 1997 г.)

- ♦ увеличение амортизационных отчислений из-за роста цен на подвижной состав за последнее время. Динамика цен на городские автобусы приведена на рис. 42. Резкий рост цен в 1999 году на зарубежные автобусы связан с обвалом рубля по отношению к доллару США;
- ♦ необходимость выделения дополнительных средств для обеспечения качественного проведения работ по ТО и ремонту, на обновление производственно-технической базы и на повышение квалификации производственного персонала.

Возросли эксплуатационные затраты автобусного предприятия также из-за роста заработной платы работникам предприятия.

Обобщая, следует отметить:

1. Особенности развития пассажирского транспорта в целом можно свести к следующему:

— увеличение хозяйственной и экономической самостоятельности предприятий в условиях рыночных отношений;

— разукрупнение и диверсификация транспортных предприятий;

— сокращение доходов и рост расходов, необходимость жесткого контроля за величиной и источниками доходов и расходов;

— сокращение объемов перевозок и рост конкуренции.

2. Совершенствование механизмов управления на пассажирских автотранспортных предприятиях для улучшения экономических и эксплуатационных показателей необходимо проводить в основном по следующим направлениям:

— более полное и эффективное использование выделяемых городскому пассажирскому транспорту материальных ресурсов;

— гибкое регулирование материальными затратами на пассажирские перевозки с учетом возраста подвижного состава и обеспечения его необходимого технического состояния;

— повышение заинтересованности персонала водителей, ремонтных рабочих и инженерно-технических работников в конечных результатах своего труда, оплата труда должна зависеть от качества работы и затрат.

Следовательно, ориентирование на рыночные отношения требует проведения исследований в области совершенствования систем управления предприятиями на базе принципиально новых технологических процессов на транспорте, которые по существу являлись бы системами, обеспечивающими оптимальные варианты принятия решений с целью повышения эффективности работы.

## **2. Анализ систем управления и методов моделирования на автомобильном транспорте**

В процессе управления происходит обмен информацией между управляющим и управляемым элементами. Целесообразно рассмотрение системы в совокупности с ее внутренними и внешними связями, которые представляют собой каналы информации.

Под моделью системы управления понимается упрощенная форма представления реальных процессов и взаимосвязей в системе, позволяющая изучить, оценить и спрогнозировать влияние составляющих элементов на поведение системы в целом, то есть ее описание в аналитической, графической, табличной или иной форме.

В модели должны быть реализованы принципы прямой и обратной связи. В качестве прямой связи выступают управляющие воздействия на объект, в качестве обратной связи — оперативная информация о состоянии элементов системы.

Рассмотрим традиционный процесс построения модели. Сначала проводится анализ и определяются цель проектируемой системы (модели) и предполагаемые составляющие (элементы). Автор модели производит определение необходимого перечня элементов и построение структуры системы, исходя из собственного опыта и анализа источников, затем определяет возможные связи между элементами. На

следующем этапе он подтверждает их наличие тестированием, то есть экспериментально. Многие ошибки выявляются только в процессе функционирования модели или построенного по ней объекта. Известно, что исправление подобных ошибок на стадии проектирования стоит в 2 раза, на стадии тестирования в 10 раз, а на стадии эксплуатации системы в 100 раз дороже, чем на стадии анализа.

Таким образом, при создании модели важно понять сущность рассматриваемой проблемы, четко сформулировать стратегическую цель и задачи каждого этапа проектирования, чтобы на этой основе определить перечень необходимых элементов модели. Возникает необходимость использования метода, позволяющего формализовать создание модели от начального (анализа проблемы и постановки задач) и до конечного (тестирование и эксплуатация системы) этапа.

Одним из наиболее признанных во всем мире методов построения сложных систем является концепция SADT-модели [14,15].

SADT — аббревиатура слов Structured Analysis and Design Technique (методология структурного анализа и проектирования) — это графическое обозначение и подход к описанию систем. SADT была создана для описания системы и ее среды при проектировании и анализе функционирования сложных систем в таких областях, как системная поддержка и диагностика, долгосрочное и стратегическое планирование, автоматизированное проектирование и т.д.

Широкое распространение данная методика получила благодаря возможности реализации таких системных характеристик, как управление и обратная связь.

Основным достоинством данной системы является то, что она объектно ориентирована и что все объекты, включая подсистемы, определяются и описываются сверху вниз до нужного уровня детализации. Широкое применение SADT показало, что ее можно сочетать с другими структурными методами.

Описание системы с помощью SADT-диаграмм называется SADT-моделью. При построении модели исполь-

зуются как естественный, так и графический языки. Для каждой моделируемой системы определяется цель, субъект и точка зрения модели. Достижение цели является критерием окончания моделирования. Субъект определяет, что включить в модель, а что исключить из нее. SADT-модель имеет только один субъект, и им является сама система. Точку зрения можно представить, как место (позицию) человека или объекта, на которое надо встать, чтобы увидеть систему в действии. Точка зрения диктует автору модели выбор нужной информации о субъекте и форму взаимоувязанных описаний, начиная с самого верхнего уровня всей системы и кончая подробным описанием деталей или операций системы.

Каждое из таких взаимосогласованных описаний называется диаграммой. SADT-модель объединяет и организует диаграммы в иерархические структуры, в которых степень детализации объекта увеличивается от верхнего уровня к нижнему. То есть такую модель можно представить в виде древовидной структуры, где верхняя диаграмма является наиболее общей, а самые нижние наиболее детализированы. Такая схема требует согласованного наименования и учета объектов системы с тем, чтобы две диаграммы можно было рассматривать как взаимосвязанные элементы модели, что обеспечивается такими элементами модели, как контекст и коды.

Анализируя принципы функционирования SADT-модели, необходимо отметить, что они наилучшим образом отражают требования к структурным моделям, применяемым в автомобильном транспорте. Действительно, в процессе структурного моделирования систем управления (техническим состоянием, затратами, ресурсом элементов) возникает необходимость определить границы системы, перечень необходимых элементов и их функции. Все эти задачи могут быть решены в процессе построения SADT-модели.

Таким образом, следует признать целесообразным применение методики SADT-моделирования при разработке системы управления на пассажирском транспорте.



### **3. Разработка структуры системы управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки**

#### **Построение SADT-модели**

Как показал анализ, проведенный ранее, система управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки должна отвечать следующим требованиям:

1. Учет рыночных отношений.
2. Обеспечение необходимого технического состояния подвижного состава.
3. Базирование на современных методах обработки информации.
4. Учет условий и результатов работы как конкретных единиц подвижного состава, так и каждого исполнителя.
5. Охват всех сторон деятельности предприятия.
6. Адаптация к конкретным эксплуатационным условиям предприятия.
7. Органичное внедрение в любое предприятие с любыми системами эксплуатации.
8. Возможность дальнейшего развития.

Одной из главных задач, стоящих перед разработчиком, является определение необходимой номенклатуры элементов системы, их функций и взаимосвязи. Наиболее эффективный способ решения — построение SADT-модели. Основные принципы построения изложены в предыдущем разделе. В данном разделе рассматривается процесс построения SADT-модели и ее описание.

Прежде, чем определять функциональную структуру системы управления материально-техническими затратами, необходимо сформулировать цель, которая должна быть достигнута в процессе построения модели и точку зрения, с которой данная модель будет рассматриваться.

Для формулировки цели поставим ряд вопросов, ответы на которые должна давать модель. Основной вопрос, который должен решаться персоналом автотранспортного предприятия, звучит следующим образом:

1. *Как обеспечить эффективность системы управления материально-техническими затратами на авто-*

*бусные перевозки и необходимое заданное техническое состояние подвижного состава?*

Снижение материально-технических затрат на перевозки обеспечивает эффективность системы управления. Заданное техническое состояние подвижного состава также связано с материально-техническими затратами. Однако необходимо определить, какими составляющими материально-технических затрат необходимо в данный момент управлять для получения высокой эффективности и заданного технического состояния подвижного состава, то есть дать ответ на следующий вопрос.

*2. Какие подсистемы включить в систему управления материально-техническими затратами на перевозки?*

Формирование оптимального комплекса подсистем в системе управления материально-техническими затратами возможно только на основе технико-экономической информации о работе конкретного предприятия, а также на основе экспертной оценки комплекса ведущими специалистами предприятия.

*3. Какой или какие критерии используются для оценки эффективности системы управления материально-техническими затратами на перевозки?*

Из большого разнообразия критериев, которые используются для оценки эффективности системы управления материально-техническими затратами на автомобильные перевозки, с учетом рыночных отношений следует признать в качестве глобального критерия относительный коэффициент эффективности, который представляет собой отношение фактических материально-технических затрат к затратам планомерно-расчетным, а в качестве локальных критериев предлагается использовать относительные коэффициенты эффективности по отдельным подсистемам и задачам управления.

*4. Как управлять системой материально-технических затрат на перевозки?*

Рекомендуется применять систему управления с обратной связью, построенную на современных компьютерных информационных технологиях.

Таким образом, определены основные вопросы, ответы на которые должна дать построенная модель. Цель построения модели формулируется на основе их перечня.

Определить функции, входящие в процесс обеспечения высокой эффективности перевозок при заданном техническом состоянии подвижного состава, и понять, как эти функции взаимосвязаны между собой для того, чтобы построить систему управления материально-техническими затратами на перевозки.

В качестве точки зрения модели предлагается использовать позицию директора автотранспортного предприятия, так как только он может контролировать весь процесс управления материально-техническими затратами на перевозки. Модель системы управления материально-техническими затратами на перевозки отражает производственный процесс, и поэтому диаграммы располагаются с учетом технологического и иерархического аспектов.

Вопросы, цель и точка зрения модели приведены на диаграмме Д 001 (приложение 4).

На диаграмме (рис.43) рассматривается первичный блок модели «Обеспечить повышение эффективности системы управления материально-техническими затратами на перевозки».

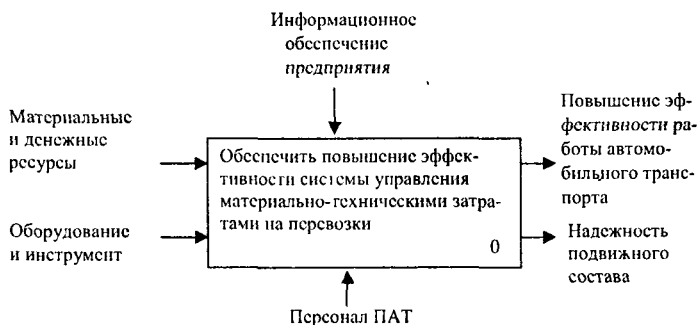


Рис. 43. Функциональный первичный блок SADT-модели «Обеспечить повышение эффективности системы управления материально-техническими затратами на перевозки»

В качестве управляющего входа блока выступает информационное обеспечение системы управления материально-техническими затратами, которое включает в себя информацию о технико-экономических показателях работы предприятия, нормативное, документальное и методическое обеспечение.

Для обеспечения повышения эффективности системы управления материально-техническими средствами на перевозки необходимыми элементами являются материальные и денежные ресурсы, а также оборудование и инструмент. Первый включает в себя материальные и денежные ресурсы, необходимые для создания и совершенствования системы управления материально-техническими затратами на перевозки с целью повышения ее эффективности, оборудование и инструмент (диагностическое оборудование, оборудование для технических и ремонтных воздействий, аппаратные средства управления, программные средства и др.).

В качестве механизма образования выступает персонал предприятия. Выходами блока являются оценка эффективности системы управления материально-техническими затратами на перевозки и заданное техническое состояние автомобиля.

Данный блок детализирован на рис. 44.

В процессе обеспечения повышения эффективности системы управления материально-техническими затратами на перевозки используются функции, образующие два блока диаграмм: «Формировать комплекс задач системы управления материально-техническими затратами на перевозки» (поз. 1) и «Реализовать комплекс задач системы управления материально-техническими затратами на перевозки» (поз. 2).

Блок «Формировать комплекс задач системы управления материально-техническими затратами на перевозки» получает необходимую информацию о системе управления материально-техническими затратами на перевозки в виде комплекса нормативных документов и технико-экономическим показателей работы предприятия.

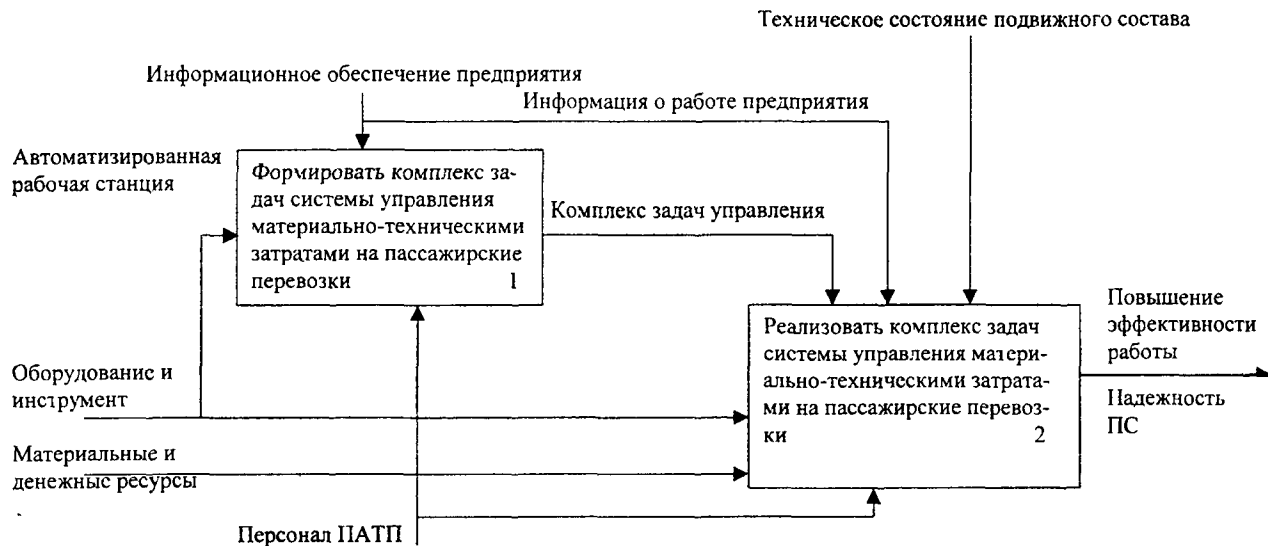


Рис. 44. Функция «Обеспечить повышение эффективности системы управления материально-техническими затратами на перевозки».

Кроме того, технико-экономические показатели работы предприятия обеспечивают обратную связь в системе управления, способствуя ее совершенствованию. Для обработки поступающих данных и формирования элементов выхода используется автоматизированная рабочая станция (АРС). Фактически блок отражает функции, выполняемые руководителем предприятия. Выходами данного блока являются комплекс задач управления системы материально-техническими затратами и информационное обеспечение комплекса задач управления, куда входят нормативы, методики и документы, разрабатываемые предприятием. Выходы рассмотренного блока являются элементами управления для блока «Реализация комплекса задач системы управления материально-техническими затратами на перевозки».

Реализация комплекса задач управления материально-техническими затратами на перевозки выполняется персоналом предприятия с учетом имеющегося на предприятии оборудования и инструмента, а также материальных и денежных ресурсов, которыми предприятие располагает.

На рис. 45 детализируется блок «Формировать комплекс задач системы управления материально-техническими затратами на перевозки» (см. рис. 44, поз. 1).

Предлагается рассматривать процесс формирования комплекса задач системы управления материально-техническими затратами на перевозки как две взаимосвязанные функции, давшие названия блокам, содержание которых представлено на рис. 45.

Первый блок «Обработать и проанализировать технико-экономические показатели работы предприятия» (см. рис. 45, поз. 3) обеспечивает сбор, обработку и анализ информации о результатах работы предприятия. Выходом данного блока является комплекс задач системы управления оценки и информация о результатах работы предприятия для последующей экспертной оценки. В качестве входа блока выступает автоматизированная рабочая станция, а в качестве механизма — персонал инженерно-технических работников предприятия.

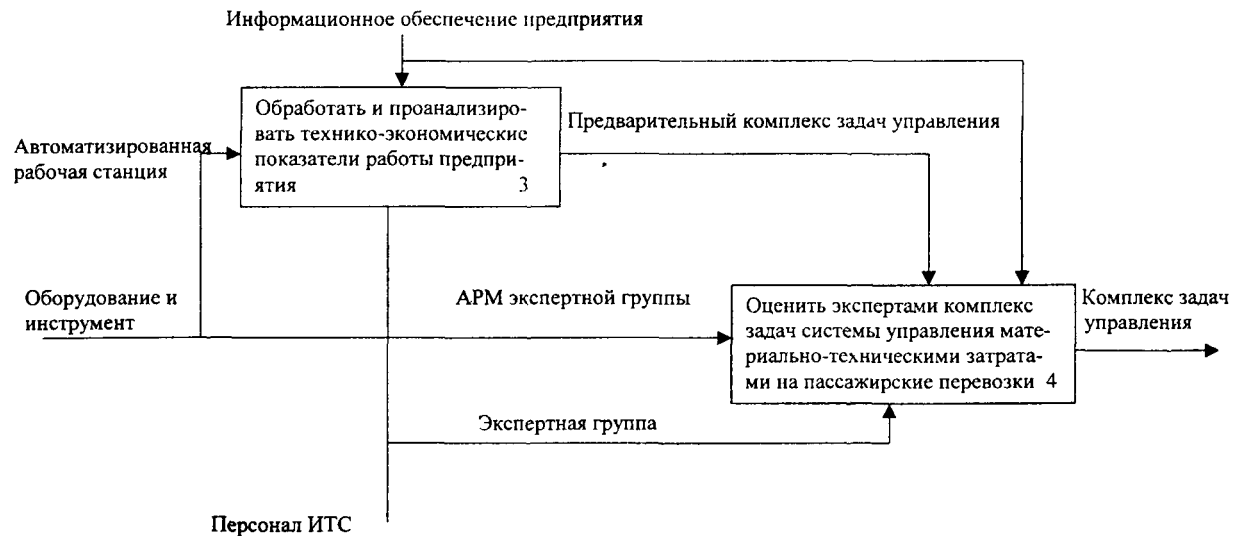


Рис. 45. Функция «Формировать комплекс задач системы управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки»

Второй блок «Оценить экспертами комплекс задач системы управления» (см. рис. 45, поз. 4) выполняет окончательное формирование комплекса задач системы управления материально-техническими затратами на перевозки. В качестве входа блока — оборудование и инструмент, функцию выполняют инженерно-технические работники предприятия.

На рис. 46 детализируется блок «Реализовать комплекс задач управления материально-техническими затратами на перевозки» (см. рис. 44, поз. 2). Он включает четыре взаимосвязанные функции, соответствующие названиям блоков.

Блок «Собирать и передавать информацию» (см. рис. 46, поз. 5) обеспечивает процесс управления материально-техническими затратами агрегированной информацией, то есть систематизирует ее поток. В качестве входа блока выступает коммуникационная сеть и ее элементы, в качестве механизма — оператор ПЭВМ.

Блок «Хранить информацию» (см. рис. 46, поз. 6) описывает функцию хранения и выдачи по мере необходимости нормативного обеспечения системы, а также накопленной информации о прошлых состояниях элементов системы управления. В качестве инструмента выступает распределенная база данных. Хранящаяся информация не является статичной. Данные и нормативы периодически обновляются, что отмечено на диаграмме соответствующими входами.

Блок «Обработать информацию» (см. рис. 46, поз. 7) реализует свою функцию при помощи пакета прикладных программ. Выходы блока: обновленные данные, поступающие на хранение, а также прогнозы и рекомендации, на основе которых осуществляются управляющие воздействия. Последний выход реализует функцию интеллектуальной поддержки принятия решения.

