

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 26.12.2021 15:29:47  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра автомобилей, транспортных систем и процессов

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова  
2014 г.



### ПРАКТИКУМ ПО УПРАВЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Методические указания к практическим занятиям

УДК 656.13.071.8

Составители: Е.В. Агеев, Н.М. Хорьякова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Юго-Западного  
государственного университета *И.П. Емельянов*

**Практикум по управлению техническими системами:** методические указания к практическим занятиям / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.В. Агеев, Н.М. Хорьякова. Курск, 2014. 98 с.: ил. 22, табл. 31, Библиогр.: с. 98

Представлены общие сведения по решению практических задач по дисциплинам «Управление техническими системами» и «Управление социальными техническими системами». Приведены основные методы решения задач, что помогает усвоить и глубже понять теоретические положения курса.

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 190600.62 и 190700.62.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать .Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 54 . Уч.-изд. л. 51 . Тираж 100 экз. Заказ 5 . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	4
Общие указания к практическим занятиям	5
<b>Тема 1. Дерево целей и систем автомобильного транспорта и технической эксплуатации</b>	6
1.1. Понятие о дереве целей	6
1.2. Дерево систем и его роль при управлении производством	11
1.3. Пример решения практической задачи	16
1.4. Задачи для самостоятельного решения	22
<b>Тема 2. Интеграция мнения специалистов при анализе рыночных и производственных ситуаций при принятии решений</b>	23
2.1. Классификация методов	23
2.2. Априорное ранжирование	24
2.3. Пример решения практической задачи	26
2.4. Задачи для самостоятельного решения	31
<b>Тема 3. Использование игровых методов при принятии решений в условиях риска и неопределенности</b>	32
3.1. Понятие об игровых методах	32
3.2. Пример решения практической задачи	33
3.3. Задачи для самостоятельного решения	41
<b>Тема 4. Жизненный цикл и обновление больших технических систем</b>	42
4.1. Понятие о жизненном цикле системы и ее элементов	42
4.2. Возрастная структура и реализуемые показатели качества автомобиля и парка	44
4.3. Управление возрастной структурой парка	49
4.4. Пример решения практической задачи	53
4.5. Задачи для самостоятельного решения	61
Библиографический список	62

## **ВВЕДЕНИЕ**

Вопросам рационального управления производством за последние годы уделяется возрастающее внимание при подготовке инженеров специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». Усилилась и расширилась информационная и компьютерная подготовка будущих инженеров, применение в учебном процессе деловых игр, семинарских и практических занятий соответствующей направленности.

Все это нашло отражение в образовательном стандарте по специальности 190601.65 «Автомобили и автомобильное хозяйство», который предусматривает в разделе специальные дисциплины общепрофессиональной подготовки изучение дисциплины СД.02 «Управление техническими системами».

При написании методических указаний учитывались как происшедшие за последние годы изменения, так и выполненные научно-исследовательские работы, опыт предприятий автомобильного транспорта, а также практика преподавания этих материалов на кафедре эксплуатации автомобильного транспорта МАДИ (ТУ).

Материалы методических указаний помогут студентам при изучении профессиональных дисциплин, в которых вопросы инженерного анализа и совершенствования производства получают дальнейшее развитие, углубление и конкретизацию, а также могут быть использованы специалистами автомобильного транспорта в практической деятельности.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

В процессе изучения дисциплины «Управление техническими системами» каждый студент должен выполнить практические занятия.

Практическое занятие состоит из общей методики и примера решения практических задач.

Каждый студент выполняет практические занятия самостоятельно в соответствии с индивидуальным заданием, используя данные методические указания, учебники, учебные пособия, справочники, ГОСТы и др.

Отчет по практическим занятиям должен быть представлен в сброшюрованном виде на листах формата А4 (210x297). Все листы, кроме титульного, нумеруются. Титульный лист оформляется по форме, образец которой представлен на кафедре или выдается преподавателем. Отчет должен содержать следующие основные элементы: вариант исходных данных; методику решения задания и выводы; список использованных источников.

Отчет по практическим заданиям может быть выполнен с использованием персонального компьютера.