Блок «Осуществить управляющие воздействия» (см. рис. 46, поз. 8) последний и основной на данной диаграмме. Здесь, на основе поступившей и обработанной информации, сформированного комплекса управляющих воздействий в виде планов и директив, произво-



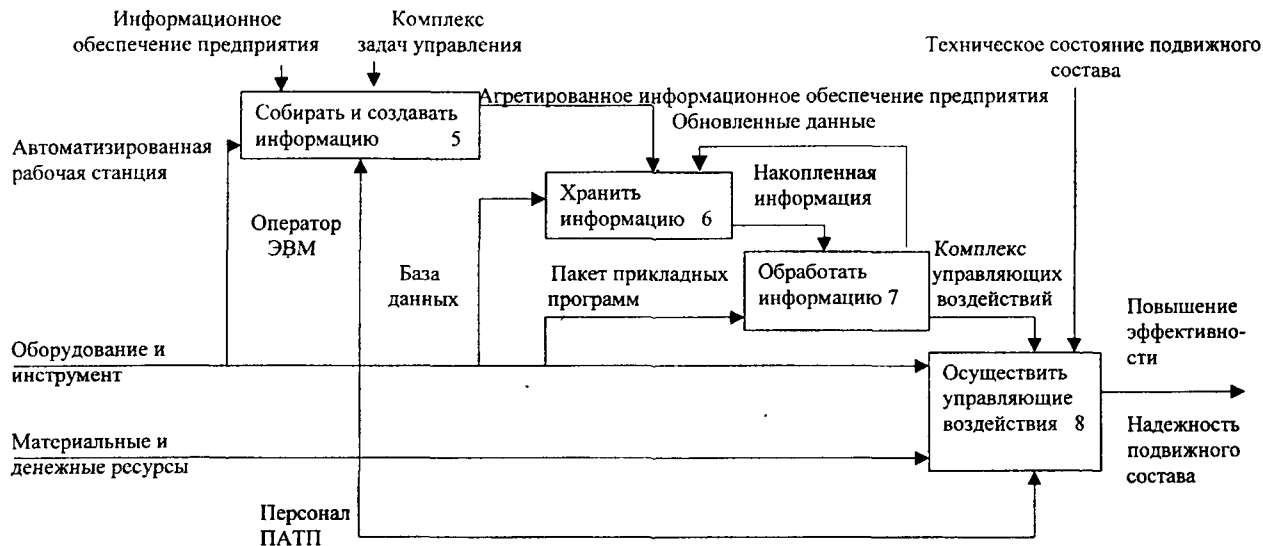


Рис. 46. Функция «Реализовать комплекс задач системы управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки»

дится практическая реализация данного комплекса. В качестве механизма преобразования выступает персонал ПАТП, инструментом преобразования является оборудование, инструмент, материальные и денежные ресурсы.

Таким образом, совокупность рассмотренных диаграмм представляет собой попытку использования методики SADT-моделирования при описании системы управления материально-техническими затратами на перевозки.

#### **4. Формирование общей структуры системы управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки на примере 11-го автобусного парка г. Москвы**

Система управления материально-техническими затратами автобусных перевозок должна включать подсистемы управления каждой составляющей материально-технических затрат. На предприятиях материально-технические затраты находят отражение в себестоимости перевозок. Поэтому необходимо произвести анализ составляющих себестоимости перевозок. Система управления должна включать ограниченный круг подсистем, который оказывает наибольшее влияние на материально-технические затраты, что связано с ресурсными ограничениями и невозможностью равного внимания к нескольким объектам управления. Таким образом, для предприятия следует выбрать несколько подсистем управления. В системах реально и эффективно управлять можно только  $7 + 2$  (число Мюллера) подсистемами или исполнителями.

Согласно вышеуказанному необходимо провести количественный анализ себестоимости автобусных перевозок. Как показывает распределение эксплуатационных затрат по статьям себестоимости, основные затраты связаны:

- зарплата и начисления на нее — 29%;
- накладные расходы — 27%;
- расходы на ремонт и техническое обслуживание — 22%;
- затраты на топливо — 15%.

На рис. 47, 48 представлено распределение эксплуатационных затрат, связанных с эксплуатацией подвижного состава, что говорит о том, что наиболее велики затраты на ремонт автобусов, кроме того, значительные расходы у автобусов зарубежного производства на шины.

Экспертная оценка проводилась с целью формирования комплекса первоочередных задач по повышению эффективности системы управления АТП. В связи с этим, экспертам была поставлена задача ранжировать задачи

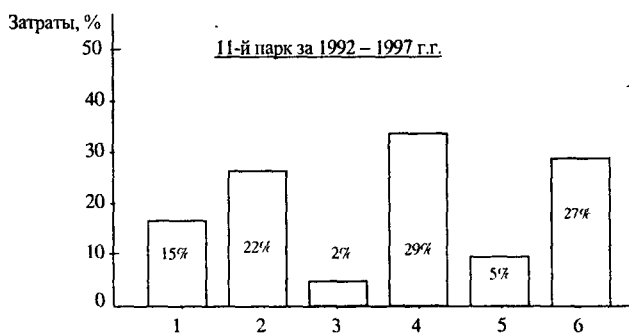


Рис. 47. Распределение эксплуатационного расхода по статьям: 1 — расходы на топливо; 2 — на ремонт и техническое обслуживание; 3 — износ и ремонт резины; 4 — зарплата основная; 5 — амортизация основных фондов; 6 — накладные расходы

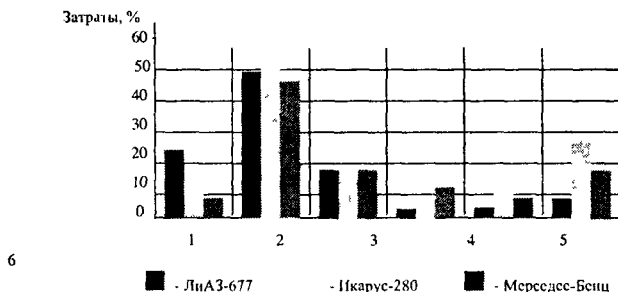


Рис. 48. Затраты по ремонту и содержанию подвижного состава 1 — капитальный ремонт; 2 — текущий ремонт; 3 — ТО-2; 4 — ТО-1; 5 — ЕО; 6 — шины

управления по степени их влияния на эффективность системы управления АТП:

1. Управление возрастной структурой парка.
2. Корректировка режимов ТО и закрепление маршрутов.
3. Управление качеством ТО и ремонта.
4. Оптимизация нормативов ТО и диагностирования.
5. Управление уровнем механизации.
6. Диспетчерское управление ТО и ремонтом.
7. Управление запасами запчастей и материалов.
8. Управление затратами на ТО и ремонт.
9. Управление расходами на топливо.
10. Управление расходами на шины.

Результаты проведенной оценки и расчеты приведены в таблице 30 и на рис. 49.

Значения коэффициента конкордации Кэнделла:

$$W = \frac{12 \cdot 6119,5}{11^2 \cdot (10^3 - 10)} = 0,613, (W > 0,5)$$

говорят о достаточной согласованности мнений экспертов.

Проверка гипотезы о неслучайности мнения экспертов по критерию Пирсона:

$$\chi_p^2 = 0,613 \cdot 11 \cdot (10 - 1) = 60,7.$$

Табличное значение  $\chi_{\tau}^2$  (при условии значимости 0,01) — 21,7. Так как  $\chi_p^2 > \chi_{\tau}^2$  ( $60,7 > 21,7$ ), то полученные результаты подтверждают гипотезу о неслучайности мнения экспертов.

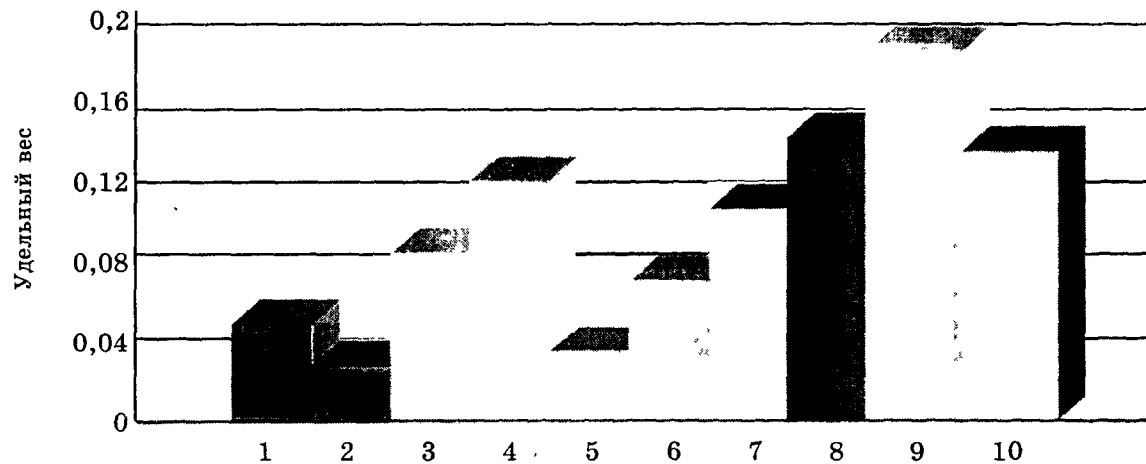
При выборе подсистем управления оперировали следующими главными качественными признаками:

1. Уровень влияния данной подсистемы на достижение цели.
2. Виды факторов, влияющих на подсистемы управления, которые подразделяют на:
  - управляемые, частично управляемые, учитываемые;
  - подвижные и консервативные;
  - ресурсоемкие и ресурсосберегающие;

Таблица 31

## Результаты экспертной оценки

Номер фактора	Номер эксперта											Сумма рангов $\Delta_k$	Отклонение суммы рангов $\Delta_k'$	Квадрат отклонения суммы рангов $(\Delta_k')^2$	Занимаемое место М	Вес фактора q
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
	Ранг фактора															
1	10	10	1,5	7	6	1,5	9	9	10	6	8	78,0	17,5	306,25	8	0,055
2	9	9	9	8	10	9,5	10	10	9	7	9	99,5	39,0	1521,00	10	0,018
3	6	6	7	3	4	1,5	6	6	6	10	3	58,5	-2,0	4,00	6	0,091
4	4	5	3,5	5	3	9,5	3	7	5	1	4	50,0	-10,5	110,25	4	0,127
5	7	8	10	9	9	7	8	8	8	8	10	92,0	31,5	992,25	9	0,036
6	8	4	8	10	7	3	7	5	7	9	7	75,0	14,5	210,25	7	0,073
7	3	7	6	4	8	8	4	4	4	5	5	58,0	-2,5	6,25	5	0,109
8	5	1	1,5	2	1	5	1	2	2	2	1	23,5	-37,0	1369,00	2	0,164
9	1	2	3,5	1	2	4	2	1	1	3	2	22,5	-38,0	1444,00	1	0,182
10	2	3	5	6	5	6	5	3	3	4	6	48,0	-12,5	156,25	3	0,145
Итого	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	605,0	-	6119,50	-	1,000



1. Управление возрастной структурой парка.
2. Корректирование режимов ТО и закрепление маршрутов.
3. Управление качеством.
4. Оптимизация нормативов ТО и диагностирования.
5. Управление уровнем механизации.

6. Диспетчерское управление ТО и ремонтом.
7. Управление запасами ЗЧ и материалов.
8. Управление затратами на ТО и ремонт.
9. Управление расходами на топливо.
10. Управление расходами на шины.

Рис. 49. Основные задачи системы управления АТП

— факторы, создающие предпосылки для экстенсивного и интенсивного развития производства.

Учитывая результаты анализа технико-экономических показателей работы 11-го автобусного парка г. Москвы и экспертной оценки специалистов предприятия, делается вывод, что система управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки должна включать основные четыре подсистемы управления:

- подсистема управления расходом на топливо;
- подсистема управления расходами на шины;
- подсистема управления затратами на ТО и ТР;
- подсистема управления расходами на запасные части и материалы.

### **Выводы**

1. Методика построения системы управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки с применением SADT-моделирования позволяет разработать структуру системы управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки с учетом конкретных условий эксплуатации отдельного пассажирского автотранспортного предприятия.

2. Экспериментальные исследования, проведенные на основании вышеописанной методики, по формированию системы управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки на примере 11-го автобусного парка города Москвы показали, что в систему управления материально-техническими затратами на данном предприятии должны быть включены четыре основные подсистемы: управление расходами на топливо, управление расходами на шины, управление затратами на ТО и ТР, управление затратами на запасные элементы.

3. Результаты исследований внедряются в 11-м автобусном парке города Москвы и приняты к внедрению ГК «Мосгортранс». Для решения задач вышеуказанных подсистем управления материально-техническими затратами на пассажирские перевозки разработаны структурное, функциональное, алгоритмическое и программное обеспечение.

### 13.3. Экономическая эффективность от внедрения системы управления

Расчет годового экономического эффекта и других показателей, на основе которых оценивается целесообразность внедрения разработанной системы управления с использованием диагностической информации, основывается на определении изменения показателей хозяйственной деятельности предприятия — объема перевозок, себестоимости, прибыли и др.

Основными показателями, оценивающими экономическую эффективность системы управления с диагностированием, являются: дополнительные капитальные вложения  $K_{\text{доп}}$ , необходимые для проектирования, создания и освоения системы; годовые затраты на эксплуатацию  $C_{\text{эк}}$ ; рост производительности труда; прирост прибыли  $\Delta\Pi$  за счет увеличения объема перевозок; снижение себестоимости перевозок  $C^{\text{ож}}$ ; экономия постоянных расходов от увеличения объема перевозок за счет повышения производительности труда  $\alpha_{\text{т}}^{\text{ож}}$ ; относительная экономия заработной платы в связи с ростом объема перевозок; экономия затрат за счет сокращения расходования материальных ресурсов автомобилями — шин, топлива, запасных частей; экономия на заработной плате в связи с возможным высвобождением части персонала, занятого в системе управления и обеспечения производства; повышение качества управления в результате оптимизации принимаемых решений за счет использования диагностической информации о состоянии элементов автомобилей и процессов; срок окупаемости дополнительных капитальных вложений  $T_{\text{ок}}$ .

Необходимо отметить, что само диагностирование экономического эффекта как такового не дает. Эффект получается в результате реализации диагностической информации в последующих технических и других воздействиях на автомобили и технологические процессы.

Внедрение диагностирования позволяет провести корректирование трудоемкости ТО и ТР путем введения



коэффициентов: оперативности, учитывающего сокращения затрат времени на передачу и обработку диагностической информации, на оформление документации по ТО и ТР, на передачу запасных частей со складов в производство; корректирования трудоемкости выполнения ТО и ТР в сторону ее сокращения; качества, учитывающего повышение надежности элементов автомобилей, срока их службы.

Коэффициенты корректирования в зависимости от насыщенности АТП диагностическим оборудованием и аппаратурой принимают значения 0,92–0,97.

Годовая трудоемкость ТО-1, ТО-2 и ТР в соответствии с учетом коэффициентов корректирования после внедрения системы диагностирования уменьшится, что приведет к экономии времени на технические воздействия.

С сокращением времени на техническое воздействие увеличится время работы автомобилей на линии, а следовательно, и годовой пробег подвижного состава. Коэффициент технической готовности парка  $\alpha_t$  за счет дополнительного пробега автомобилей возрастет на величину  $\Delta\alpha_t^{\text{ож}}$ .

В дальнейшем необходимо определить удельные капитальные вложения  $K_{\text{уд}}^{\text{ф}}$  до внедрения системы и  $K_{\text{уд}}^{\text{ож}}$  после ее внедрения. В дополнительные затраты на разработку и внедрение системы диагностирования войдут затраты на проектирование  $K_{\text{пр}}$ , стоимость оборудуемых помещений  $K_{\text{оп}}$ , затраты на монтаж и отладку  $K_{\text{мо}}$ .

После внедрения системы диагностирования на предприятии, за счет своевременного определения и последующего распознавания технического состояния элементов автомобилей диагностами, выполняются технологические (регулирующие, восстановительные) воздействия производственными рабочими постов ТО и ТР. Экономический эффект в этом случае будет складываться из сокращения затрат на шины, топливо, выполнение технического обслуживания и текущего капитального ремонта автомобилей.

Механизм сокращения указанных затрат таков. Фактический пробег шин автомобилей зависит от большого

количества факторов, которые можно подразделить на три группы: факторы технического состояния; организационно-технологические и факторы, не зависящие от деятельности предприятия.

Первая группа факторов относится непосредственно к производственному персоналу и зависит от качества диагностирования элементов автомобиля, влияющих на изменение фактического пробега шин. Сюда относятся параметры давления воздуха в шинах, люфтов в подшипниках ступиц колес и шкворневых соединениях, схождения передних колес и углов их поворота, биения барабанов и колес, углов развала и наклона шкворней колес, люфтов в элементах рулевого управления, перекосы переднего и заднего мостов, асинхронности работы тормозов, а также крепления колес, наличия инородных тел в шинах и действия амортизаторов.

Регулярное диагностирование указанных элементов автомобиля и последующие технические воздействия приведут к повышению пробега шин, а следовательно, к сокращению затрат на шины, так как в этом случае предприятию потребуется меньше приобретать новых шин. Опыт показывает, что от внедрения диагностирования затраты на шины сокращаются на 8–12%.

Расход топлива автомобилями также в значительной степени зависит от технического состояния автомобиля. Помимо рассмотренных ранее диагностируемых параметров состояния, влияющих на изменение пробега шины, дополнительно необходимо проверить: расход топлива на холостом ходу и на режимах движения, уровень топлива в поплавковой камере карбюратора и давление бензонасоса, зазоры между электродами свечей зажигания и контактами прерывателя, угол опережения зажигания и напряжения аккумуляторной батареи, натяжение ремней приводов и герметичность системы питания, люфт главной передачи и потери мощности в трансмиссии. В дизельной топливной аппаратуре диагностируется равномерность подачи топлива по цилиндрам двигателя, давление, развиваемое топливными насосами в магистралах

низкого и высокого давления, угол опережения впрыска топлива.

Последующие после диагностирования регулировочные и восстановительные работы со стороны производственного персонала по элементам автомобиля, влияющим на расход топлива, приведут к сокращению расхода топлива автомобилями, а следовательно и к уменьшению стоимостных затрат на топливо в целом по предприятию на 8–14%.

Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт включают в себя заработную плату производственного персонала, занятого на выполнении ТО и ТР, стоимость запасных частей и материалов, израсходованных на восстановление работоспособности автомобиля. Диагностирование элементов автомобиля, выполняемое при ТО-1, ТО-2 и ТР, позволяет: уменьшить объем выполнения технического обслуживания за счет выявления фактической потребности в нем; определить предотказные состояния элементов и тем самым предотвратить внезапные отказы на линии и сократить расход запасных частей и материалов; определить качество ремонтно-профилактических работ.

Рассмотренные возможности диагностирования и последующие технические воздействия приводят к сокращению затрат на ТО и ТР в среднем на 6–10%.

Годовые затраты на эксплуатацию системы диагностирования включают в себя: зарплату персонала, занятого в системе; амортизационные отчисления; затраты на электроэнергию, обслуживание и ремонт системы и прочие затраты.

Зарплата персонала включает в себя основную и дополнительную заработную плату с отчислением на социальное страхование. Амортизационные отчисления определяются по нормам на основные фонды в процентах от капитальных затрат. Стоимость электроэнергии, потребляемой системой, учитывает суммарную мощность энергопоглощающих устройств (электродвигатели, осветительная аппаратура и т.д.), фонд рабочего времени электрооборудования и стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Затраты на выполнение текущих ремонтов и профилактических осмотров включают в себя стоимость запасных частей и материалов, необходимых для ремонта по нормативам, основную и дополнительную заработную плату ремонтным рабочим, обслуживающим аппаратуру, с отчислением на социальное страхование. Ориентировочно указанные затраты составляют 1–1,5% стоимости оборудования системы.

В прочие затраты, связанные с эксплуатацией системы управления, входят затраты на бланки, конторские принадлежности, бумагу для печатающих устройств, магнитные ленты, стоимость вспомогательного малостоящего инвентаря и оборудования, необходимого для обслуживания системы и т.п. Затраты рассчитываются на основе плановых или фактических расходов по эксплуатационному оборудованию системы. Ориентировочно эти затраты составляют 1,5–2,0% стоимости оборудования системы.

Зная капитальные и дополнительные затраты на систему диагностирования, сокращение затрат на обеспечение работоспособности автомобиля — на шины, топливо, ТО и ТР, а также эксплуатационные затраты, можно определить такие показатели как годовой экономический эффект, снижение себестоимости перевозок, прирост прибыли предприятия, срок окупаемости капитальных вложений и условное высвобождение основного производственного персонала. Произведем расчет экономической эффективности от внедрения системы управления.

Основным показателем эффективности способа организации и управления производством является экономический эффект, определяемый по разности приведенных затрат существующего и нового варианта.

Приведенные затраты на единицу пробега  $C_{\text{пр}}$  можно выразить как

$$C_{\text{пр}} = C + E_n K,$$

где  $C$  — себестоимость продукции на единицу пробега;  $K$  — капитальные вложения в производственные фонды на единицу пробега, руб;  $E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $= 0,15$ .

Расчет годового экономического эффекта  $\mathcal{E}$  от применения новых информационных технологических процессов, их механизации и автоматизации, способов управления и организации производства и труда, обеспечивающих экономию ресурсов, выразится следующим образом

$$\mathcal{E} = (C_{\text{пр}}^{\text{ф}} - C_{\text{пр}}^{\text{ож}})L_{\text{ож}},$$

где  $C_{\text{пр}}^{\text{ф}}$ ,  $C_{\text{пр}}^{\text{ож}}$  — приведенные затраты на элементы системы, существующего и нового варианта управления, руб;  $L_{\text{ож}}$  — ожидаемый пробег автомобилей, задействованных в системе управления в расчетном году, км.