Изложение практического занятия должно быть кратким, логичным, четким, призванным дать обоснование принятым решениям. Сокращение слов в тексте не допускается. Значение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулы, должны быть приведены непосредственно под формулой. Графические изображения могут быть выполнены на миллиметровой бумаге.

Практические занятия, выполненные не по вариантам и не по установленной форме, к защите не принимаются.

## Тема 1. ДЕРЕВО ЦЕЛЕЙ И СИСТЕМ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 1.1. Понятие о дереве целей

При формировании цели конкретной системы (отрасли, объединения, предприятия) возникают несколько достаточно сложных задач.

1. *Как от общих или обобщенных целей вышестоящей системы перейти к конкретным количественно описанным целям подсистем?* Например, маркетинговый анализ позволяет предположить прирост спроса на определенные перевозки на 12%. Это, очевидно, генеральная цель предприятия, фирмы. За счет чего это можно сделать? – это подцели, их необходимо в рамках программно-целевого метода четко определить.

2. *Как сопоставить или ранжировать несколько иногда противоречивых целей, которые, как правило, стоят или поставлены перед любой сложной системой?* Например, увеличение прибыльности, требующее сокращения всех видов затрат, и уменьшение отрицательного влияния на окружающую среду, приводящее к увеличению ряда статей затрат.

3. *Как цели соизмерить с ресурсами, а последние перераспределить между несколькими целями?*

4. *Как цели подсистем заставить работать на цели системы?*

Для разрешения этих сложных и противоречивых задач рекомендуется использовать приём, излагаемый следующим правилом управления:

***Если реальная система имеет несколько целей разной значимости и уровня, то их следует упорядочить, построив дерево целей (ДЦ).***

*Дерево целей (ДЦ)* – это упорядоченная иерархия целей, выражающая их соподчинение и внутренние взаимосвязи. При построении ДЦ происходит декомпозиция – разложение целей по уровням, т.е. их упрощение, конкретизация, уточнение адресности. Обычно ДЦ имеет одну вершину, называемую корнем (1, рис. 1), который характеризует генеральную цель системы  $C^0$ , располагаемую на высшем уровне. Далее цель высшего уровня разлагается на цели первого уровня  $C_{01}^1, C_{02}^1, \dots, C_{0n}^1$ , которые, в свою очередь, – на цели второго

уровня и т. д. Декомпозиция продолжается до так называемых элементарных целей, которые дальнейшему разложению не подлежат. Например, для персонала предприятия, фирмы – это цели, которых должен добиваться конкретный исполнитель.

В ДЦ отношение целей низшего уровня к целям высшего – соподчинение. Одна из форм соподчинения – это определение конкретного вклада (весомости) цели нижнего уровня в достижение цели высшего. Цели же одного уровня дополняют друг друга.

Цели более высокого уровня соединены с целями следующего (более низкого) уровня линиями, называемыми дугами (3, рис. 1).