Показатели сравнительной экономической эффективности, определяемые на стадии внедрения, должны быть дополнены сроком окупаемости капитальных вложений на внедрение новой техники

$$T = K_{\text{доп}}/\Delta\Pi,$$

где  $K_{\text{доп}}$  — дополнительные капитальные вложения в новую технику, руб;  $\Delta\Pi$  — планируемый прирост прибыли, руб.

В качестве расчета определим коэффициенты коррекции трудоемкости выполнения ТО и ТР, обеспечиваемые внедрением системы

$$\begin{aligned} K_{\text{ТО-1}}^{\text{ТО-1}} &= K_{\text{оп}}^{\text{ТО-1}} K_{\text{д}}^{\text{ТО-1}} K_{\text{к}}^{\text{ТО-1}}, \\ K_{\text{ТО-2}}^{\text{ТО-2}} &= K_{\text{оп}}^{\text{ТО-2}} K_{\text{д}}^{\text{ТО-2}} K_{\text{к}}^{\text{ТО-2}}, \\ K_{\text{ТР}}^{\text{ТР}} &= K_{\text{оп}}^{\text{ТР}} K_{\text{д}}^{\text{ТР}} K_{\text{к}}^{\text{ТР}}, \end{aligned}$$

где  $K_{\text{оп}}^{\text{ТО-1}}$ ,  $K_{\text{оп}}^{\text{ТО-2}}$ ,  $K_{\text{оп}}^{\text{ТР}}$  — коэффициенты оперативности, учитывающие изменение времени на передачу и обработку информации, оформление заявок на ТО-1, ТО-2

и ТР, передачу необходимых деталей со складов в производство:

$$\begin{aligned} K_{\text{оп}}^{\text{ТО-1}} &= \gamma_{\text{н}}^{\text{ТО-1ф}} / \gamma_{\text{н}}^{\text{ТО-1ож}}; \\ K_{\text{оп}}^{\text{ТО-2}} &= \gamma_{\text{н}}^{\text{ТО-2ф}} / \gamma_{\text{н}}^{\text{ТО-2ож}}; \\ K_{\text{оп}}^{\text{ТР}} &= \gamma_{\text{н}}^{\text{ТРф}} / \gamma_{\text{н}}^{\text{ТРож}}, \end{aligned}$$

где  $\gamma_{\text{н}}^{\text{ТО-1ф}}$ ,  $\gamma_{\text{н}}^{\text{ТО-2ф}}$ ,  $\gamma_{\text{н}}^{\text{ТРф}}$ ,  $\gamma_{\text{н}}^{\text{ТО-1ож}}$ ,  $\gamma_{\text{н}}^{\text{ТО-2ож}}$ ,  $\gamma_{\text{н}}^{\text{ТРож}}$  — соответственно скорости передачи и обработки информации при выполнении ТО-1, ТО-2 и ТР до и после внедрения системы;

$K_{\text{д}}^{\text{ТО-1}}$ ,  $K_{\text{д}}^{\text{ТО-2}}$ ,  $K_{\text{д}}^{\text{ТР}}$  — коэффициенты корректирования трудоемкости выполнения ТО-1, ТО-2 и ТР в результате внедрения диагностирования;

$K_{\text{к}}^{\text{ТО-1}}$ ,  $K_{\text{к}}^{\text{ТО-2}}$ ,  $K_{\text{к}}^{\text{ТР}}$  — коэффициенты, учитывающие повышение качества ТО-1, ТО-2, ТР.

Определим годовую трудоемкость выполнения ТО-1, ТО-2 и ТР после внедрения системы

$$\begin{aligned} T_{\text{ТО-1}}^{\text{г о ж}} &= K^{\text{ТО-1}} T_{\text{ТО-1}}^{\text{г ф}}; \\ T_{\text{ТО-2}}^{\text{г о ж}} &= K^{\text{ТО-2}} T_{\text{ТО-2}}^{\text{г ф}}; \\ T_{\text{ТР}}^{\text{г о ж}} &= K^{\text{ТР}} T_{\text{ТР}}^{\text{г ф}}, \end{aligned}$$

где  $T_{\text{ТО-1}}^{\text{г ф}}$ ,  $T_{\text{ТО-2}}^{\text{г ф}}$ ,  $T_{\text{ТР}}^{\text{г ф}}$  — годовые трудоемкости выполнения ТО-1, ТО-2 и ТР до внедрения системы.

Определим годовую экономию времени на производство технических воздействий за счет внедрения системы

$$\begin{aligned} T_{\text{э}} &= (T_{\text{ТО-1}}^{\text{г ф}} - T_{\text{ТО-1}}^{\text{г о ж}}) + (T_{\text{ТО-2}}^{\text{г ф}} - T_{\text{ТО-2}}^{\text{г о ж}}) + \\ &\quad + (T_{\text{ТР}}^{\text{г ф}} - T_{\text{ТР}}^{\text{г о ж}}). \end{aligned}$$

Определим годовой объем времени в наряде подвижного состава до внедрения системы

$$T_{\text{н}}^{\text{г}} = D^{\text{г}} \alpha_{\text{в}} (t_{\text{н.сд}} A_{\text{сд}} + t_{\text{н.п}} A_{\text{нп}}),$$

где  $D^r$  — количество дней работы подвижного состава за отчетный период;  $A_{cd}$ ,  $A_{np}$  — количество автомобилей со сдельной и почасовой оплатой;  $\alpha_v$  — коэффициент выпуска подвижного состава на линию;  $t_{n.cd}$ ,  $t_{n.p}$  — время в наряде автомобилей со сдельной и почасовой оплатой, ч.

Определим годовой объем времени, в течение которого подвижной состав находится в движении до внедрения системы

$$T_{дв}^r = \alpha_{дв} T_n^r,$$

где  $\alpha_{дв}$  — коэффициент использования времени наряда на движение.

Определим среднюю скорость движения подвижного состава в наряде

$$V_r = L^\Phi / T_{дв}^r.$$

Определим приращение пробега подвижного состава за счет экономии времени на производство технических воздействий

$$\Delta L = T_r V_r.$$

Определим годовой пробег подвижного состава после внедрения системы

$$L_{ож} = L^\Phi + \Delta L.$$

Определим приращение коэффициента технической готовности

$$\Delta \alpha_{тг}^{ож} = \Delta L / \alpha_n L^\Phi,$$

где  $\alpha_n$  — коэффициент использования подвижного состава.

Определим коэффициент технической готовности после внедрения системы

$$\alpha_{\text{тг}}^{\text{ож}} = \alpha_{\text{тг}}^{\Phi} + \Delta\alpha_{\text{тг}}^{\text{ож}}.$$

Удельные капитальные вложения  $K^{\Phi}_{\text{уд}}$  до внедрения системы

$$K^{\Phi}_{\text{уд}} = K^{\Phi}/L^{\Phi}.$$

Удельные капитальные вложения  $K^{\text{ож}}_{\text{уд}}$  после внедрения системы

$$K^{\text{ож}}_{\text{уд}} = \frac{1}{L^{\text{ож}}} (K_a^{\text{ож}} + K_{\text{доп}} + K_{\text{пб}}),$$

где  $K_a^{\text{ож}}$ ,  $K_{\text{пб}}$ ,  $K_{\text{доп}}$  — капитальные вложения в подвижной состав, производственную базу после внедрения системы и дополнительные капитальные вложения, тыс. руб.;  $L^{\text{ож}}$  — годовой пробег парка автомобилей после внедрения системы, тыс. км.

Капитальные вложения в подвижной состав после внедрения системы определяются

$$K_a^{\text{ож}} = K_a^{\Phi} L^{\text{ож}}/L^{\Phi},$$

где  $L^{\Phi}$ ,  $L^{\text{ож}}$  — годовой пробег автомобилей до и после внедрения системы, тыс. км;  $K_a^{\Phi}$  — капитальные вложения в подвижной состав до внедрения системы, тыс. руб.

Дополнительные затраты на разработку и внедрение системы определяются

$$K_{\text{доп}} = C_{\text{пп}} + C_{\text{п}} + C_{\text{об}} + C_{\text{м}},$$

где  $C_{\text{пп}}$  — предпроизводственные затраты на проектирование системы;

$C_{\text{п}}$  — стоимость строящихся (оборудуемых) помещений центра управления, складов, постов диагностирования и т.д.;  $C_{\text{об}}$  — стоимость устройства системы (оборудование) для постов диагностирования, средств автомати-



ки и связи;  $C_m$  — затраты на монтаж и наладку технических устройств.

Предпроизводственные затраты ( $C_{пп}$ ) представляют собой расходы на разработку системы. Они включают в себя расходы на выполнение следующих работ:

- научные исследования по создаваемой системе управления;

- создание проекта системы;

- привязку типовых проектных решений к конкретному объекту;

- проектирование, изготовление и отладку нестандартного оборудования системы;

- опытную эксплуатацию системы;

- составление инструкции, стандартов предприятия и других руководящих документов по эксплуатации системы;

- подготовку и переподготовку кадров.

Стоимость строящихся (оборудуемых) помещений для размещения устройств системы

$$C_p = F_p h \Pi_p = \eta_{пл} F_{об} h \Pi_p,$$

где  $F_p$  — площадь помещения,  $m^2$ ;  $h$  — высота помещения,  $m$ ;  $\Pi_p$  — стоимость  $1 m^3$  помещения, руб.;  $\eta_{пл}$  — коэффициент плотности оборудования;  $F_{об}$  — площадь оборудования,  $m^2$ .

Стоимость устройств системы включает все затраты на стандартное и нестандартное оборудование, диагностические стенды, контрольно-измерительные приборы, технические средства управления, средства обработки и передачи информации и т.д.

Затраты на монтаж и наладку  $C_n$  технических средств принимаются по смете или ориентировочно — 8–10% от суммы дополнительных капитальных затрат.

Для приведения затрат на их выполнение к соизмеримой величине необходимо произвести перерасчеты их на первый год внедрения системы управления

$$C_{пр доп} = C_i(1 + E) T^{np},$$

где  $T^{пп}$  — число лет, отделяющее затраты и результаты данного года до начала расчетного года, лет;  $C_i$  — производственные затраты на  $i$ -й год, считая с начала периода  $T^{пп}$ ;  $E$  — нормативный коэффициент приведения,  $E = 0,1$ .

Аналогичный перерасчет проводится по всем элементам дополнительных капитальных вложений в зависимости от  $T^{пп}$ .

Переменные статьи расходов себестоимости перевозок, зависящие от пробега автомобилей после внедрения системы  $C^{ож}$  с учетом накладных расходов и дополнительных капитальных вложений

$$C^{ож} = C^{\Phi} - \Delta C_{ш} - \Delta C_{\tau} - \Delta C_{то,тр} + \frac{1}{L^{ож}}(C_{э} + H),$$

где  $C^{\Phi}$  — переменные статьи себестоимости до внедрения системы;  $C_{э}$  — затраты на эксплуатацию и содержание оборудования системы;  $H$  — накладные расходы, связанные с работой системы;  $L^{ож}$  — годовой ожидаемый пробег автомобилей парка;  $\Delta C_{ш}$ ,  $\Delta C_{\tau}$ ,  $\Delta C_{то,тр}$  — приращение (сокращение) себестоимости соответственно за счет повышения ресурса шин, сокращения расходов на топливо, на ТО и ТР руб/1000 км;

$$\Delta C_{ш} = C_{ш}^{\Phi}/L^{\Phi} - C_{ш}^{ож}/L^{ож},$$

где  $C_{ш}^{\Phi}$ ,  $C_{ш}^{ож}$  — годовые затраты на шины соответственно фактические и ожидаемые (до и после внедрения системы) при условии повышения нормативного пробега на 5–7%, руб.

$$\Delta C_{\tau} = C_{\tau}^{\Phi}/L_{\tau}^{\Phi} - C_{\tau}^{ож}/L_{\tau}^{ож},$$

где  $C_{\tau}^{\Phi}$ ,  $C_{\tau}^{ож}$  — годовые затраты на топливо соответственно фактические и ожидаемые, при условии сокращения расхода топлива на 7–10%, руб.

$$\Delta C_{\text{ТО,ТР}} = \Delta C_{\text{зп}} + \Delta C_{\text{зч}},$$

где  $\Delta C_{\text{зп}}$ ,  $\Delta C_{\text{зч}}$  — приращение (сокращение) затрат на заработную плату производственного персонала и затрат на запасные элементы.

$$\Delta C_{\text{зп}} = \Phi^{\Phi}/L^{\Phi} - \Phi^{\text{ож}}/L^{\text{ож}},$$

где  $\Phi^{\Phi}$ ,  $\Phi^{\text{ож}}$  — фонд заработной платы соответственно фактический и ожидаемый, руб.

$$\Delta C_{\text{зч}} = C_{\text{зч}}^{\Phi}/L^{\Phi} - C_{\text{зч}}^{\text{ож}}/L^{\text{ож}},$$

где  $C_{\text{зч}}^{\Phi}$ ,  $C_{\text{зч}}^{\text{ож}}$  — затраты на запасные части соответственно фактические и ожидаемые, руб.

Произведем расчет годовой суммы затрат на эксплуатацию системы.

Общая годовая сумма затрат на эксплуатацию системы управления

$$C_{\text{зс}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{а}} + C_{\text{э}} + C_{\text{ТР}} + C_{\text{пр}};$$

где  $C_{\text{зп}}$  — зарплата персонала системы управления с отчислением на социальное страхование;  $C_{\text{а}}$  — амортизационные отчисления;  $C_{\text{э}}$  — затраты на электроэнергию, потребляемую системой;  $C_{\text{ТР}}$  — затраты на выполнение профилактических и текущих ремонтов;  $C_{\text{пр}}$  — прочие затраты (расходы на командировки, конторские, типографские расходы и т.д.).

Фонд заработной платы персонала, обслуживающего систему управления, складывается из фонда основной и дополнительной заработной платы с отчислением на социальное страхование инженерно-технического персонала и операторов системы.

Фонд заработной платы

$$C_{\text{зп}}^{\text{п}} = 1,15 \left( \sum_{i=1}^n P_{\text{п}i} C_{\text{зп}i} + \sum_{j=1}^n P_{\text{о}j} \chi_{\text{с}j} \Phi_{\text{п}j} \right),$$

где  $P_{\text{п}}$ ,  $P_{\text{оп}}$  — численность соответственно инженерно-технического персонала  $i$ -й категории и операторов (работчих)  $j$ -й категории;  $C_{\text{зп}}$  — годовой фонд заработной платы инженерно-технического работника  $i$ -й категории;  $Ч_{\text{с}}$  — часовая тарифная ставка оператора  $j$ -й категории;  $\Phi_{\text{р}}$  — годовой фонд рабочего времени оператора  $j$ -й категории; 1,15 — коэффициент, учитывающий фонд дополнительной заработной платы и отчисления на социальное страхование.

Расчет амортизационных отчислений  $C_a = Ka$ , где  $a$  — норма амортизационных отчислений.

$$C_z = N_z \Phi_{\text{нз}} \Pi_z \eta_m,$$

где  $N_z$  — суммарная мощность установленных технических средств, кВт;  $\Phi_{\text{нз}}$  — годовой номинальный фонд времени работы электрооборудования системы;  $\Pi_z$  — стоимость 1 кВт/ч электроэнергии;  $\eta_m$  — коэффициент интенсивного использования мощности, принимаемый равным 0,9.

Затраты на выполнение текущих ремонтов и профилактических осмотров включают в себя стоимость запасных частей и материалов, необходимых для ремонта по нормативам, основную и дополнительную заработную плату ремонтных рабочих, обслуживающих систему, с отчислениями на социальное страхование.

Ориентировочно  $C_{\text{тр}}$  можно принять в размере 1–1,5% от стоимости иерархических устройств.

В прочие затраты, связанные с эксплуатацией системы управления, входят затраты на бланки, конторские принадлежности, бумагу для печатающих устройств, магнитные ленты, стоимость вспомогательного малостоящего инвентаря и оборудования, необходимого для обслуживания системы и т.п. Затраты рассчитываются на основании плановых или фактических расходов по эксплуатационному оборудованию системы.

Ориентировочно эти затраты можно принять в размере 1,5–2% от стоимости оборудования системы.

Приведенные затраты фактические  $C_{\text{пр}}^{\Phi}$  и ожидаемые  $C_{\text{пр}}^{\text{ож}}$

$$C_{\text{пр}}^{\Phi} = C^{\Phi} + E_n K^{\Phi},$$

$$C_{\text{пр}}^{\text{ож}} = C^{\text{ож}} + E_n K^{\text{ож}}.$$

Годовой экономический эффект по уравнению, руб.

$$\Theta = (C_{\text{пр}}^{\Phi} - C_{\text{пр}}^{\text{ож}}) L^{\text{ож}}.$$

Снижение себестоимости перевозок, руб.

$$\Delta C = (C^{\Phi} - C^{\text{ож}}) L^{\text{ож}}.$$

Прирост прибыли  $\Delta\Pi$ , руб.

$$\Delta\Pi = (0,98\Pi^{\text{ож}} - C^{\text{ож}}) L^{\text{ож}} - (0,98\Pi^{\Phi} - C^{\Phi}) L^{\Phi},$$

где 0,98 — коэффициент, учитывающий отчисления на строительство дорог;  $\Pi^{\Phi}$ ,  $\Pi^{\text{ож}}$  — доход (доходная ставка) соответственно фактический и ожидаемый, руб./1000 км.

Срок окупаемости капитальных вложений

$$T = K_{\text{доп}} / \Delta\Pi.$$

Условное высвобождение основного персонала

$$\Delta P = (P^{\Phi} / L^{\Phi} - P^{\text{ож}} / L^{\text{ож}}) L^{\text{ож}},$$

где  $P^{\Phi}$ ,  $P^{\text{ож}}$  — число основного персонала соответственно фактического и ожидаемого.

Хозрасчетный эффект от внедрения системы управления

$$\mathcal{E}_x = \Delta\Pi - E_n K.$$

Примеры расчета экономической эффективности от внедрения системы управления приведены в прил. 5.

## 14. Новые информационные технологии как инструмент управления технической готовностью автомобилей

### 14.1. Информация и информационные технологии

Понятие «информация и информационные технологии» тесно связано с понятием «управление». Из нескольких определений понятия «управление», прикладное (инженерное) — следующее:

*управление — это процесс преобразования информации о состоянии системы в определенные действия, которые переводят систему из исходного состояния в заданное состояние согласно цели.*

Само определение управления включает в себя ключевое слово «информация». Кроме того, это определение содержит еще два ключевых слова — цель и действие, которые переводят систему из одного состояния в другое.

Без этих составляющих вообще не может быть решена никакая задача управления. Следовательно, минимально необходимыми условиями для управления любой системой являются: наличие объективной информации о состоянии системы, определение цели, стоящей перед системой, и понимание возможных действий и способов для достижения этих целей (рис. 50).

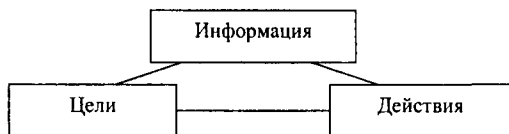


Рис. 50. Процесс управления с учетом информационного обеспечения

Эти условия являются минимально необходимыми, но недостаточными, так как многие предпринимаемые действия управления требуют ресурсов (рис. 51), а само управление происходит во времени (рис. 52).

Таким образом, достаточным набором условий для построения системы управления являются: информация о состоянии системы, ее цели, имеющиеся ресурсы и время для достижения этих целей и необходимые для этого действия. Следовательно, процесс управления базируется на информационном обеспечении.

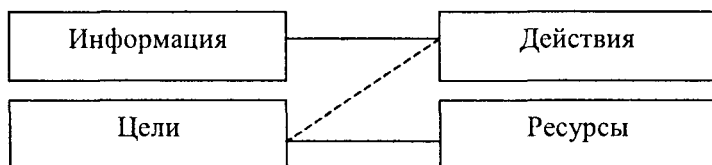


Рис. 51. Процесс управления с учетом информационного обеспечения и материальных ресурсов

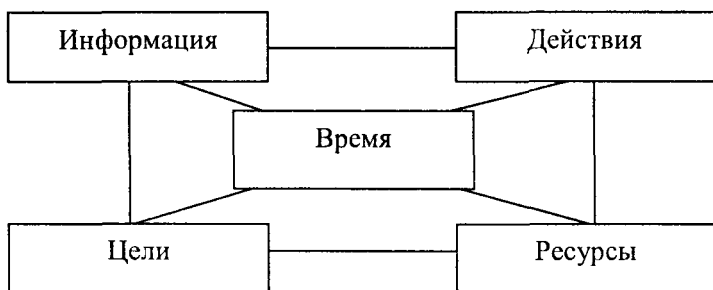


Рис. 52. Процесс управления с учетом информационного обеспечения, материальных ресурсов и времени



Слово «информация» в широком смысле означает — сведения, данные, знания, сообщения, новости. Если говорить об управленческой информации, то это сведения, имеющие отношение исключительно к управлению производством. Близким к управленческой информации является термин производственная информация. Информация является одновременно «сырьем» и «продуктом» управленческой деятельности. В качестве «сырья» информация представляется, когда многочисленные сведения и данные используют для подготовки и обоснования соответствующих решений. Как готовый «продукт» информация фигурирует в принятых и реализуемых решениях, управленческих документах, адресованных для исполнения соответствующим аппаратом управления и отдельными исполнителями.