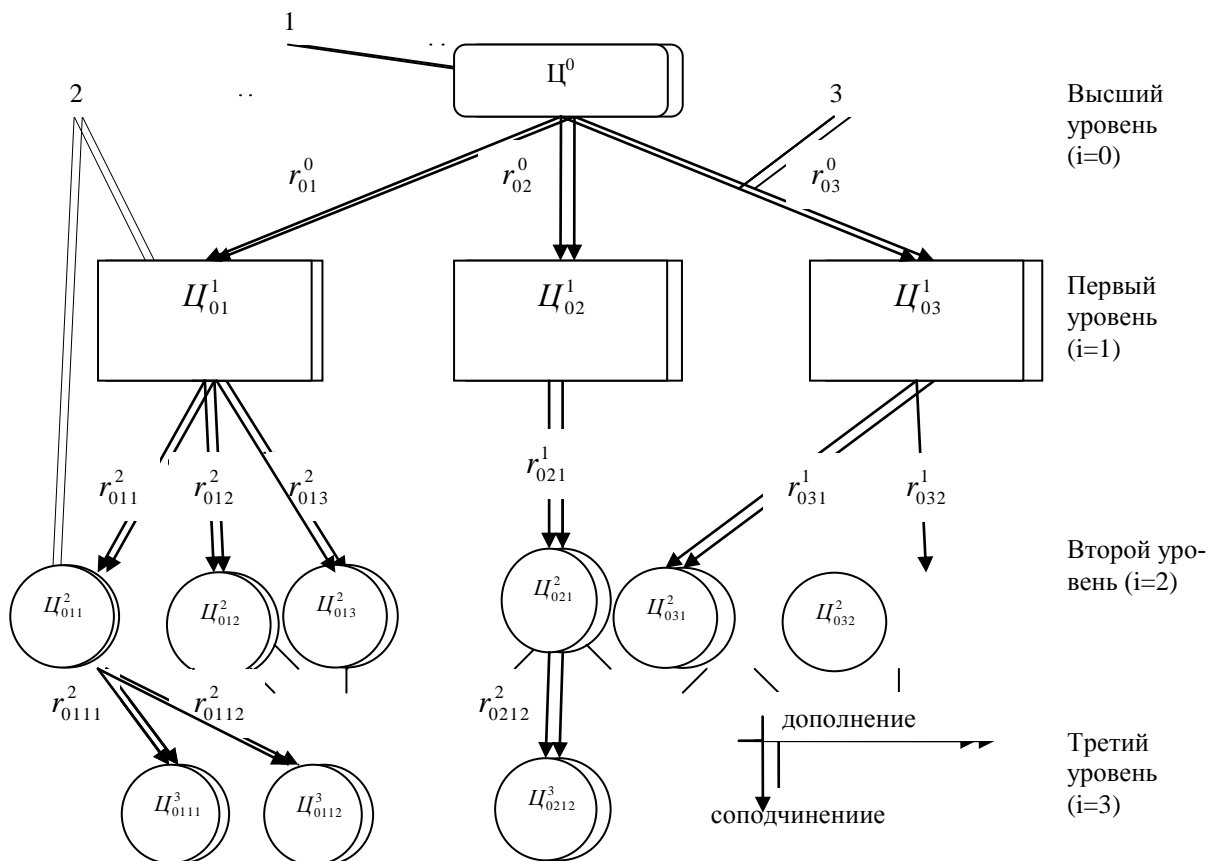


Рис. 1. Схема дерева целей: 1 – корень дерева целей (генеральная цель системы); 2 – вершины ДЦ; 3 – дуги ДЦ

Дуги характеризуют отношение между целями разных уровней (рангов). Как правило, это отношение типа  $\zeta^i > \zeta^{i+1}$ , которое означает, что цель  $i$ -го ранга *доминирует* над целью следующего ранга  $i+1$ , включая её в себя. Одним из видов отношений может быть значимость (вклад) подцели нижнего уровня  $i+1$  в достижении цели верхнего уровня  $i$ .

Дуги имеют следующие обозначения:  $r_{км}^i$ , где  $i$ -ранг (уровень) цели или системы, из которого выходит дуга;  $m$ -номер нижестоящей вершины  $(i+1)$  ранга, в которую входит дуга;  $k$ -номер вершины цели  $i$ , из которой выходит дуга. Так, дуга, связывающая цель  $Ц^0$  и  $Ц_{01}^1$ , обозначается  $r_{01}^0$ , а цель  $Ц_{01}^1$  и  $Ц_{012}^2 - r_{012}^1$ .

Если, например, генеральная цель  $Ц^0$  складывается из трёх подцелей первого уровня, то через дуги эту связь можно записать следующим образом:

$$Ц^0 = r_{01}^0 * Ц_{01}^1 * r_{02}^0 * Ц_{02}^1 * r_{03}^0 * Ц_{03}^1$$

Соответствующие обозначения имеют вершины (цели). Цифровое обозначение цели позволяет однозначно определить место и уровень данной цели в ДЦ, а также её связь и соподчинение с вышестоящими целями.