Эффективное управление объемом, в том числе и технической готовностью автомобилей, должно базироваться на непрерывном, полном и достоверном потоке информации об окружающей обстановке и внутренних изменениях в системе.

Задача получения информации — продукта из информации — решается в теории информатики. В широком смысле понятие «информатика» (по данным ЮНЕСКО) охватывает собственно информацию, ее сбор, хранение, обработку и анализ, а также средства для обработки информации от пера до электронных систем.

Средства и методы информатики реализуются в виде информационных технологий. Технология в общем смысле этого понятия есть совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств формы, сырья, материала или полуфабриката, которые осуществляются в процессе производства. Информационная технология включает в себя методы обработки информации, ее формирования и потребления, а также совокупность всех видов информационной механики.

С возникновением промышленного производства, когда необходимо было решать задачи управления производством, появились первые информационные техноло-

гии, которые в своем развитии прошли несколько этапов (табл. 32).

Из различных видов технологий информационная технология управления предъявляет высокие требования к «человеческому фактору», так как сам процесс управления требует от человека высокой квалификации, изменяет содержание труда человека, его физическую и умственную нагрузку. Информационная технология управления предполагает, как минимум, три составляющих обработки информации: учет, анализ, принятие решений. Этапы развития информационных технологий связаны, в основном, с развитием средств обработки информации, которые касаются учета информации, а анализ и принятие решений на этих этапах возлагались на человека.

В настоящее время есть возможность в информационной технологии решать задачи не только учета, но и анализа и принятия решений. В то же время сама электронная информационная технология имеет свое развитие. Начало электронной информационной технологии связано с появлением в конце 60-х годов больших производительных электронно-вычислительных машин. В эти годы создавались автоматизированные системы управления на базе больших ЭВМ. По их функциональным возможностям эти АСУ можно было назвать сис-

Таблица 32

Этапы развития информационных технологий	Средства обработки информации
I. Ручная	Перо, чернильница, книги учета и др.
II. Механическая	Пишущая машинка, арифмометр, телефон, диктофон, почта
III. Электрическая	Электрические пишущие машины, калькуляторы, копировальные машины, диктофоны и др.
IV. Электронная (компьютерная)	Электронно-вычислительные машины

темами обеспечения управления, которые решали задачи учета и частично анализа информации. Расширение сети АСУ и увеличение мощности вычислительных центров, связанное с большими объемами обрабатываемых документов, не дало ощутимых результатов в компонентах процесса управления, анализа и принятия решений. Причины этого следующие:

- ♦ подобные системы не включали в себя основного звена — пользователя, так как отсутствовали коммуникационные связи рабочих мест пользователей с центральной ЭВМ;

- ♦ характерный для большинства пакетный способ обработки данных;

- ♦ отсутствие диалоговой поддержки;

- ♦ избыточный поток, поступающей из АСУ учетной информации, ее слабая аналитическая обработка;

- ♦ большие интервалы времени между обработкой информации и поступлением ее пользователю.

В дальнейшем в 70-е годы развитие АСУ было связано с фундаментальными составляющими информационной технологии, анализом и принятием решений. В те годы подобные АСУ предполагали, что задачи анализа и принятия решений могут быть формализованы и записаны экономико-математическими моделями. Эти АСУ должны были повысить качество, достоверность и своевременность информационного обеспечения пользователей, которые принимают решения. Кроме того, считалось, что эффективность работы пользователей будет возрастать благодаря увеличению числа анализируемых вариантов, используемых при анализе и выборе вариантов принятия решений. Но оказалось, что использование экономико-математического моделирования в информационных технологиях также имеет ограниченные возможности. Во-первых, такие системы имели большинство недостатков АСУ 60-х годов. Во-вторых, добавились еще некоторые недостатки практического использования: для каждой новой задачи требовалась новая модель; модель создавалась специалистами по экономико-математическим моделям, а не пользователем.

Появление персональных электронно-вычислительных машин коренным образом изменило идеи АСУ. Наблюдается переход от крупных вычислительных центров к распределению вычислительного потенциала и приближение его к пользователям. Такой подход нашел свое воплощение в автоматизированных системах управления на базе автоматизированных рабочих мест пользователей, снабженных ПЭВМ. По существу, это новый этап компьютеризации технологии управления — этап персонализации АСУ.

В связи с этим возникает крайняя необходимость в разработке новых информационных технологий, которые должны обеспечить эффективные варианты принятия решений в процессе управления. Вновь создаваемые новые информационные технологии наряду с решением задач по сбору, хранению и обработке информации должны обеспечивать решение задач анализа и принятия решений, они имеют следующие отличительные особенности:

- человеко-машинные единицы управления;
- принятие решений непосредственно ПЭВМ (в отдельных задачах управления);
- прогнозирование состояния и возможность получения ответов на вопрос «Что будет, если?»;
- адаптация систем к конкретным условиям работы предприятия.

Новые информационные технологии создаются благодаря трем основным достижениям науки и техники:

- ♦ появление надежных носителей информации;
- ♦ развитие средств связи, которые позволяют доставлять информацию в любую точку земли без каких-либо ограничений;
- ♦ автоматизация обработки информации с помощью компьютеров.

В заключение необходимо отметить, что информацию следует рассматривать как ресурс, от состояния которого зависит развитие экономики любой отрасли, а новые информационные технологии дают возможность ее рационально использовать.

## 14.2. Системы обработки информации на автотранспортных предприятиях

Функционирование такой сложной системы, как автомобильный транспорт, особенно в условиях рыночной экономики, может быть только на учете расхода и движения материальных ценностей, на учете выработки, доходов, расходов и прибыли по каждому автомобилю, водителю, подразделению и работнику. Объемы информации, которые обрабатываются на АТП, очень большие. Например, на предприятии с парком 100 автомобилей ежемесячно обрабатывается 2,5–3 тыс. путевых листов, 700–800 заявок на запчасти, 250–300 листов учета ТО и ТР и других документов.

Поэтому перед работниками автомобильного транспорта всегда стояла задача рациональной обработки информации. Как указывалось выше, эта задача решается на основе разработки информационных технологий. На автомобильном транспорте информационная технология в своем развитии также прошла путь от ручной технологии до компьютерной. Естественно, на первых этапах развития информационных технологий (ручная, механическая и электрическая) имелась возможность учета отдельных подразделений и предприятия в целом, но не могло быть и речи о персональном учете результатов работы отдельных автомобилей и работников. Только с созданием ЭВМ появилась возможность устранить этот недостаток. Вместе с тем и электронная информационная технология также развивалась. До недавнего времени действовала информационная технология, структура которой представлена на рис. 53.

По такой технологии первичная информация переносится через перфорирование или магнитные носители в базу данных ЭВМ. Затем эта информация извлекается из базы данных через определенные промежутки времени, обрабатывается пакетом прикладных программ и формируются выходные документы, которые попадают управленческому персоналу для анализа и принятия решений.



Рис. 53. Структура информационной технологии

Такая технология базируется на централизованной обработке информации, в так называемых кустовых информационно-вычислительных центрах на базе больших ЭВМ, которые создавались при территориальных производственных транспортных объединениях.

Опыт работы автоматизированных систем управления по такой информационной технологии показал, что эффективность созданных систем мала и они имеют существенные недостатки:

- большое количество ошибок при формировании информационной базы;
- длительные сроки разработки и внедрения систем;
- отрыв пользователей (исполнители — управленцы) от вычислительного процесса, т.е. работники управления в основном анализируют информацию об уже произошедших событиях.

Поэтому эти АСУ решали отдельные задачи, механизующие элементы частных расчетов.

Использование ПЭВМ позволяет устранить большинство недостатков, присущих централизованной обработке информации, когда автоматизированные рабочие места на базе ПЭВМ встраиваются в технологию управления автотранспортным предприятием.

В настоящее время ведутся исследования по созданию новых информационных технологий (НИТ) управления

автотранспортным предприятием. Основным элементом НИТ является автоматизированное рабочее место (АРМ), представляющее собой совокупность нормативно-справочной информации, технологии обработки информации, программные и аппаратные средства. В условиях НИТ информация через АРМ попадает непосредственно в ЭВМ, и управленческий персонал имеет возможность оперативного доступа к любой информации для принятия оптимальных управленческих решений.

АРМ формируются в структурных подразделениях предприятия — или в одном месте — операторской.

Особенностью информации, обрабатываемой на АТП, является ее временной характер — оперативная и накапливаемая за отчетный период.

Структурно информация выглядит следующим образом: нормативно-справочная, входной поток данных (путевой лист, ведомость выдачи топлива и т.д.), выходной поток данных (документы для подразделений предприятия, по водителям, автомобилям и т.д.), служебная информация, отражающая конфигурацию аппаратных средств.

Объем обрабатываемых данных определяется списочным и марочным составом транспортных средств, принадлежащих АТП. Основными операциями по обработке данных являются сортировка по различным признакам (табельный номер водителя, государственный номер подвижного состава, колонна, бригада и т.д.), накопление данных (по автомобилю, бригаде, колонне, водителю и т.д.), ввод информации в требуемой форме.

Перечисленные особенности позволяют сформулировать требования к программной системе следующим образом — очень много сортировки данных, пересылок, оперативного извлечения информации, мало математических операций (за исключением суммирования).

Опыт показывает, что, *во-первых*, в рамках общепринятых нормативных установок функционирования структурных подразделений АТП везде своя технология обработки информации, сложившаяся по тем или иным причинам.

Во-вторых, при современном дефиците денежных средств АТП стараются внедрить АРМ только в узкие места. Это говорит о том, что система программно-аппаратных средств должна быть модульной. Связь между относительно независимыми программными модулями должна осуществляться под управлением главной программы — диспетчера.

Программные модули должны строиться по одной алгоритмической идеологии, отражающей формализованные цели и задачи структурных подразделений АТП и учитывающей принятие технологии обработки информации на конкретном АТП. Это противоречие является одним из основных факторов при выборе системы программирования. Сравним два языка программирования «Паскаль» и «Си». Оба сравниваемых языка программирования имеют практически одну и ту же область применения. Язык Паскаль подвергся серьезной критике в ряде зарубежных работ. В то же время язык Си практически не был подвергнут критике. Это предопределило выбор языка программирования.

Система программирования представляет собой совокупность программных средств, устанавливаемых на ЭВМ для разработки приложений в интересах пользователя.

В настоящее время на рынке реализации языка Си конкурирует система фирм «Майкрософт» и «Борланд». Сравнительная оценка по литературным данным и из нашего опыта останавливает однозначный выбор на «Борланд».

Бедой АТП и транспортных цехов промышленных предприятий является слабая оснащенность вычислительной техникой при дефиците финансовых средств. Как правило, это машины типа 286/АТ, с объемом ОЗУ 1 Мбайт и винчестером в 40 Мбайт.

В связи с этим применялась система разработки Турбо-Си 2.0. Эта система позволяет создавать компактные и быстродействующие программные продукты с удобным для пользователя интерфейсом.

Как говорилось выше, модульность программных средств позволяет подстраиваться под требования и



нужды предприятий-пользователей. В системе реализован единообразный оконный интерфейс ввода и вывода.

Программные средства функционируют на ЭВМ серии IBM PC под управлением MS DOS или Novell DOS, последняя операционная система предпочтительнее, так как она позволяет реализовать сетевые решения межмашинной связи за счет встроенных в ДОС средств.

Разработанная система представляет собой набор относительно независимых программных модулей в исполняемых кодах, количество которых определяется требованиями заказчика. Главная программа управляет вызовами специализированных модулей, ожидая при этом их завершения (достоинства языка СИ). После завершения работы модуль-процессор управления передается главной программе.

Исходный текст программного модуля представляет собой совокупность библиотечных функций, присутствующих в реализации системы программирования, и функций, разработанных программистами.

Модули процесса управляют файловой системой, в которой хранятся и накапливаются данные.

Структурные единицы реализованы в программных модулях, причем структурная единица может быть реализована в нескольких модулях.

Система ввода организована таким образом, что типы и форматы данных жестко контролируются, например, день месяца не может быть больше 31, о чем выдается предупреждение оператору и ввод останавливается.

Для сокращения количества вводимой информации в документы используются контактно-зависимые справочники. Информацию из справочников при необходимости можно корректировать. Система на основании анализа входной информации автоматически опознает наличие или отсутствие справочных данных.

Система вывода позволяет сортировать, выбирать, выводить на экран и принтер необходимую информацию.

### **14.3. Практическая реализация методов управления технической готовностью на базе новой информационной технологии**

Эффективное управление автотранспортным предприятием, в том числе и технической готовностью подвижного состава, как было указано выше, должно базироваться на непрерывном, полном и достоверном потоке информации об окружающей обстановке и внутренних изменениях в системе, поступающей на определенные уровни иерархии принятия решений в пределах компетенции каждого из уровней.

Непрерывность потока информации в данном случае означает поступление ее в пункты принятия решений с необходимой дискретностью в установленное время. При этом дискретность не противоречит понятию непрерывности, так как информация поступает в орган управления в моменты его активизации, т.е. в моменты, когда возникает необходимость в принятии решений. Полнота информации подразумевает поступление ее в соответствующий орган управления в объеме (количестве и качестве), обеспечивающем возможность принятия обоснованных решений. «Полнота информации» — только при этих условиях управляющий орган будет располагать информацией, на основе которой возможно эффективное управление объектом.

За обеспечение органов управления АТП информацией, соответствующей вышеуказанным требованиям, отвечает информационная технология на основе автоматизированных рабочих мест с персональными электронно-вычислительными машинами.

На основе системного анализа функционирования объекта (АТП) и синтеза информационных блоков была построена структурно-функциональная матрица новой информационной технологии (рис. 54), которая отражает взаимосвязь автономных подсистем, а также круг задач, решаемых каждой из них.



Рис. 54. Структурно-функциональная матрица информационного обеспечения

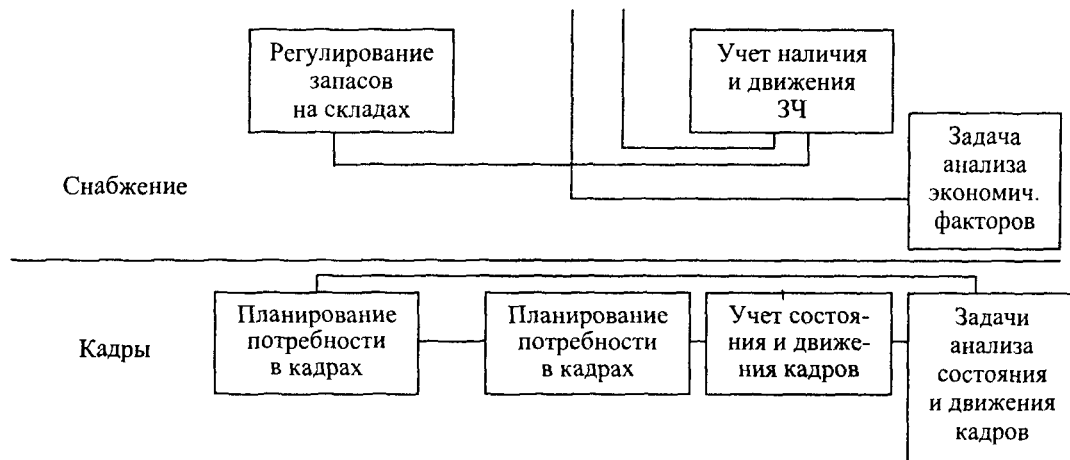


Рис. 54. Окончание

Эффективное функционирование органов управления каждой из подсистем и системы в целом обеспечивается информационной базой, которая строится как совокупность информационных подсистем, в свою очередь, состоящих из информационных блоков.

Такая структура дает возможность взаимосвязанного решения всего круга задач. Построение информационных блоков и всей системы в целом базируется на принципах интеграции, исходя из которых разработаны первичные документы и технология их предмашинной обработки, а также структура программных комплексов и технология их функционирования.

Рассмотрим более подробно общее построение и технологию функционирования некоторых задач управления технической готовностью подвижного состава.

### **1. Учет, планирование и анализ технических воздействий на автомобиль**

Действующее в настоящее время «Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» предусматривает следующие технические воздействия: плановое техническое обслуживание (ТО-1, ТО-2 и др.), текущий ремонт (ТР) и капитальный ремонт (КР). Поэтому данный пакет прикладных программ предназначен для решения следующих производственных задач:

- ♦ планирование технического обслуживания автомобилей;
- ♦ учет и хранение информации о технических воздействиях на автомобиль;
- ♦ анализ информации о технических воздействиях на автомобиль и выдача выходных результатов пользователям (под пользователями в данном случае подразумеваются люди, связанные с организацией и выполнением технических воздействий на автомобиль или непосредственно персональная электронно-вычислительная машина).

Пакет включает в себя следующие программные модули:

- ♦ модули, обеспечивающие условия решения вышеперечисленных задач;
- ♦ модули, выдающие выходные результаты. В первую группу включены программы:
- ♦ нормативно-справочная информация по подвижному составу (НСИ ПС);
- ♦ открытие лицевой карточки автомобиля;
- ♦ ввод из листка учета ТО и ТР автомобилей;
- ♦ ввод из путевого листа.

НСИ ПС содержит параметры и характеристики подвижного состава, обеспечивающие решение всех задач единого комплекса. Для решения данной задачи из НСИ ПС необходимы: государственный номер подвижного состава и его марка.

Открытие лицевой карточки автомобиля включает ввод данных по следующим параметрам:

- государственный номер автомобиля;
- марка автомобиля;
- колонна;
- пробег с начала эксплуатации;
- периодичность ТО-1;
- периодичность ТО-2;
- пробег после последнего ТО-1;
- пробег после последнего ТО-2.

Ввод из листка учета ТО и ТР включает параметры:

- государственный номер подвижного состава;
- марка подвижного состава;
- дата технического воздействия;
- вид технического воздействия;
- код дефекта;
- табельный номер исполнителя;
- ФИО исполнителя.

Режим предназначен для формирования данных о фактически выполненных технических воздействиях по автомобилям. Данные ввода разносятся автоматически после команды оператора по соответствующим карточкам подвижного состава.

Особый интерес представляет ввод кода устраняемого дефекта, который вводится в случае, если вид техниче-

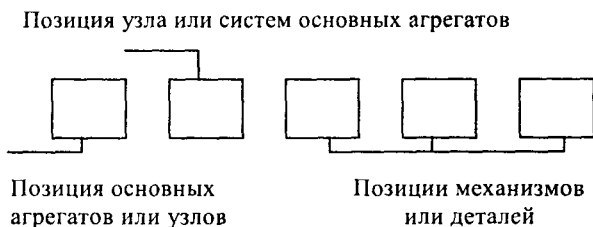


Рис. 55. Структура кода дефекта

кого воздействия — текущий ремонт. Код дефекта состоит из нескольких позиций ввода, каждый из которых несет смысловое значение. Причем ввод каждой позиции осуществляется интерфейсным окном ввода и бегущей строкой. Запрещается набор кода выбором строки «Выход из режима ввода кода». Таким образом, количество позиций в коде дефекта зависит от конкретного дефекта. Для формирования кода дефекта разработана специальная структура кода дефектов, охватывающая технические воздействия на основные узлы, агрегаты, механизмы и детали автомобиля. На рис. 55 представлена структура кода дефекта.

Структура режима ввода из путевого листа является общей для всего комплекса программных средств по обработке документооборота предприятий автомобильного транспорта и представлена более чем тридцатью параметрами. Для данного пакета достаточными являются нижеперечисленные:

- государственный номер автомобиля;
- марка автомобиля;
- табельный номер водителя;
- ФИО водителя;
- колонна (подразделение);
- пробег общий.

Режим предназначен для формирования данных о фактических суточных пробегах автомобиля. Данные ввода (пробег общий) разносятся автоматически после команды

оператора на обработку введенных путевых листов по соответствующим лицевым карточкам подвижного состава.