Например, если цель обозначена  $Ц_{01125}^4$ , то это означает:

- 1) это цель четвёртого уровня  $i=4$ ;
- 2) вышестоящая цель  $(i-1)$  уровня имеет обозначение  $Ц_{0112}^3$  ;
- 3) она является пятой подцелью, подчинённой цели  $Ц_{0112}^3$ ;
- 4) набор номеров подцели, т.е. 01125, показывает цепочку связей и взаимоотношений от данной цели до генеральной (рис. 2).

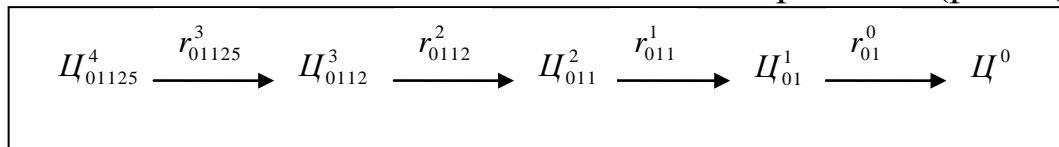


Рис. 2. Цепочка связей целей разного уровня

Это позволяет определить роль или вклад целей нижнего уровня в цели высшего и, в конечном счёте, – в генеральную цель  $Ц^0$ .

При формулировании структуры предприятия, фирмы такие цепочки позволяют чётко определить подчинённость отдельных подразделений, их обязанности по отношению к вышестоящим подразделениям и права – по отношению к ниже стоящим. Таким образом, *определение взаимосвязей и весомости целей и подцелей является одной из важнейших задач любого управления*, которую наиболее целесообразно решать построением дерева целей. На рис. 3 в качестве примера приведены верхние ярусы ДЦ транспортного комплекса РФ.



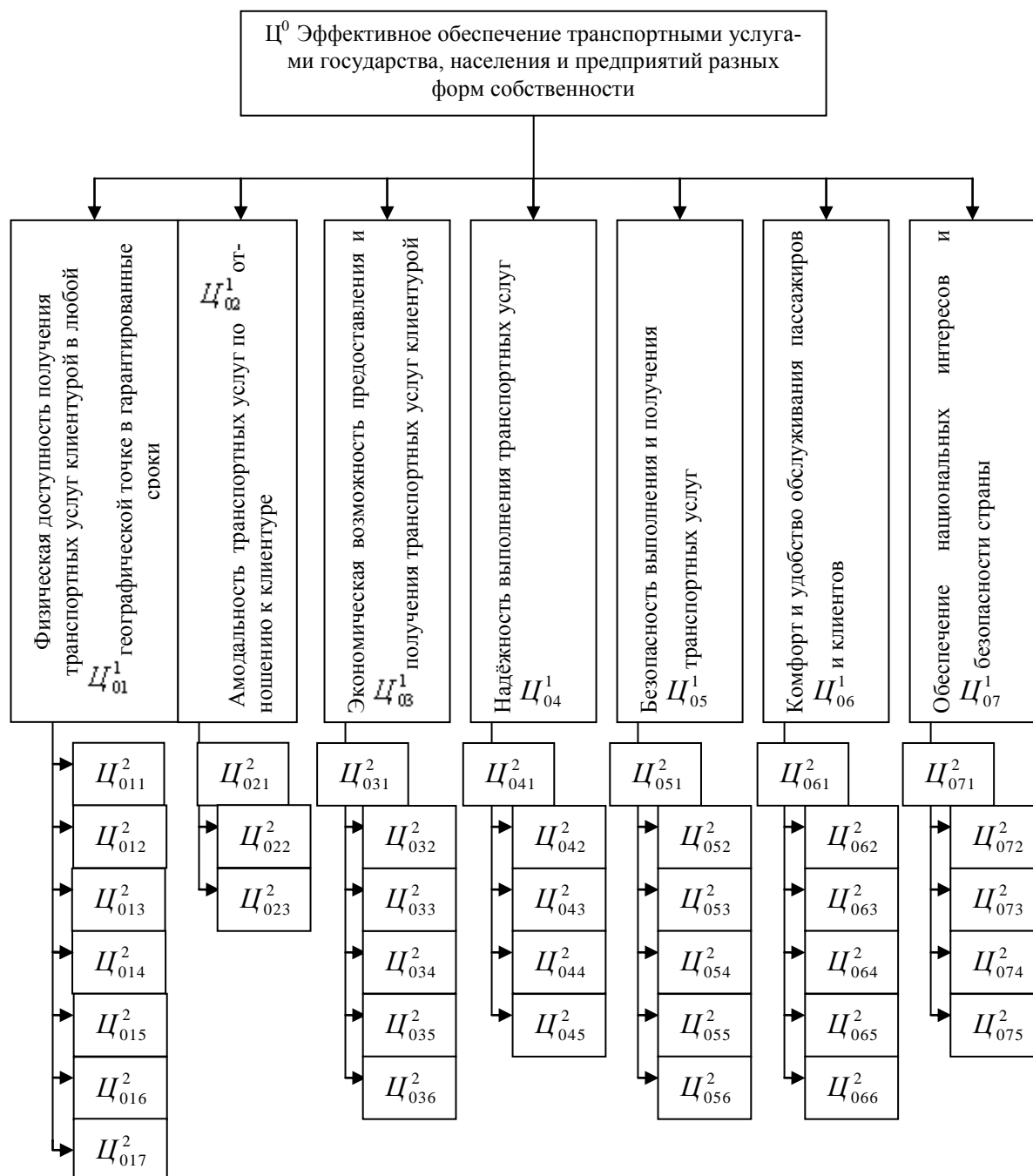


Рис. 3. Верхние ярусы дерева целей (ДЦ) транспортного комплекса РФ:

$\mathcal{C}_{011}^2$  – обеспечение необходимых провозных способностей;

$\mathcal{C}_{012}^2$  – расширение номенклатуры предоставляемых транспортных услуг клиенту;

$\mathcal{C}_{013}^2$  – простота и оперативность оформления услуги;

$\mathcal{C}_{014}^2$  – расширение географии предоставления услуг;

$\mathcal{C}_{015}^2$  – право выбора клиентом вида транспорта и услуги;

$\mathcal{C}_{016}^2$  – информационное обеспечение клиентуры и перевозчиков;

$\mathcal{C}_{017}^2$  – альтернативность и избыточность банка услуг транспортного комплекса;

- $C_{021}^2$  – единый исполнитель транспортных услуг;  
 $C_{022}^2$  – единая система ценообразования за вид услуг, а не транспорта;  
 $C_{023}^2$  – унифицированная документация при оформлении услуг;  
 $C_{031}^2$  – обеспечение реальной альтернативности предоставления услуг видами транспорта;  
 $C_{032}^2$  – доступность цен и тарифов;  
 $C_{033}^2$  – разнообразие форм оплаты;  
 $C_{034}^2$  – поддержание платежеспособности клиентуры;  
 $C_{035}^2$  – преференции, льготные таможенные сборы на транспортные услуги и технику;  
 $C_{036}^2$  – федеральные и местные налоги и дотации;  
 $C_{041}^2$  – доставка точно в срок пассажиров и груза;  
 $C_{042}^2$  – выполнение расписания движения;  
 $C_{043}^2$  – сохранность груза;  
 $C_{044}^2$  – гарантия оказания помощи неисправным транспортным средствам;  
 $C_{045}^2$  – эффективная система страхования людей и грузов;  
 $C_{051}^2$  – безопасность движения;  
 $C_{052}^2$  – безопасность пассажиров;  
 $C_{053}^2$  – безопасность персонала;  
 $C_{054}^2$  – безопасность населения;  
 $C_{055}^2$  – экологическая безопасность;  
 $C_{056}^2$  – гарантия оказания помощи участникам транспортного процесса;  
 $C_{061}^2$  – беспрепятственный выбор вида транспорта и услуги клиентом;  
 $C_{062}^2$  – альтернативность и выбор уровня обслуживания;  
 $C_{063}^2$  – комфортность и альтернативность размещения пассажиров;  
 $C_{064}^2$  – надежность транзита и пересадок;  
 $C_{065}^2$  – сохранность багажа;  
 $C_{066}^2$  – совместимость транспортирования пассажира и багажа;  
 $C_{071}^2$  – обеспечение транспортных требований армии и органов защиты внутренней и внешней безопасности страны;  
 $C_{072}^2$  – резервирование перевозочных и пропускных способностей транспортного комплекса;  
 $C_{073}^2$  – транспортное обслуживание действий в особых условиях;  
 $C_{074}^2$  – поддержание конкурентоспособности и расширение участия в международных перевозках, в том числе и транспортных;  
 $C_{075}^2$  – обеспечение транспортных интересов страны в регионе СНГ, ближнего зарубежья и европейско-азиатского сообщества.