Вторая группа программных модулей связана непосредственно с решением задачи:

**Задача планирования технического обслуживания автомобилей.** Основным выходным документом является план ТО автомобилей на следующие сутки. Документ может выводиться ежедневно. Включает в себя список всех автомобилей парка, у которых фактические пробеги после последних регламентных работ превышают установленные нормативы. План отражает вид назначенного ТО: ТО-1 или ТО-2 и формируется программно на основании лицевых карточек всего подвижного состава парка (в том числе и прицепов). Документ позволяет руководству предприятия иметь объективную картину о планируемой загрузке производственной зоны. Причем, если своевременно не будет выполнено техническое воздействие по данному конкретному автомобилю, то этот автомобиль при ежедневном формировании плана будет постоянно вноситься в него до тех пор, пока не будет ввода из соответствующего листка учета ТО и ТР о проделанном техническом воздействии. Таким образом, разрастающийся список плана ТО будет дополнительно свидетельствовать о работе производственных зон. Реальный же план, т.е. соответствующий загрузке производственных зон, будет показывать благоприятное состояние дел на производстве и информировать о технической готовности парка в конечном итоге.

**Задача сбора и хранения информации о технических воздействиях.** Данная задача решается определенной структурой хранения информации. Как правило, информация хранится на жестком диске ведущей машины, причем весь объем информации разбивается на отдельные составляющие информации помесечно. Для этого формируются отдельные директории месяца. Например, директория D:\DAT197 означает, что в данной директории находится информация за январь 1997 года. Текущая информация хранится в текущей директории. Формирование директории за определенный месяц осу-



ществляется при выполнении режима «Подведение итогов за месяц». Разнообразные статистические данные выдаются для подразделений предприятия в виде соответствующих документов. Например, для производственно-технического отдела формируются лицевые карточки автомобиля, где содержится информация об ежедневных пробегах автомобилей, датах и видах технических воздействий; для ремонтной зоны выдаются сведения о количестве технических воздействий за определенный промежуток времени и другая информация. Перечень соответствующих статистических документов учитывает запросы конкретного предприятия автомобильного транспорта.

*Задача анализа информации о технических воздействиях и формирование выходных результатов, предназначенных для управления производством.* В условиях рыночных отношений основным направлением управленческих задач является получение максимальной прибыли. Следовательно, программные модули этой задачи должны выдавать выходные результаты, связанные с уменьшением затрат на ТО и ТР. Рассмотрим некоторые программные модули этого класса.

Программный модуль коррекции периодичности технического обслуживания автомобилей. В данном случае эта программа на основе накопленной информации за определенный промежуток времени корректирует периодичность ТО для конкретных марок подвижного состава, при этом в качестве критерия оптимизации принимается некоторый стоимостной коэффициент, который представляет собой отношение фактических расходов на ТО и ТР за данный период времени к планируемым затратам ТО и ТР за этот же период. Такой подход позволяет нивелировать инфляционные процессы. Вновь рассчитанные периодичности ТО закладываются в файл лицевых карточек автомобилей. Данная программа работает и принимает решение без участия человека, а выходные результаты передаются непосредственно электронно-вычислительной машиной в ее информационную базу. Следовательно, информационная база адаптирует-

ся к конкретным условиям предприятия. Другие модули выдают выходные результаты в виде документов с рекомендациями для принятия управленческих решений. Например, программный модуль управления запасами основных узлов и агрегатов автомобилей. Выходным результатом программы является руководящий документ, который содержит сведения о недостатках и избытках тех или иных агрегатов или узлов автомобилей.

## **2. Управление технической готовностью подвижного состава по энергетическим затратам**

При управлении технической готовностью автомобилей необходима оценка технического состояния автомобиля.

Наиболее широко для оценки технического состояния автомобилей применяется инструментальное диагностирование, приуроченное, как правило, к отдельным видам технического обслуживания. Такой подход требует применения дорогостоящего оборудования, приборов и инструментов, а также использования специалистов высокой квалификации.

Появление новых информационных технологий на базе персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) создало предпосылки использования безынструментального диагностирования автомобилей на базе обрабатываемой на предприятии автомобильного транспорта информации. Важнейшим фактором создаваемой системы диагностирования является выбор диагностического параметра информационного потока ПАТ. В качестве диагностического параметра предлагается расход топлива. Причины выбора данного параметра следующие:

- ♦ анализ энергетических характеристик автомобиля показывает, что из всех диагностических параметров автомобиля расход топлива позволяет наиболее полно отразить общее техническое состояние автомобиля;

- ♦ расход топлива входит в общую информационную технологию ПАТ отдельным информационным потоком, т. е. имеется отдельная система учета и анализа расхода топлива;
- ♦ наряду с общепринятой стандартной методикой расчета имеются нормы расхода топлива и методики уточненного расчета нормативного расхода;
- ♦ в общей себестоимости перевозок расход топлива составляет значительную долю, до 30%.

Таким образом, данный диагностический параметр отвечает требованиям создаваемой системы диагностирования. Принцип действия системы рассмотрен на блок-схеме ее функционирования (см. рис. 56).

На рисунке приняты следующие обозначения:

$Q_{\text{ф}}$  — фактический расход топлива;

$Q_{\text{н}}$  — нормативный расход топлива, рассчитанный по руководящему документу РД — 200 РСФСР — 12-0212-84;

$Q_{\text{н.у}}$  — уточненный расчет нормы расхода по специальной методике, учитывающей специфику подвижного состава и условия эксплуатации;

$M_1$  — массив автомобилей, которым требуется обслуживание систем питания ( $D_1$ );

$M_2$  — массив автомобилей, углубленное диагностирование  $D_2$  и текущий ремонт ТР.

Отметим некоторые особенности функционирования системы.

Входная информация в едином комплексе программ предусмотрена на все задачи, решаемые на ПАТ, в том числе и на задачи учета и анализа расхода топлива. Наряду с общепринятой методикой расчета норм расхода топлива система предусматривает уточненный расчет нормы. Кроме того, наряду с безынструментальной диагностикой (формирование массивов  $M_1$  и  $M_2$ ) предусматривается и диагностирование с использованием оборудования и инструментов ( $D_1$  и  $D_2$ ).

Использование подобной системы диагностирования позволяет управлять не только технической готовнос-

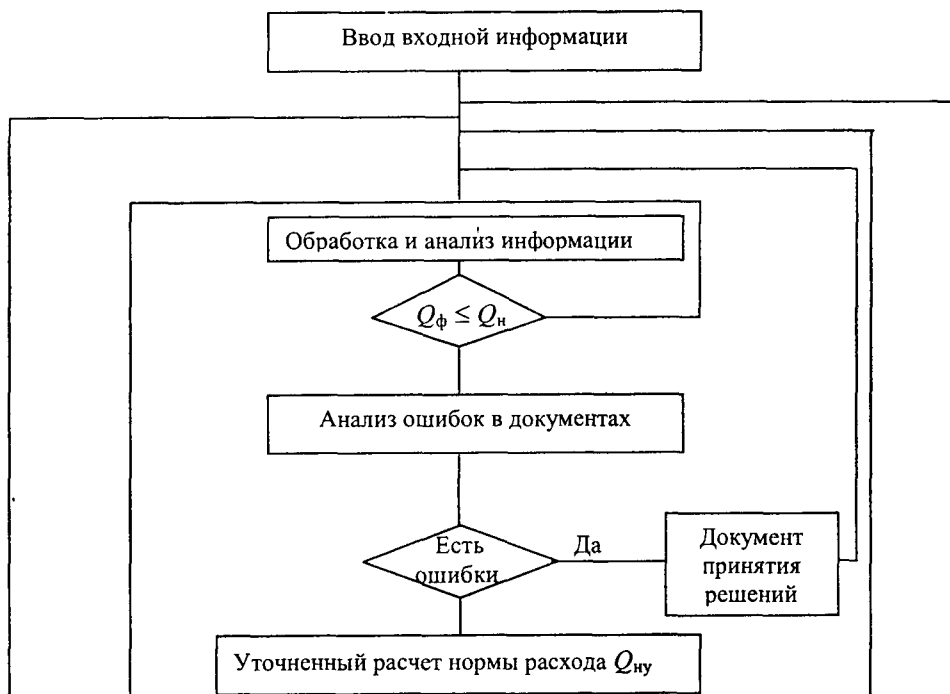


Рис. 56. Блок-схема диагностирования автомобилей на базе новой информационной технологии

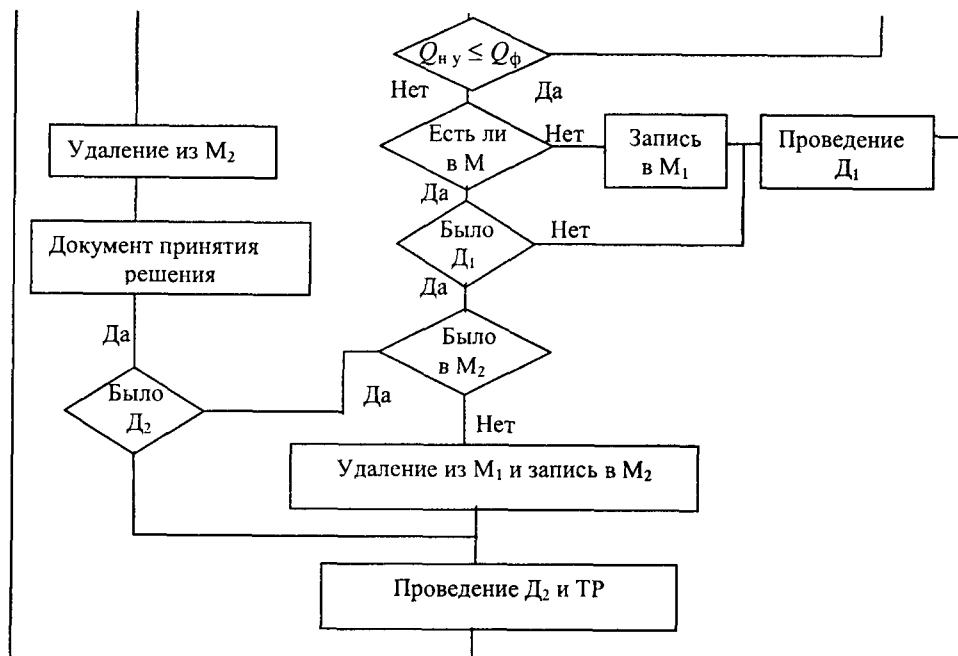


Рис. 56. Окончание

тью подвижного состава, но и значительно снизить затраты на топливо.

### 3. Управление ресурсами и затратами на шины

Подсистема управления затратами на шины представляет собой комплекс технических, производственно-технологических, социально-экономических и организационных мероприятий, направленных на уменьшение затрат на шины путем увеличения их фактического пробега (рис. 57).

Подсистема управления включает в себя:

- информационное обеспечение (методическое, нормативное и документальное);
- людей операторов (персонал);
- диагностическое оборудование;
- средство контроля процессов, сбора и обработки информации.

Рассмотрим некоторые составляющие подсистемы управления затратами на шины.

1. Информационное обеспечение составляют государственные и отраслевые нормативы, нормативы предприятий, а также документальное обеспечение (рис. 58).

Документальное обеспечение включает в себя определенный вид документации, несущей необходимую оперативную и текущую информацию о состоянии автобусов и его элементов.

Учетные операции в подсистеме эксплуатации автомобильных шин на предприятиях автомобильного транспорта несут многогранную нагрузку:

- ♦ учет финансовых операций материального учета по автошинам бухгалтерией;
- ♦ учет технического состояния каждой шины, находящейся в эксплуатации, в подразделениях технической службы;
- ♦ учет как составляющая информационного потока для системы управления эффективностью эксплуатации автомобильных шин.

Первая функция интегрирует в себе конечные результаты реализации функций учета работы автомобильных

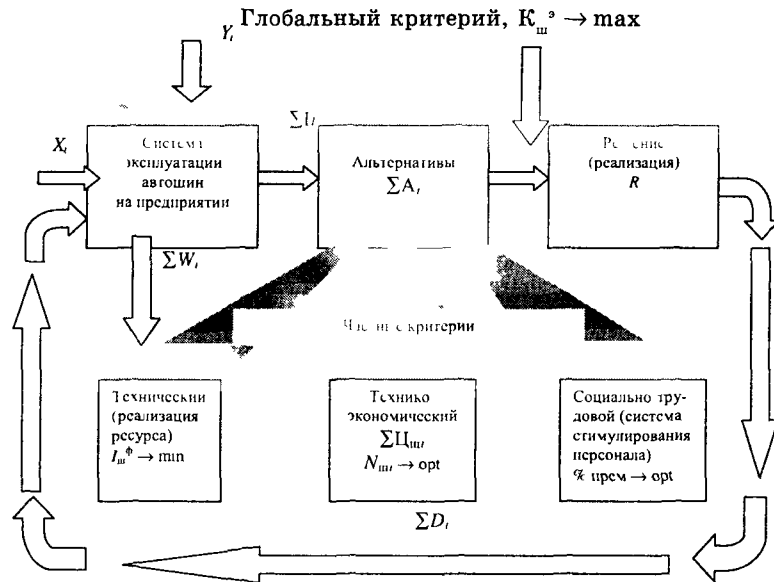


Рис. 57. Схема управления ресурсом шин в автотранспортном предприятии:

$K_{ш}^o$  — относительный коэффициент эффективности затрат на шины;  $Y_i$  — внешние факторы;  $X_i$  — эксплуатационные факторы;  $\Sigma I_i$  — информация о состоянии системы;  $\Sigma A_i$  — набор альтернатив;  $\Sigma D_i$  — действия по реализации решения управления;  $R$  — принимаемое решение;  $\Sigma W_i$  — выходные параметры функционирования системы;  $I_{ш}^{\phi}$  — фактическая интенсивность износа шин;  $\Sigma \Pi_{ши}$  — суммарная цена приобретаемых шин;  $N_{ши}$  — норма амортизационных отчислений шины

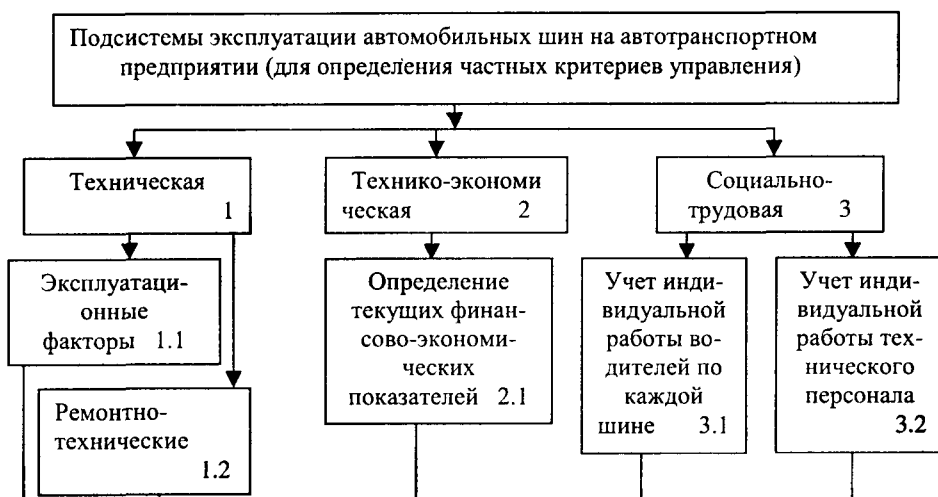


Рис. 58. Информационное обеспечение подсистем эксплуатации автомобильных шин

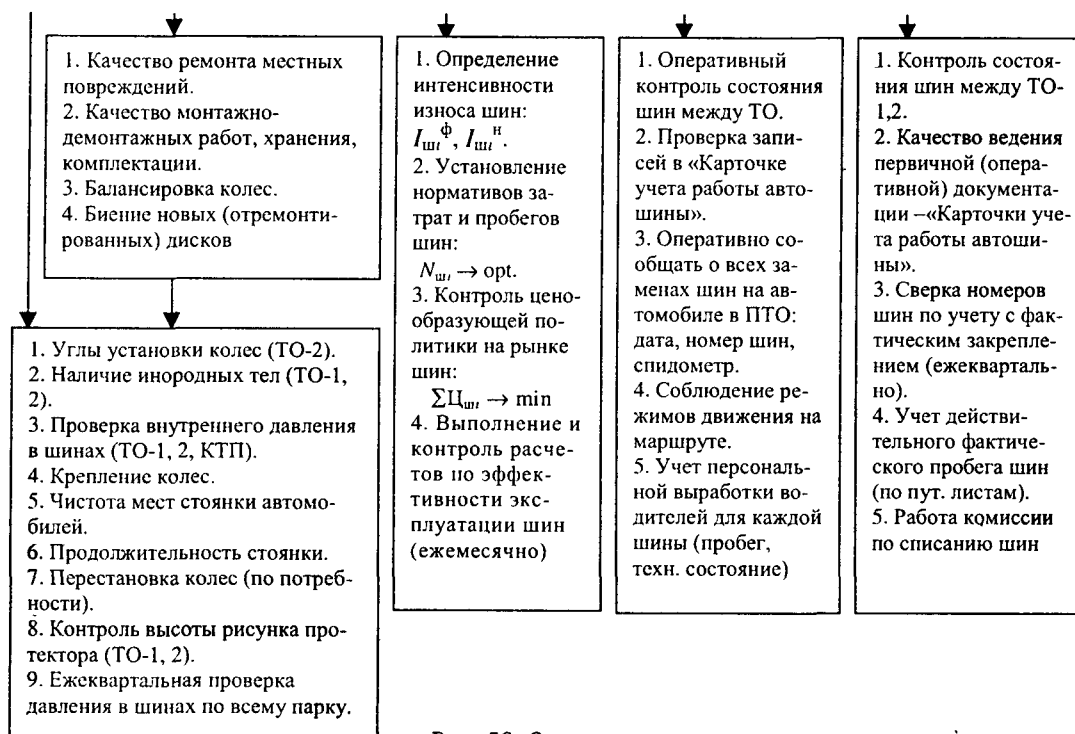


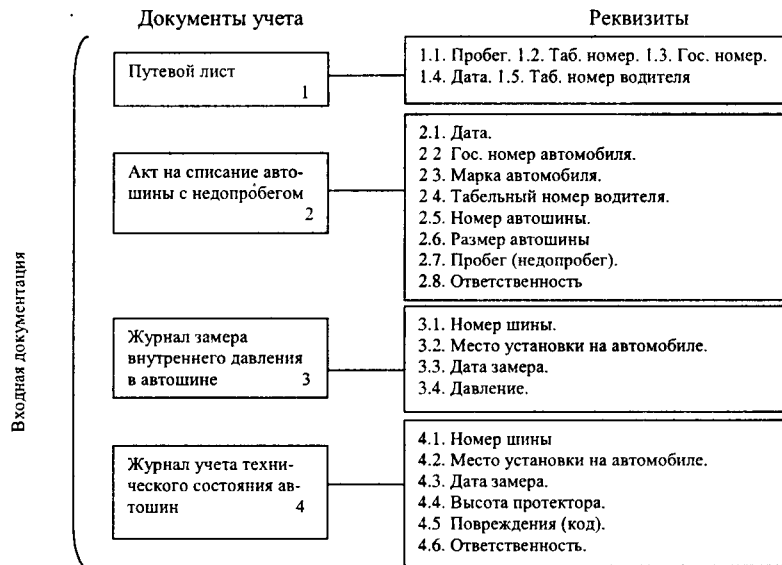
Рис. 58. Окончание

шин (в стоимостном выражении). Вторая и третья функции учета являются основополагающими, наиболее динамичными и тесно связаны с задачами технической службы по наиболее эффективному использованию ресурса автошин на предприятии. Учет организуется в подразделениях производственно-технического отдела автопредприятий. Ответственными за учет назначаются лица согласно утвержденному директором предприятия штатному расписанию, обычно это техник (техники) по учету шин. Вообще в системе эксплуатации автомобильных шин на предприятии можно выделить определенную часть кадрового состава, представленную в иерархическом порядке с определенными функциональными обязанностями и деловыми связями, прямо или косвенно задействованную на различных этапах управления эксплуатацией автомобильных шин по подготовке (информационное обеспечение), выработке альтернатив  $\Sigma A$ , и принятия решений  $R$ .

Учет работы автомобильных шин построен на ведении соответствующей документации, предусмотренной нормативными документами: «Правила эксплуатации автомобильных шин», инструкцией «О порядке определения затрат на восстановление износа и ремонт автомобильных шин», и правилах бухгалтерского учета материальных ценностей. Вариант структуры документов представлен на схеме документооборота подсистемы учета работы автомобильных шин (рис. 59).

Вся документация делится на две части: входная и выходная. Входная документация: путевой лист автомобиля, акт списания автошин с недопробегом, журнал учета технического состояния автошин, журнал замера внутреннего давления в автошине. Выходная документация: карточка учета работы автомобильной шины, месячный отчет по пробегу шин, ведомость списания шин, расчет начисления премии за эксплуатацию шин. В обоих потоках документации можно выделить документацию оперативного учета (1, 5 поз. на схеме) и текущую (2, 3, 4, 6, 7, 8 поз. на схеме). Выделенные на схеме реквизиты документов могут служить основополагающими при организации учета с помощью ПЭВМ в





*Рис. 59. Схема документооборота подсистемы учета работы автомобильных шин*

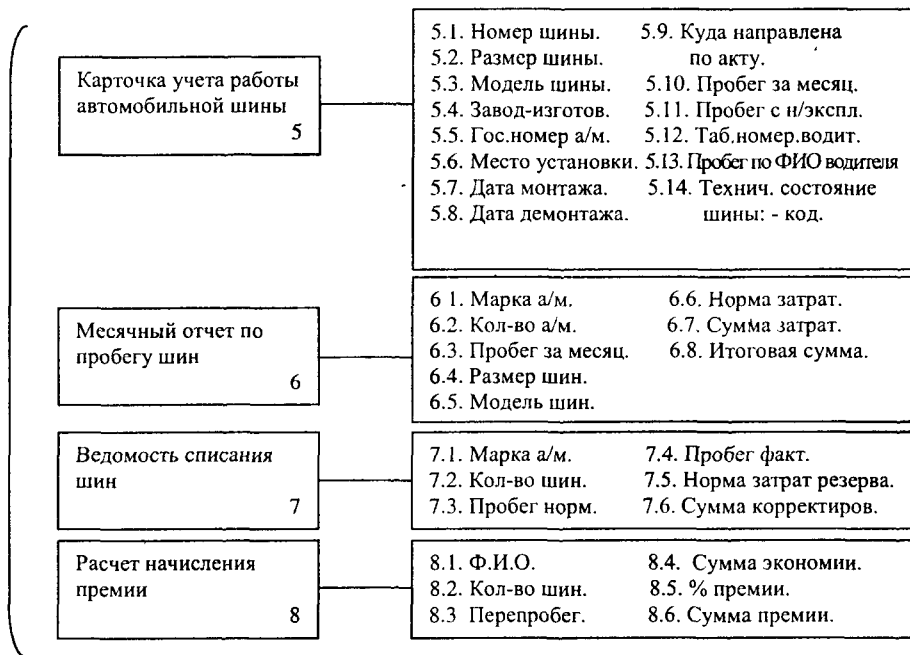


Рис. 59. Окончание

составе АРМ. Они позволяют оптимизировать информационные потоки (с целью сокращения избыточности и дублирования информации в различных документах), послужить ключами для поиска, сортировки и отображения информации. Указанные реквизиты могут быть положены в организацию файловой структуры учета, наименования полей шаблонов.

*Путевой лист* (1) — оперативный документ входного потока информации, несущий первичную информацию о пробеге автомобиля за смену, который разносится в оперативном режиме по соответствующим карточкам учета работы автомобильной шины (5) согласно реквизитам 5.5, 5.6, 5.7, 5.10 с нарастающим итогом 5.11, 5.12, 5.13.

*Акт на списание автошины с недопробегом* (2) — документ входного потока информации, служащий для определения причин преждевременного снятия шин с эксплуатации. Фиксируется недопробег шины и ответственность персонала (водителя). Является основным для закрытия документа (5) с заполнением реквизитов 5.8, 5.9.

*Журнал замера внутреннего давления в автошине* (3) — документ входного потока информации. Ведется при каждом ТО автомобиля (ТО-1, ТО-2), при ежеквартальных проверках внутреннего давления в шинах по всему парку или при выборочной проверке автомобилей при необходимости.

Информация передается в документ (5) с заполнением реквизитов 5.14, 5.15. Кодирование информации по техническому состоянию шин на каждом предприятии может быть принято внутрипроизводственно.

*Журнал учета технического состояния* (4) — документ входного потока информации. Периодичность ведения и назначения аналогична документу (3). Отличительная особенность — отражает техническое состояние шины в части, отличия внутреннего давления воздуха от нормы.

*Карточка учета работы автомобильной шины* (5) — оперативный документ выходного потока информации.

Является основным документом учета. Аккумулирует весь поток входной информации и является базой для формирования остальных документов выходного потока. Необходимо отметить несколько возможных особенностей при организации учета работы шин в составе АРМ для изменения формы документа (5). При использовании ресурсов ПЭВМ появляется возможность решить проблемы персонализации учета каждого водителя на данной шине (организовать массив табельных номеров и массив соответствующих им пробегов с начала эксплуатации). Аналогично можно учитывать и все местные повреждения шин. Данная персонализация поднимает ответственность персонала (в первую очередь, водителей) и заинтересованность (при соответствующей системе стимулирования) за конечные результаты работы автошины. Карточка учета (5) должна являться актом списания автошины. Переключение функционального значения документа (5) происходит при заполнении реквизитов 5.8, 5.9.

*Месячный отчет по пробегу шин* (6) — документ выходного потока, отражающий фактическое использование ресурса шин по их размерам и моделям с начислением согласно норм сумм затрат на восстановление их износа. Формируется на основании просмотра документов (5) с контролем реквизитов 5.6 — место установки (шина не должна быть на запасном колесе), 5.8 — дата демонтажа (шина не должна быть снята с эксплуатации). Документ (6) служит элементом информационного обеспечения анализа удельных затрат на восстановление автомобильных шин

$$C_{\text{ш}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij}}{\sum_{i=1}^{n+m} l_i},$$

где  $C_{\text{ш}}^{\text{уд в}}$  — удельные затраты на восстановление шин, руб./тыс. км;  $n$  — количество размеров шин;  $m$  — коли-

чество моделей шин;  $L_i$  — пробег  $i$ -й шины за месяц;  $C_{ij}$  — затраты на восстановление  $ij$ -й шины.

*Ведомость списания шин* (7) — документ выходного потока, отражающий начисленные суммы для корректирования резерва восстановления износа шин, определенного по документу (6). Формируется на основании просмотра документов (5) с контролем реквизитов 5.8 (шина не должна быть демонтирована), 5.9 (должно быть решение о направлении на восстановлении протектора или в утиль). Ведомость отражает по результирующему сальдо: положительное — резерв восстановления шин увеличивается (затраты растут), если наоборот — резерв уменьшается на величину отрицательного сальдо (затраты уменьшаются).

*Расчет начисления премии* (8) — документ выходного потока информации, реализующий систему стимулирования персонала по результатам эксплуатации шин за период (обычно квартал). При формировании данного документа необходимо учитывать персонализацию ответственности за качество эксплуатации шин всего персонала, согласно вышеперечисленным реквизитам и функциям в системе управления эксплуатации автошин.

Приведенная структура документооборота в подсистеме учета работы автомобильных шин позволит сформировать элементы управления затратами на шины в предприятии.

Обобщенный алгоритм процесса управления ресурсом и затратами на шины при выполнении работ ТО приведен на рис. 60.

В блоках 1, 2 алгоритма формируются исходные данные для процесса управления. Из путевого листа (ПЛ) выбирается суточный пробег автомобиля ( $L_c$ ), который передается в гаражный отдел, где определяется фактический пробег ( $L_{\text{ф}}$ ) по каждой шине и заносится в накопительную карту учета пробега шин (НК-Ш).

Накопительную карту учета пробега шин (НК-Ш) желательно вести в автоматизированном режиме с использованием ПЭВМ в составе АРМ гаражного отдела.

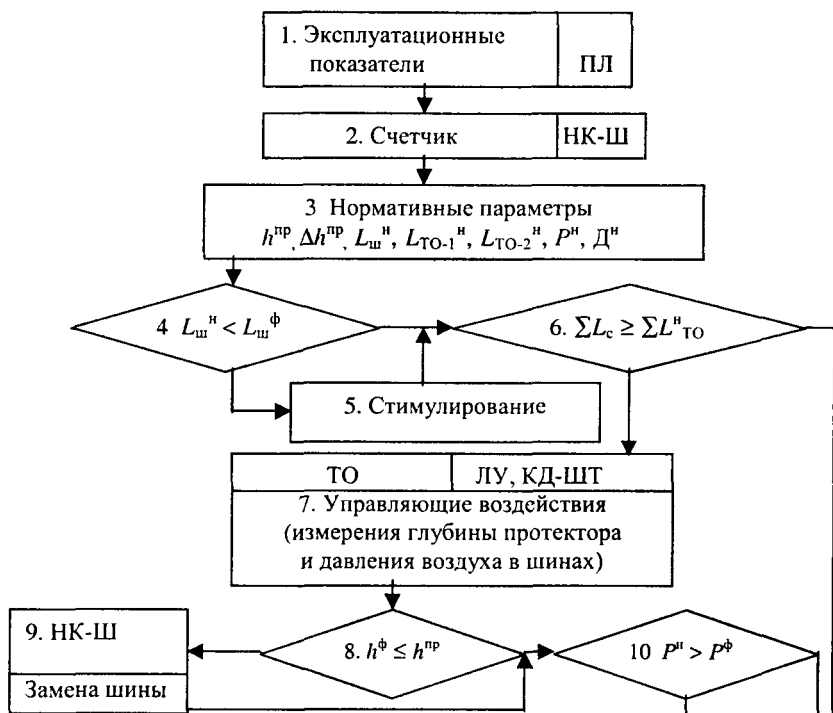


Рис. 60. Алгоритм процесса управления затратами на шины

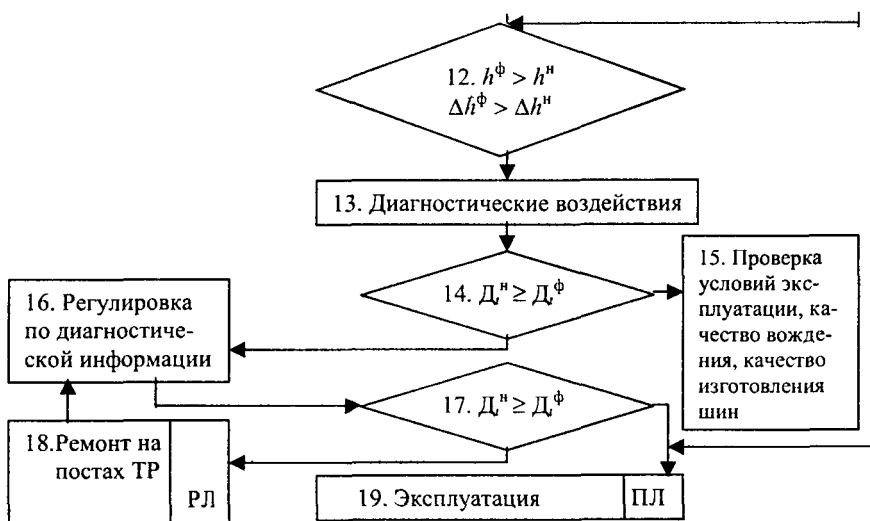


Рис. 60. Окончание



Содержание карты учета работы автомобильной шины (НК-Ш) приведено на рис. 61.

Блок 3 формирует подготовку нормативных параметров, необходимых для функционирования подсистемы управления ресурсом шин в автоматизированном режиме:

$h^{np}$  — предельная высота рисунка протектора (для шин, эксплуатируемых на автобусах,  $h^{np} = 2$  мм);  $\Delta h^n$  — удельная нормативная интенсивность износа протектора, мм/1000 км;  $L_{ш}^n$  — нормативный (гарантийный) пробег шины, км;  $L_{ТО-1}^n$ ,  $L_{ТО-2}^n$  — пробег автомобиля соответственно до ТО-1 и ТО-2, км;  $P^n$  — нормативное давление воздуха в шине, мПа;  $D^n$  — нормативные значения диагностических параметров агрегатов и узлов автомобиля, влияющих на ресурс шин.

Блок 4 предусматривает сравнение фактического пробега шины  $L_{ш}^ф$  с нормативным  $L_{ш}^n$ . В случае  $L_{ш}^ф > L_{ш}^n$  производится стимулирование персонала за перепробег шины (блок 5).

В блоке 6 сравнивается суммарный суточный пробег автомобиля  $\Sigma L_c$  с величиной нормативного пробега до очередного ТО  $L_{то}^n$ . Если  $\Sigma L_c \geq L_{то}^n$ , то автомобиль направляется на технические воздействия очередного ТО (блок 7).

Водителю выдается лист учета ТО (ЛУ) и карта диагностирования элементов автомобиля, влияющих на ресурс шин (КД-ШТ), в которой указывается нормативная высота протектора по каждой шине ( $h^n$ ) с учетом их фактического пробега. При выполнении операций ТО измеряется фактическая глубина протектора  $h^ф$  по каждой шине и фактическое давление воздуха в шине —  $P^ш$ , которые заносятся в соответствующие графы карты КД-ШТ.

Блок 8 предусматривает сравнение фактической глубины протектора  $h^ф$  с предельной  $h^{np}$ . Если  $h^ф \leq h^{np}$ , то шина бракуется (списывается по данным НК-Ш) и устанавливается другая (блок 9), на которую заводится своя карта учета работы шины (НК-Ш).

В блоках 10, 11 идет сравнение фактического давления воздуха в шинах ( $P^ф$ ) с нормативным ( $P^n$ ). Если



$P^{\Phi} < P^n$ , то необходимо давление воздуха довести до нормы.

Блок 12 предусматривает сравнение фактической глубины протектора шины  $h^{\Phi}$  с нормативной  $h^n$  или фактической интенсивности износа  $\Delta h^{\Phi}$  с нормативной  $\Delta h^n$ . Если  $h^{\Phi} > h^n$  ( $\Delta h^{\Phi} > \Delta h^n$ ), то автомобиль поступает на диагностические воздействия (блок 13) по причине повышенной интенсивности износа шин.

Блоки 14–18 включают технические воздействия на элементы автомобиля, определяющие ресурс шин. В блоках 14 и 17 идет сравнение нормативных ( $D_i^n$ ) и фактических ( $D_i^{\Phi}$ ) значений диагностирования параметров элементов автомобиля.

Управляющие воздействия на элементы автомобиля, влияющие на ресурс шин и принятия мер по их реализации, осуществляются с учетом следующих альтернатив:

- ♦ элементы автомобиля, поддающиеся регулированию. Привести оператором-диагностом в соответствие с номинальными значениями параметров по данной марке автомобиля и записать в карту диагностирования (блок 16);
- ♦ на регулируемые элементы автомобиля, возвращающиеся к допустимым значениям параметра, заполнить ремонтный листок (РЛ) с конкретным перечислением последующих технических воздействий (блок 18);
- ♦ на нерегулируемые элементы автомобиля, находящиеся за пределами параметров, заполнить РЛ с целью выполнения по потребности операций ТР (блок 18).

Сведения о состоянии элементов автомобиля, определяющих ресурс шин, передать диспетчеру производства (мастеру) для принятия последующих решений:

— о направлении исправного автомобиля диспетчеру по эксплуатации (блок 19);

— о направлении автомобиля на свободный пост ТР или в зону ожидания;

— о доставке на пост необходимых запасных элементов.

По восстановленным элементам автомобиля, приведенным в соответствие с допустимыми значениями параметров, величины параметров записать в карту КД-ШТ, сведения о выполнении объемов работ ТО и ТР записать в ЛУ и РЛ и передать диспетчеру производства (гаражный отдел).

#### **4. Управление расходом запасных частей и материалов**

Основной целью подсистемы является снижение затрат на запасные части и материалы. Для достижения этой цели в подсистеме предусматривается решение следующих управленческих задач:

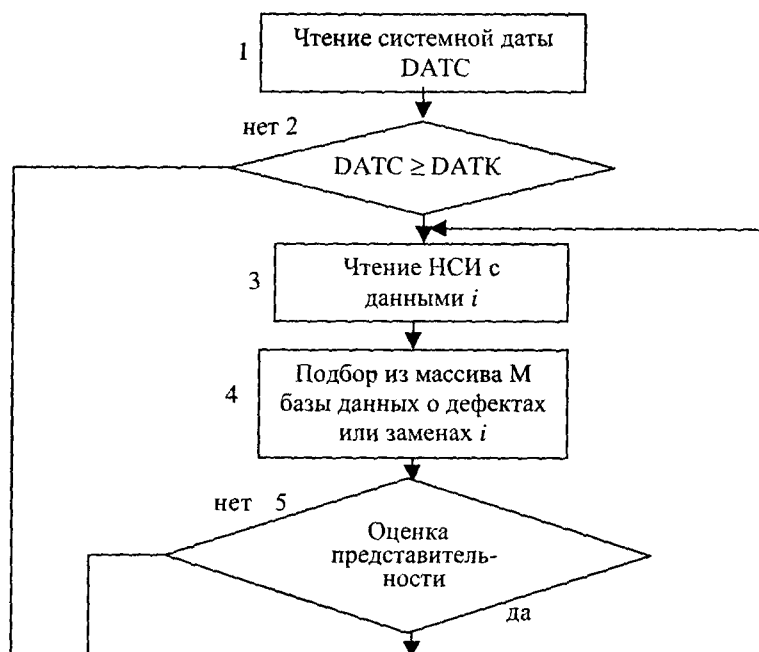
- ♦ нормирование и корректировка нормы запаса запасных частей;
- ♦ нормирование и корректировка нормы пробега запасных частей;
- ♦ оценка технического состояния автобусов;
- ♦ формирование документов для принятия управленческих решений.

Общая характеристика подсистемы:

- ♦ обработка и анализ информационных потоков предусматривает внедрение на предприятии автоматизированной системы управления на базе персональных электронно-вычислительных машин;
- ♦ результаты обработки и анализа информации предусмотрено передавать для принятия решений в соответствующие подразделения предприятия, либо использовать для корректирования нормативов, связанных с расходом запасных частей.

Подсистема управления включает в себя два модуля. Первый модуль предназначен для решения управленческих задач, связанных с корректированием нормативов, второй — предназначен для формирования документов для принятия соответствующими подразделениями предприятия управленческих решений. На рис. 62 представлена блок-схема алгоритма реализации первого модуля, а на рис. 63 — второго.

Блок-схема алгоритма первого модуля состоит из 11 блоков (рис. 62).



Блок-схема алгоритма корректирования нормативов в подсистеме управления расходом запасных частей

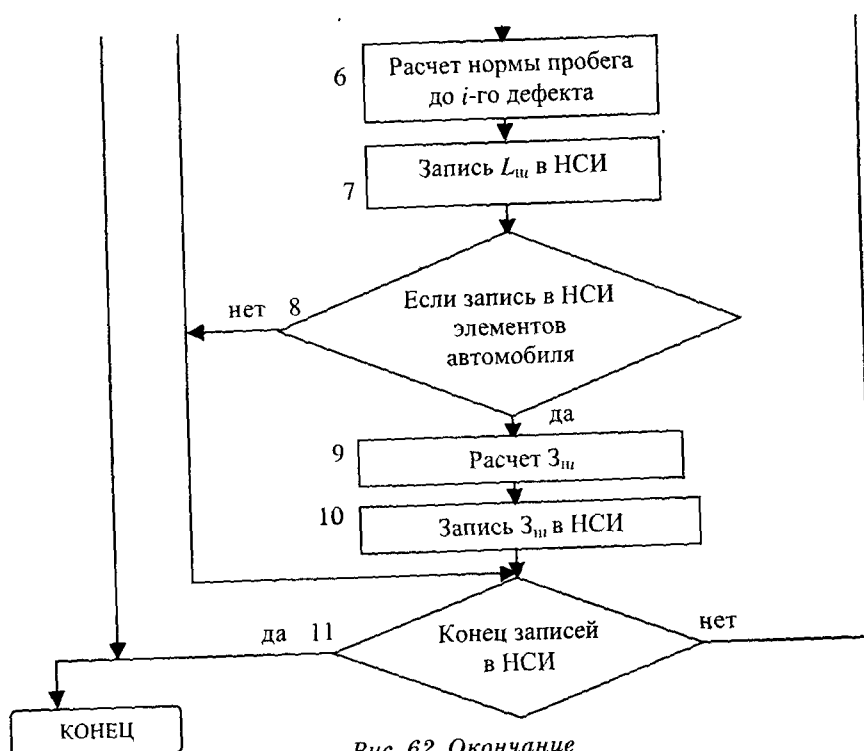


Рис. 62. Окончание

Условные обозначения схемы:

ДАТС — системная дата;

ДАТК — дата включения модуля коррекции нормативов;

НСИ — нормативно-справочная информация;

$i$  — дефект или элемент автомобиля;

$M$  — массив устраненных дефектов или замененных элементов;

$L_{ni}$  — нормативный пробег автомобиля до  $i$ -го дефекта или до замены  $i$ -го элемента;

$Z_{ni}$  — норма неснижаемого запаса  $i$ -го элемента автомобиля.

Разберем назначение каждого из 11 блоков алгоритма первого модуля.

**Блок 1.** Предназначен для считывания текущей даты.

**Блок 2.** Блок сравнения анализирует считанную текущую дату с датой включения модуля коррекции нормативов, связанных с расходом запасных элементов. Рекомендуются производить это включение один раз в квартал.

**Блок 3.** Предназначен для чтения нормативно-справочной информации по дефектам и элементам автобусов. Для этого в разделе нормативно-справочной информации необходимо создать два справочника:

1. Справочник дефектов подвижного состава;

2. Справочник ресурсных элементов подвижного состава.

Первый справочник должен содержать следующую информацию:

1. Марка подвижного состава.

2. Код дефекта.

3. Нарботка на отказ.

Для формирования кода дефекта разработана специальная система создания кода дефекта.

Целесообразно включать в справочник основные дефекты подвижного состава, обеспечивающие ресурс автомобиля. На первом этапе внедрения рассматриваемой подсистемы управления возможно ограничиться дефектами с кодами, содержащими первые две позиции.

Второй справочник должен иметь следующую информацию:

1. Марка подвижного состава.

2. Номенклатурный номер элемента подвижного состава.

3. Наименование элемента подвижного состава.

4. Нарботка на отказ элемента подвижного состава.

При формировании второго справочника рационально включать только основные элементы.

В блоке 3 предусматривается чтение последовательно каждой записи с начала до конца в начале первого, затем второго справочников.

В блоке 4 из базы данных по предприятию производится подбор всех устраненных дефектов или замененных элементов соответственно считанной записи в НСИ. При этом учитывается соответствие марки подвижного состава, кода дефекта или номенклатурного номера. Таким образом, в блоке 4 формируется массив М соответствующих устраненных дефектов или замененных элементов. Также необходимо учитывать, что в массив М следует включать только те дефекты или замены, у которых имеется возможность найти в базе данных наработки до возникновения соответствующего дефекта или наработки между заменами соответствующего элемента.

Блок 5. Блок оценки представительности подобранного массива М.

Если массив представлен, то он обрабатывается в блоке 6, если нет, то производится чтение следующей записи НСИ.

Блок 6. Предназначен для расчета нормативной наработки до возникновения соответствующего дефекта или нормативной наработки до замены соответствующего элемента.

В блоке 7 производится запись рассчитанного норматива в НСИ.

В блоке 8 выясняется вопрос характера прочитанной записи из НСИ.

Блок 9 выполняет расчет нормы неснижаемого запаса соответствующих элементов подвижного состава.

В блоке 10 производится запись рассчитанного норматива в НСИ.

Блок 11 — блок конца записей в НСИ. При достижении конца записей в НСИ работа модуля прекращается.

Если прочитана запись из справочника элементов подвижного состава, то происходит переход к блоку 9. В противном случае, продолжается чтение данных из НСИ.

Таким образом, результатом работы вышеописанного модуля является постоянное корректирование нормативов, которые используются для анализа и учета за расходом запасных элементов и при предварительной оценке технического состояния подвижного состава.

Блок-схема алгоритма второго модуля состоит из 15 блоков (рис. 63).

Условные обозначения схемы:

ЛУ — листок учета ТО и ТР;

Треб. — требование на получение запасных элементов подвижного состава;

ТВ — техническое воздействие;

ТР — текущий ремонт;

М — массив устраненных дефектов или замен, элементов подвижного состава;

$L_{\phi i}$  — фактическая наработка после последнего устранения  $i$ -го дефекта или после последней замены 1-го элемента;

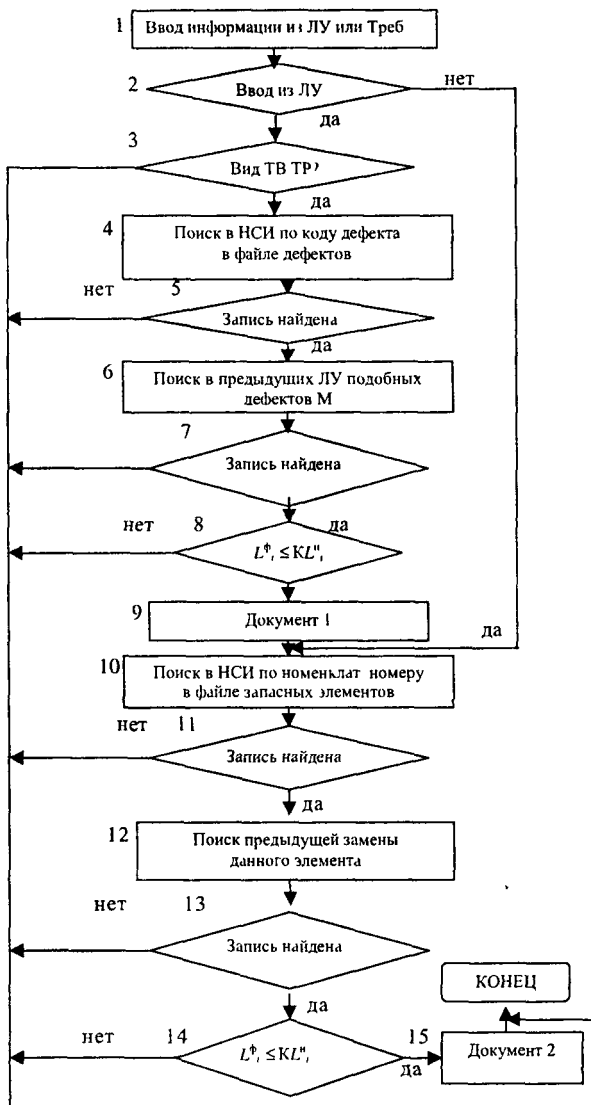
$L_{ni}$  — нормативный пробег автобуса до 1-го дефекта или до замены  $i$ -го элемента;

К — коэффициент снижения нормативного пробега;

Разберем назначение каждого из 15 блоков алгоритма второго модуля.

Блок 1 говорит о том, что модуль включается в работу при вводе информации из листка учета о выполнении ТО и ТР подвижного состава или при вводе информации с требованиями о получении запасных элементов.

При этом ввод из листка учета ТО и ТР должен содержать следующую информацию:



- Рис. 63. Блок-схема управления техническим состоянием и расходом запасных элементов подвижного состава

1. Гаражный номер подвижного состава.
2. Марка подвижного состава.
3. Вид технического воздействия.
4. Дата проведения ТО или ТР.
5. Код дефекта.
6. Исполнитель.

При вводе из требования на получение запасных элементов необходима следующая информация:

1. Гаражный номер подвижного состава.
2. Марка подвижного состава.
3. Номенклатурный номер запасного элемента.
4. Наименование запасного элемента.
5. Дата замены
6. Исполнитель.

**Блок 2.** Блок анализирует вид вводимой информации. Если это ввод из листка учета ТО и ТР, то происходит переход к блоку 3, если нет то к блоку 10.

**Блок 3.** Блок показывает, что модуль анализирует листки учета ТО и ТР, по которым проводился только текущий ремонт.

**Блок 4.** Предназначен для поиска в нормативно-справочной информации по дефектам подвижного состава записи, которая соответствует подобному дефекту, введенному из листка учета ТО и ТР. Необходимо учитывать то, что так как справочник дефектов содержит сведения только об основных элементах подвижного состава, то есть в него включены дефекты, у которых код дефекта содержит только две позиции, поэтому при поиске записи в справочнике анализируется равенство только первых двух позиций кода дефекта, введенного из листка учета ТО и ТР и кода дефекта справочника.

**Блок 5.** Говорит о наличии вышеуказанной записи.

**Блок 6.** Предназначен для поиска в базе данных о проведении предыдущих технических воздействий по данному автомобилю записей, которые соответствовали устранению подобных дефектов. При этом формируется массив М записей, каждая из которых должна иметь следующую информацию:



1. Дата проведения текущего ремонта.
2. Код дефекта.
3. Исполнитель.
4. Пробег с предыдущего устранения дефекта.

Параметр поз. 4 находим по информации о пробегах автомобилей из путевых листов согласно датам проведения текущего ремонта предыдущего и найденного.

**Блок 7.** Говорит о наличии хотя бы одной записи о предыдущем устранении дефекта.

**Блок 8.** Блок сравнения фактического пробега с момента устранения предыдущего подобного дефекта  $L^{\Phi}$  с пробегом нормативным  $L^n$ , который считан со справочника дефектов. При этом рекомендуется применять коэффициент снижения нормативного пробега  $K$ .

**Блок 9.** Блок формирования документа сведений об отказах автомобилей. Форма документа представлена на рис. 64.

**Блок 10.** Предназначен для поиска в нормативно-справочной информации по запасным элементам подвижного состава записи, которая соответствует номенклатурному номеру элемента, указанному в требовании на получение запасных элементов.

**Блок 11.** Говорит о наличии искомой записи в справочнике запасных элементов.

**Блок 12.** Блок поиска в базе данных о требованиях на получение запасных элементов на данный автомобиль последней записи о замене запасного элемента с номенклатурным номером, совпадающим с номенклатурным номером анализируемого запасного элемента.

**Блок 13** говорит о наличии предыдущей замены данного элемента.

**Блок 14.** Блок сравнения фактического пробега с момента предыдущей замены данного элемента  $L^{\Phi}$  с пробегом нормативным  $L^n$ , который считан со справочника по запасным элементам. При этом рекомендуется также применять коэффициент снижения нормативного пробега  $K$ .

**Блок 15.** Блок формирования документа сведений о заменах запасных элементов автомобиля. Форма документа представлена на рис. 65.

№ п/п	Код де- фекта	Наимено- вание дефекта	Дата ТР	Исполнитель	Пробег с предыдущ. устранения дефекта	Нормативная наработка

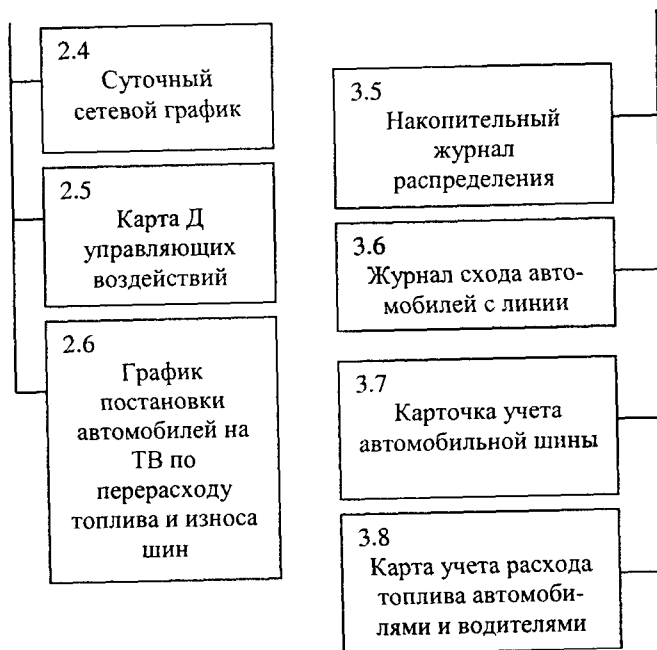
*Рис. 64. Форма документа о сведениях об отказах*

Номенклатурный номер запасного элемента	Наименование элемента	Пробег с предыду- щей замены	Нормативный пробег

*Рис. 65. Форма документа о замене запасных элементов автомобиля*

## Приложение 1

## Документальное обеспечение системы



## Приложение 2

Таблица 1

**Формирование и движение основной технической документации в системе управления технической готовностью парка**

№ п/п	Вид документа	Шифр	Где, кем формируется	Движение документа
1	Паспорт текущего состояния автомобиля	ПА	ПТО, начальник (техник)	ПТО-ВД-ПТО-ЗТО-ВД
2	Ремонтный листок (листок учета ТО и ТР)	РЛ	КТП, механик	КТП-ВД-ЗД-ЗТО-ПТО-БГ-ЯА
3	Лицевая карточка автомобиля	ЛК	ПТО, техник по учету	ЯА-ПТО-ЯА
4	Оперативный план-отчет ТО (Д) автомобиля	ОПО	---- " ----	ПТО-ДЗ-КТП-ЗД-ЗТО-ФК-ПТО
5	График постановки автомобилей на ТВ по причине перерасхода топлива и повышенного износа шин	ГР-ШТ	ПТО, техник	ПТО-КТП-ЗД-ЗТО-ПТО
6	Карта диагностирования КД-1	КД-1	ЗД, диагност	ЗД-ЗТО-НП-ЯА
7	Карта диагностирования КД-2	КД-2	ПТО, техник по учету	ПТОСДЗ-ВД-КТП-ЗД-НП-ЗТО-ИД-ЯА
8	Накопительная карта диагностирования	НК-Д	ЗД, диагност производства	ЗД-ИД-ЯА
9	Накопительная лимитная карта автомобиля	НК-З	Начальник производства	ЯА-НП-ГЛ-ПО(ЦС)-ЯА
10	Заборная карта	ЗК	Центральный, промежуточный склады, кладовщики	ПО(ЦС)-БГ-ПО(ЦС)
11	Путевой лист автомобиля	ПЛ	Отдел эксплуатации, диспетчер	ОЗ-ВД-ОЭ-БГ-ТУ-ПТО-ОЭ
12	Накопительный журнал на автомобили, находящиеся на предприятии в сменное время	НК-Р	КТП, механик	КТП-ГЛ-ПТО-ОЭ-НП-КТП
13	Суточный сетевой график выполнения ТО и ТР	ССГ	Производство, диспетчер производства	НП-ГЛ-ПТО-НП
14	Накопительный журнал схода автомобилей с линии по техническим причинам	НК-С	КТП, механик	КТП-МП-ПС-КТП
15	Карта учета отказавших элементов автомобиля, сданных на промежуточный склад	КП	Промежуточный склад, кладовщик	ПС-Ц-ПС
16	Накопительная карта учета работы шины	НК-Ш	ПТО, техник по учету	ПТО-ЗД-ЗТО-ПТО

№ п/п	Вид документа	Шифр	Где, кем формируется	Движение документа
17	Карта диагностирования ТС элементов автомобилей, определяющих ресурс шин и расход топлива (водителя, автомобиля)	КД-Ш-Т	КТП, контрольный механик	КТП-ЗД-НП-ЗТО-МС-ПТО-ЯА
18	Накопительная карта по учету расхода топлива	НК-Т	ПТО, техник по учету	ПТО-БГ-ПТО
19	Накопительная карта оперативных технико-экономических показателей автомобиля	НК-Э	МСС, техник по учету	МСС-ПТО-ПО-ГЛ-МСС

Условные обозначения: ВД — водитель; ПТО — производственно-технический отдел; ЗТО — зона ТО и ТР (посты); КТП — контрольно-технический пункт; ЗД — зона диагностирования; ЯА — ячейка с текущей документацией автомобиля; ДЭ — диспетчер по эксплуатации; НП — начальник мастерских (производства); ЦС — центральный склад; ПС — промежуточный склад; БГ — бухгалтерия; ОЭ — отдел эксплуатации; ТУ — техник по учету; ГЛ — главный инженер; Ц — цеха; МСС — машиносчетная станция; ИД — инженер-диагност; ТС — техническое состояние; ПО — плановый отдел

## Распределение основных видов документации по подсистемам управления

№ п/п	Виды документации	Обозначение	Управление подсистемами						
			Периодичностью ТОиТР	Объемами работ ТОиТР	Запасами элементов системы	Ресурсом автомобилей	Затратами на шины	Затратами на топливо	Затратами на ТО и ТР
1	Паспорт текущего состояния автомобиля	ПА	+	+	-	+	+	+	-
2	Ремонтный листок	РЛ	+	+	+	+	+	+	+
3	Лицевая карточка автомобиля	ЛК	+	+	+	+	-	-	-
4	Оперативный план-отчет (ТО)					+			
	Д автомобилей	ОПО	+	-	-	+	-	-	-
5	График постановки автомобилей на ТВ по причине перерасхода топлива и повышенного износа шин	ТР-ШТ					+	+	
6	Карта диагностирования	КД-2	+	+	-	+	-	-	-
7	Накопительная карта диагностирования	НК-3	-	+	+	+	-	-	-
8	Накопительная лимитная карта автомобиля	НК-3	-	-	+	-	-	-	+
9	Заборная карта	ЗК	-	-	+	-	-	-	-
10	Путевой лист автомобиля	ПЛ	+	-	-	+	+	+	-
11	Накопительный журнал на автомобили, находящиеся на предприятии в сменное время	НК-Р	-	+	-	-	-	-	-
12	Суточный сетевой график выполнения ТО и ТР	ССГ	-	+	-	-	-	-	-

## Продолжение

№ п/п	Виды документации	Обозначение	Управление подсистемами						
			Периодичностью ТОиТР	Объемами работ ТОиТР	Запасами элементов системы	Ресурсом автомобилей	Затратами на шины	Затратами на топливо	Затратами на ТО и ТР
13	Накопительный журнал схода автомобилей с линии по техническим причинам	НК-С	-	-	-	+	-	-	-
14	Карта учета отказавших элементов автомобиля, сданных на промежуточный склад, и их движения	КП	-	-	+	-	-	-	+
15	Накопительная карта учета работы шин	НК-Ш	-	-	-	-	+	-	-
16	Карта диагностирования ТС элементов автомобиля, определяющих ресурс шин и расхода топлива	КД-ШТ	-	-	-	-	+	+	-
17	Накопительная карта по учету расход топлива	НК-Т	-	-	-	-	-	+	-
18	Накопительная карта оперативных технико-экономических показателей								

## Приложение 3

### Факторы, формирующие техническую готовность парка на уровне ПАТ

№ п/п	Наименование факторов	Обозначение
1	Обеспеченность оборудованием, средствами механизации и передачи данных	Ф <sub>01</sub>
2	Квалификация и обеспеченность персоналом	Ф <sub>02</sub>
3	Наличие информационно-нормативной базы	Ф <sub>03</sub>
4	Обеспеченность площадями	Ф <sub>04</sub>
5	Стимулирование персонала	Ф <sub>05</sub>
6	Условия и организация труда персонала	Ф <sub>06</sub>
7	Взаимное расположение постов ТО и ТР	Ф <sub>07</sub>
8	Совершенство организации технологических процессов	Ф <sub>08</sub>
9	Приспособленность автомобилей к ТО и ТР	Ф <sub>09</sub>
10	Возрастной состав парка	Ф <sub>10</sub>
11	Способ хранения автомобилей	Ф <sub>11</sub>
12	Наличие запасных элементов на складе	Ф <sub>12</sub>
13	Интенсивность эксплуатации парка	Ф <sub>13</sub>
14	Применение диагностирования	Ф <sub>14</sub>
15	Характер отказов и сходов автомобилей с линии	Ф <sub>15</sub>
16	Однородность структуры парка	Ф <sub>16</sub>
17	Экономический ущерб от простоя парка	Ф <sub>17</sub>
18	Ущерб от простоя постов диагностирования	Ф <sub>18</sub>
19	Ущерб от недоиспользования ресурса шин	Ф <sub>19</sub>
20	Оперативность сопоставления доходов и расходов	Ф <sub>20</sub>
21	Выполнение предупредительного ремонта по диагностической информации	Ф <sub>21</sub>
22	Централизация выполнения ТО и ТР	Ф <sub>22</sub>
23	Качество эксплуатационных материалов	Ф <sub>23</sub>
24	Климатические и дорожные условия эксплуатации	Ф <sub>24</sub>

АВТОР: ПРОХОРОВ В.Н. ПРОЕКТ: СУМТЗАТ ЗАМЕЧАНИЯ:	ДАТА  КОНТЕКСТ Top
<p><b>Вопросы:</b></p> <p>Как обеспечить эффективность системы управления материально-техническими затратами на автобусные перевозки?</p> <p>Какие подсистемы включить в систему управления материально-техническими затратами на автобусные перевозки?</p> <p>Какой или какие критерии оценки эффективности системы управления материально-техническими затратами на автобусные перевозки?</p> <p>Как управлять системой материально-технических затрат на автобусные перевозки?</p> <p><b>Цель:</b></p> <p>Определить функции, входящие в процесс обеспечения высокой эффективности пассажирских перевозок, и понять, как эти функции взаимосвязаны между собой для того, чтобы построить систему управления материально-техническими затратами на автобусные перевозки.</p> <p><b>Точка зрения:</b> Директор пассажирского автотранспортного предприятия.</p>	
УЗЕЛ:	НАЗВАНИЕ: Цель и точка зрения системы управления материально-техническими затратами на автобусные перевозки  НОМЕР. Д001



## Приложение 5

# Расчет экономической эффективности от внедрения системы

Таблица 1

№№	Показатели	Единица измерения	Обозначения	Величина показателя	
				До внедрения*	После внедрения
I	Общие			14951,9	Рассчитывается
1.1	Годовой пробег парка автомобилей	тыс. км	$L_{\phi}; L_{ож}$	72	72
1.2	Кол-во автомобилей, в том числе: а) со сдельной оплатой б) с почасовой оплатой		$A_{сд}$ $A_{пч}$	322	322
1.3	Время в наряде автомобилей а) со сдельной оплатой б) с почасовой оплатой	час час	$t_{сд}$ $t_{пч}$	11 8,5	11 8,5
1.4	Кол-во дней работы подвижного состава на линии в год		$D_{\Gamma}$	365	365
1.5	Численность работников АРМ		Ч	99	Рассчитывается
1.6	Годовая трудоемкость выполнения ТО-1 ТО-2 ТР	чел ч чел ч чел ч	$T_{ТО1}^{фр}; T_{ТО1}^{ожт}$ $T_{ТО2}^{фр}; T_{ТО2}^{ожт}$ $T_{ТР}^{фр}; T_{ТР}^{ожт}$	9500 16900 59750	- " - - " - - " -
II	Стоимостные				
2.1	Расходы на шины	руб.	$C_{шиф}; C_{шож}$	117958	- " -
2.2	Расходы на топливо	руб.	$C_{тоф}; C_{тож}$	906925	- " -
2.3	Расходы на тех. обслуживание и зарплату рабочих	руб.	$СТО_{\phi}; CTO_{ож}$	321065	- " -
2.4	Капитальные вложения: всего в том числе:	тыс. руб.	$K_{\phi}; K_{ож}$	709	- " -
2.5	Подвижной состав и оборудование	тыс. руб.	$K_{пс}^{\phi}; K_{пс}^{ож}$	400	- " -
2.6	Строймонтаж	тыс. руб.	$K_{с}^{\phi}; K_{с}^{ож}$	309	309
2.7	Дополнительные капитальные вложения	тыс. руб.	$K_{доп}$	Рассчитывается	-
2.8	Затраты на эксплуатацию и содержание оборудования	тыс. руб.	$C_{доп}$	-	5,0
* В ценах 1989 года					

Окончание табл. 1

№№	Показатели	Единица измерения	Обозначения	Величина показателя	
				До внедрения *	После внедрения
2.9	Накладные расходы	тыс. руб.	Н	-	0,82
2.10	Доходы	- " -	$\Pi^{\Phi}; \Pi^{\text{ож}}$	4594,9	Рассчитывается
2.11	Расходы	- " -	$C^{\Phi}; C^{\text{ож}}$	4054,9	"
III	Качественные	- " -			
3.1	Коэффициент технической готовности	руб/км	$\alpha_T^{\Phi}; \alpha_T^{\text{ож}}$	0,939	- " -
3.2	Коэффициент выпуска	- " -	$\alpha_A^{\Phi}; \alpha_A^{\text{ож}}$	0,69	- " -
3.3	Доходы на 1000 км пробега		$\Pi^{\text{тф}}$	0,31	- " -
3.4	Расходы на 1000 км пробега		$C_{\text{тф}}$	0,27	
3.5	Коэффициент корректировки трудоемкости от внедрения диагностики в ТО-1 ТО-2 ТР		$K_{\text{ТО 1ф}}^{\text{ТО 1ож}}; K_{\text{ТО 2ф}}^{\text{ТО 2ож}}; K_{\text{ТРф}}^{\text{ТРож}}$	1 1 1	0,93 0,93 0,95
3.6	Коэффициенты оперативности при проведении ТО-1 при проведении ТО-2 при проведении ТР		$K_{\text{оп ТО 1ф}}^{\text{ТО 1ож}}; K_{\text{оп ТО 2ф}}^{\text{ТО 2ож}}; K_{\text{оп ТРф}}^{\text{ТРож}}$	1 1 1	0,96 0,94 0,97
3.7	Коэффициенты качества работ при проведении ТО-1 ТО 2 ТР		$K_{\text{ТО 1ф}}^{\text{ТО 1ож}}; K_{\text{ТО 2ф}}^{\text{ТО 2ож}}; K_{\text{ТРф}}^{\text{ТРож}}$	1 1 1	0,94 0,95 0,93
3.8	Коэффициент использования времени в наряде на движение		$\alpha_A^*$	0,94	0,94

# 1. Расчет годового пробега парка автомобилей после внедрения системы

1.1. Определим годовую экономию времени на производство технических воздействий

Таблица 2

Виды тех. воз- действ.	Коэффициенты корректирования			K= K <sub>оп</sub> K <sub>д</sub> K <sub>к</sub>	1 - K, чел.ч	T <sup>г</sup> , чел.ч	T <sup>г</sup> (1-K), чел.ч
	K <sub>оп</sub>	K <sub>д</sub>	K <sub>к</sub>				
ТО-1	0,96	0,93	0,94	0,84	0,16	9500	1520
ТО-2	0,94	0,93	0,95	0,83	0,17	16900	2873
ТР	0,97	0,95	0,93	0,86	0,14	59750	8365
Итого							12758

1.2. Определим годовой объем времени в наряде подвижного состава

$$T_n^r = D^r \alpha_v (t_{нсд} A_{сд} + t_{нпч} A_{пч}),$$

$$T_n^r = 365(1172 + 8,5 \cdot 322)0,69 = 888778,65 \text{ час.}$$

1.3. Определим время, в течение которого подвижной состав в движении

$$T_{дв}^r = T_n^r \alpha_{дв}, T_{дв}^r = 888778,65 \cdot 0,94 = 835452 \text{ час.}$$

1.4. Определим среднюю скорость движения подвижного состава

$$V_r = L^f / T_{дв}^r, V_r = 14951900 / 835452 = 17,9 \text{ км/час.}$$

1.5. Определим приращение пробега подвижного состава

$$\Delta L = T_{дв}^r V_r, \Delta L = 12758 \cdot 17,9 = 228369,2.$$

1.6. Определим годовой пробег подвижного состава после внедрения системы

$$L^{\text{ож}} = L^{\text{а}} + \Delta L, L^{\text{ож}} = 14951,9 + 2283,68 = \\ = 15179,368 \text{ тыс. км.}$$

1.7. Расчет коэффициента использования подвижного состава

В течение 1976–1981 г.г. АТО имеет следующие коэффициенты технической готовности, коэффициенты выпуска и коэффициенты использования подвижного состава

Таблица 3

Показатель	1976	1977	1978	1979	1980	1981
$\alpha_{\text{т}}$	0,94	0,947	0,931	0,944	0,953	0,959
$\alpha_{\text{в}}$	0,709	0,715	0,699	0,697	0,661	0,690
$\eta_{\text{ис}}$	0,754	0,755	0,750	0,738	0,694	0,745

Коэффициент использования подвижного состава определяет уровень работы службы эксплуатации. Средний за период 1976–1981 г.г. коэффициент использования равен

$$\eta_{\text{ис}} = (0,745 + 0,755 + 0,750 + 0,738 + \\ + 0,694 + 0,745)/6 = 0,739.$$

1.8. Определим приращение коэффициента технической готовности

$$\Delta\alpha_{\text{тг}} = \Delta L/\eta_{\text{ис}} L^{\Phi}, \Delta\alpha_{\text{тг}} = 228,3682/0,739 \times \\ \times 14951,9 = 0,020.$$

1.9. Определим коэффициент технической готовности

$$\alpha_{\text{тг}}^{\text{ож}} = \alpha_{\text{тг}}^{\Phi} + \Delta\alpha_{\text{тг}}, \alpha_{\text{тг}}^{\text{ож}} = \\ = 0,939 + 0,021 = 0,960.$$

## 2. Общие капитальные вложения

### 2.1. На подвижной состав

$$K_{\text{пс}}^{\text{ож}} = K_{\text{пс}}^{\Phi} L^{\text{ож}} / L^{\Phi} = K_{\text{пс}}^{\Phi} \alpha_{\text{в}}^{\text{ож}} / \alpha_{\text{в}}^{\Phi} = \\ = 400 \times 0,71 / 0,69 = 411,6 \text{ тыс. руб.}$$

### 2.2. Суммарные капитальные вложения (после внедрения)

$$K^{\text{ож}} = K_{\text{пс}}^{\text{ож}} + K_{\text{д.сум}}^{\text{ож}} + K_{\text{с}}^{\text{ож}} = 411,6 + 80,85 + 309 = \\ = 801,45 \text{ тыс.руб.}$$

Удельные капитальные вложения до внедрения

$$K_{\text{уд}}^{\Phi} = K^{\Phi} / L^{\Phi} = 709 / 14951,9 = 0,04742 \text{ руб/км,}$$

после внедрения

$$K_{\text{уд}}^{\text{ож}} = K^{\text{ож}} / L^{\text{ож}} = 801,45 / 15380,1 = 0,0521 \text{ руб/км.}$$

Таблица 4

Расчет дополнительных капитальных затрат  
(с учетом фактора времени)

№ п/п	Показатель	Обозначение	Расчетная формула	Единица измерения	Годы внедрения	
					1988	1989
1	Порядковый год выполнения	п	-		2	1
2	Норматив приведения	Е	-		0,1	0,1
3	Коэффициент приведения	$\alpha_t$	$(1+E)^{T \cdot n}$		$(1+0,1)^{2 \cdot 1} = 1,1$	$(1+0,1)^{1 \cdot 1} = 1$
4	Затраты на проектирование (НИР)	$K_{\text{дпр}}$		тыс. руб.	20	20
5	Затраты на создание ЦУП	$K_{\text{дип}}$		тыс. руб.	10	10
6	Затраты на создание промежуточного склада	$K_{\text{дсн}}$		тыс. руб.	5	5
7	Затраты на монтаж и регулировку	$C_{\text{моб}}$	$0,1(K_{\text{дпр}} + K_{\text{дип}} + K_{\text{дсн}})$	тыс. руб.	3,5	3,5

Окончание таблицы 4

№ п/п	Показатель	Обозначение	Расчетная формула	Единица измерения	Годы внедрения	
					1988	1989
8	Общие дополнит. затраты (без учета фонда времени)	$K_d$	$1,1(K_{дир} + K_{дш} + K_{дв})$	- " -	38,5	38,5
9	Общие дополнит. затраты (с учетом фонда времени)	$K_d^i$	$K_{д\tau}^{\alpha}$	- " -	42,35	38,5

Суммарные дополнительные капитальные затраты

$$K_{д\text{ сум}} = 42,35 + 38,50 = 80,85 \text{ тыс.руб.}$$

### 3. Определение удельной себестоимости после внедрения

3.1. В процессе внедрения удельные затраты на топливо уменьшаются на 8% (по данным внедрения в других АТП)

$$C_{\tau}^{\text{ф уд}} = C_{\tau}^{\text{ф}} / L^a = 906925 / 14951,9 = 60,656 \text{ руб/1000 км.}$$

Уменьшение себестоимости перевозок за счет затрат на топливо составит

$$\Delta C^{\text{уд}} = 0,08 C_{\tau}^{\text{ф уд}} = 0,08 \times 906,925 / 14951,9 = 4,852 \text{ руб/1000 км.}$$

3.2. В процессе внедрения системы удельные затраты на шины уменьшаются на 10% (по данным внедрения в других АТП)

$$C_{ш}^{\text{уд}} = C_{ш}^{\text{ф}} / L^{\text{ф}} ; C_{ш}^{\text{уд ож}} = 0,9 C_{ш}^{\text{ф}} / L^{\text{ф}}.$$

Уменьшение себестоимости перевозок за счет затрат на шины составит

$$\Delta C_{\text{ш}}^{\text{уд}} = 0,1 C_{\text{ш}}^{\text{уд} \Phi} = 0,1 \times 117958 / 14951,9 = 0,789 \text{ руб/1000 км.}$$

3.3. В процессе внедрения системы удельные затраты на техническое обслуживание уменьшатся на 8%

$$C_{\text{то}}^{\text{уд}} = C_{\text{то}}^{\Phi} / L^{\Phi}; C_{\text{то}}^{\text{уд} \text{ож}} = 0,92 C_{\text{то}}^{\Phi} / L^{\Phi}.$$

Уменьшение себестоимости перевозок за счет затрат на ТО составит

$$\Delta C_{\text{то}} = 0,08 \times C_{\text{то}}^{\Phi} / L^{\Phi}.$$

3.4. В процессе эксплуатации системы возрастет себестоимость перевозок за счет появления затрат на эксплуатацию и содержание оборудования

$$C_{\text{эк}}^{\text{уд}} = (C_{\text{доп}} + H) / L^{\text{ож}}.$$

3.5. Уменьшение удельных затрат с внедрением системы составит

$$\begin{aligned} \Delta C &= C^{\Phi} - C^{\text{ож}} = \Delta C_{\text{т}}^{\text{уд}} + \Delta C_{\text{ш}}^{\text{уд}} + \Delta C_{\text{то}}^{\text{уд}} - C_{\text{эк}}^{\text{уд}} = \\ &= (0,08 C_{\text{т}} + 0,1 C_{\text{ш}} + 0,08 C_{\text{то}}) / L^{\Phi} - (C_{\text{доп}} + H) / L^{\text{ож}} = \\ &= (0,08 \times 906925 + 0,1 \times 117958 + 321065) / 14951,9 - \\ &\quad - (820 + 5000) / 15380,1 = (725521,0 + 11795,8 + \\ &\quad + 25685,2) / 14951,9 - 5820 / 15380,1 = \\ &= 110035 / 14951,9 - 0,38 = 7,37 - \\ &\quad - 0,38 = 6,98 \text{ руб/1000 км.} \end{aligned}$$

3.6. Удельные расходы после внедрения

$$C_{\text{уд} \text{ож}} = 0,27 - 0,00698 = 0,26302 \text{ руб/км.}$$

## **Заключение**

В настоящем учебном пособии, рассчитанном на студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», рассмотрены теоретические и практические вопросы управления технической готовностью подвижного состава автомобильного транспорта.

Изложены основные термины и понятия системы управления автотранспортным производством, последовательность функционирования и основные этапы процесса управления технической готовностью парка. Описано нормативное и документальное обеспечение системы управления, а также обеспечение персоналом и материально-техническими средствами, включающими диагностические средства и средства контроля процессов и связи.

Раскрыты подсистемы управления периодичностью и объемами технических воздействий, запасами и ресурсами элементов автомобилей, затратами на топливо, шины и технические воздействия, а также реализующие алгоритмы подсистем управления технической и экономической эффективностью.

Достоинством учебного пособия является то, что приведенный материал не рассматривался в другой ранее опубликованной учебной литературе по автомобильному транспорту и отличается оригинальностью построения производственной задачи, которую приходится решать инженеру в практической работе при эксплуатации автомобильного транспорта.

Объем учебного пособия, последовательность изложения, приведенные иллюстрации, таблицы и примеры несомненно окажут помощь студентам в закреплении лекционного материала по курсу «Техническая эксплуатация автомобилей» и будут способствовать повышению качества подготовки специалистов автомобильного транспорта.



## Обозначение сокращенных терминов

ПАТ — предприятие автомобильного транспорта

ТГ — техническая готовность подвижного состава парка

ТО, ТР, КР — техническое обслуживание, текущий ремонт, капитальный ремонт соответственно

ПР — предупредительный ремонт

ТВ — техническое воздействие; ТС — техническое состояние

Д — система диагностирования; ДИ — диагностическая информация

ДВ — диагностическое воздействие; УВ — управляющее воздействие

ЦУП — центр управления производством

КТП — контрольно-технический пункт

ОТК — отдел технического контроля

ПТО — производственно-технический отдел

СУТГ ( $\alpha_t$ ) — система управления технической готовностью парка по критерию  $\alpha_t$

УП — управление периодичностью технических воздействий

УО — управление объемами работ; УР — управление ресурсом

УЗ — управление запасами

УЗЭ — управление затратами на эксплуатацию

УЗШ — управление затратами на шины

УЗТ — управление затратами на топливо

УЗТВ — управление затратами на технические воздействия

ГУАИ — группа учета и анализа информации

ОПО — оперативный план-отчет; ПЛ — путевой лист

ЛК — лицевая карточка; РЛ — ремонтный листок

КД-2 — диагностическая карта;  $D_{\text{ав}}$  — диагностирование водителем на линии;  $D_{\text{вв}}$  — диагностирование на выпуске-возврате

Д-1 — диагностирование при ТО-1; Д-2 — диагностирование при ТО-2

ССГ — суточный сетевой график

ДП — диспетчер производства; ДЭ — диспетчер эксплуатации

КД-ШТ — карта диагностирования элементов, влияющих на износ шин и расход топлива

НК-Ш — накопительная карта расхода шин

НК-З — накопительная карта затрат на запасные элементы

## Библиографический список

1. *Авдонькин Ф.Н.* Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей. — М: Транспорт, 1985. — 216 с.
2. *Аринин И.Н.* Управление технической готовностью автомобильного транспорта. — Иваново, 1975. — 150 с.
3. *Аринин И.Н.* Игровое моделирование управления технической готовностью подвижного состава автотранспортных предприятий. — Владимир, 1980. — 56 с.
4. *Аринин И.Н., Баженов Ю.В.* Техническая эксплуатация автотранспортных средств (управление технической готовностью автомобилей). — Владимир, 1987. — 75 с.
5. *Аринин И.Н., Коновалов С.И.* Техническая эксплуатация автомобилей (Управление технической готовностью подвижного состава). Ч.1. — Владимир, 1996. — 102 с.
6. *Говорущенко Н.Я.* Основы управления автомобильным транспортом. — Харьков: Выща шк. 1978. — 224 с.
7. *Завадский Ю.В.* Статистическая обработка эксперимента. — М.: Высш. шк. 1976. — 270 с.
8. *Клейнер Б.С.* Автоматизированные системы управления на автотранспорте. — М.: МАДИ. 1974. — 88 с.
9. *Кузнецов Е.С.* Управление технической эксплуатацией автомобилей. — М.: Транспорт, 1990. — 272 с.
10. *Лохов А.Н.* Организация управления на автомобильном транспорте. — М.: Транспорт, 1987. — 272 с.
11. *Мирошников Л.В., Болдин А.П., Пал В.И.* Диагностика технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. — М.: Транспорт, 1977. — 264 с.
12. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. — М.: Транспорт, 1986. — 72 с.

13. Техническая эксплуатация автомобилей: Учеб. для вузов/ Под ред. Е.С. Кузнецова. — М.: Транспорт, 1991. — 413 с.
14. *David A. Marca, Clement L. McGowan* Structured Analysis and Design Technique. McGraw-Hill Book Company, 1987. — 178 pages.
15. *Connor M.* Structured Analysis and Specification: The First Step, Advances in Computer Technology, 1979. — 135 pages.

# Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Термины и понятия .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Основы системы управления готовностью парка .....</b>	<b>15</b>
<b>3. Нормативное обеспечение системы управления .....</b>	<b>27</b>
3.1. Нормативная база системы .....	27
3.2. Государственные и отраслевые нормативы .....	28
3.3. Нормативы предприятия и методы их расчета .....	28
<b>4. Документальное обеспечение системы управления .....</b>	<b>37</b>
<b>5. Методическое обеспечение системы управления .....</b>	<b>45</b>
5.1. Случайные величины и их характеристики .....	45
5.2. Обработка выборочных данных о состоянии автомобилей и процессов .....	52
<b>6. Диагностическое обеспечение системы управления .....</b>	<b>57</b>
<b>7. Обеспечение системы управления средствами контроля процессов и связи .....</b>	<b>71</b>
<b>8. Обеспечение системы управления персоналом .....</b>	<b>91</b>
<b>9. Материально-техническое обеспечение системы управления .....</b>	<b>99</b>
9.1. Организация материально-технического обеспечения .....	99
9.2. Обеспечение топливно-смазочными материалами и методы их экономии .....	102
9.3. Обеспечение запасными частями и материалами .....	104
<b>10. Принятие решений .....</b>	<b>107</b>
10.1. Стадии принятия решений .....	107
10.2. Общий критерий оценки работы технической службы .....	108

10.3. Факторы, обуславливающие формирование технической готовности парка .....	114
10.4. Модель и целевая функция управления .....	122
10.5. Критерии оценки по уровням служебной иерархии .....	133
11. Подсистемы управления технической готовностью подвижного состава .....	135
11.1. Управление периодичностью технических воздействий .....	137
11.2. Управление объемами технических воздействий .....	144
11.3. Управление запасами элементов автомобилей ..	148
11.4. Управление ресурсом элементов автомобиля ....	154
12. Управление комплексом затрат на обеспечение работоспособности автомобилей .....	163
12.1. Управление затратами на шины .....	163
12.2. Управление затратами на топливо .....	170
12.3. Управление затратами на технические воздействия .....	178
13. Реализация метода управления технической готовностью парка .....	187
13.1. Реализующие алгоритмы подсистем управления .....	189
13.2. Реализация системы управления материально- техническими затратами на пассажирские перевозки .....	202
13.3. Экономическая эффективность от внедрения системы управления .....	228
14. Новые информационные технологии как инструмент управления технической готовностью автомобилей .....	243
14.1. Информация и информационные технологии ...	243
14.2. Системы обработки информации на автотранспортных предприятиях .....	249
14.3. Практическая реализация методов управления технической готовностью на базе новой информационной технологии .....	254

<b>Приложения .....</b>	<b>291</b>
Приложение 1 .....	292
Приложение 2 .....	294
Приложение 3 .....	298
Приложение 4 .....	299
Приложение 5 .....	300
<b>Заключение .....</b>	<b>307</b>
<b>Обозначение сокращенных терминов .....</b>	<b>308</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>310</b>