## 1.2. Дерево систем и его роль при управлении производством

После того, как установлены конкретно цели системы, необходимо определить наиболее эффективные способы достижения этих целей. При этом очевидно, и это неоднократно отмечалось, что цели, как правило, можно достичь несколькими способами или их комбинацией. Например, сократить число отказов автобусов на линии можно: обновив парк, приобретая более надежные автобусы; улучшив обслуживание и ремонт существующего парка, подняв заинтересованность водителей и ремонтных рабочих в безотказной работе автобусов на линии и т.д. Поэтому следует указать ещё одно важное правило управления: обязательность анализа и сравнения нескольких путей достижения поставленных целей, т.е. их *состязательность и альтернативность*. Отсюда следует правило разумного управления.

***Альтернативность при выборе решений, т.е. избыточность банка решений при выборе методов достижения поставленных целей.***

Почему при управлении и принятии решений важна альтернативность?

1. При выборе альтернатив рассматриваются многие варианты достижения цели, т.е. вероятность пропуска хороших, но сразу не видных решений, сокращается.

2. Появляется состязательность вариантов.

3. При защите своих вариантов в ходе дискуссии их авторы выявляют слабые стороны и могут улучшать своё предположение, совершенствуя его.

4. Руководитель, принимая окончательное решение, может взять лучшие блоки (части) из разных альтернатив (морфологический метод).

***Грамотный и умный руководитель должен не только позволять, но и стимулировать подчинённых к поиску и обоснованию различных альтернатив решений, применяя для этого определенные механизмы и процедуры (экспертное ранжирование, метод Дельфи и т.д.).***

Во всяком случае, начинать руководителю процесс выработки и принятия решений с изложения своих собственных взглядов и тем более декларировать сразу решение нельзя.

В Японии в системе управления предприятиями применяется метод «внесения предложений» (идей, проектов, нововведений) персоналом среднего и нижнего звена управления. Эти предложения обязательно рассматриваются и частично или полностью учитываются руководством при принятии решений. Такой подход консолидирует персонал при выработке и реализации решений.

Итак, для выявления всех возможных технологических способов достижения поставленной цели (целей) определяется ряд альтернатив или их комбинаций, которые находятся в определенных иерархических связях и по-разному могут влиять на достижение целей системы. Таким образом, способы достижения поставленных целей требуют такой же систематизации, как и сами цели и подцели.

***Систематизацию и упорядочение выявленных способов достижения поставленных перед системой целей рекомендуется осуществлять построением дерева систем (ДС).***

Если дерево целей определяет, что необходимо сделать, каких показателей эффективности достичь, то ДС – с помощью каких мероприятий этого можно добиться (рис. 4).

Поэтому в ДЦ вершины – это *генеральная и частные цели или функции*, а в ДС в вершинах указываются *объекты или системы, которые реализуют эти функции* (целереализующие системы). Иногда их называют факторами, а задача управления определяется следующим образом: выбрать из ДС ряд факторов (подсистем), влияя на которые можно наиболее эффективно добиться достижения поставленных целей. ДС может воспроизводить или не совпадать с ДЦ.

Дерево систем строится по тем же законам, как и дерево целей, т.е. определяется генеральная система  $C^0$ , которая структурируется на подсистемы первого ( $C_{01}^1, C_{02}^1, \dots, C_{0n}^1$ ), второго и последующих уровней. На рис. 5 приведены три верхних уровня ДС технической эксплуатации автомобилей.

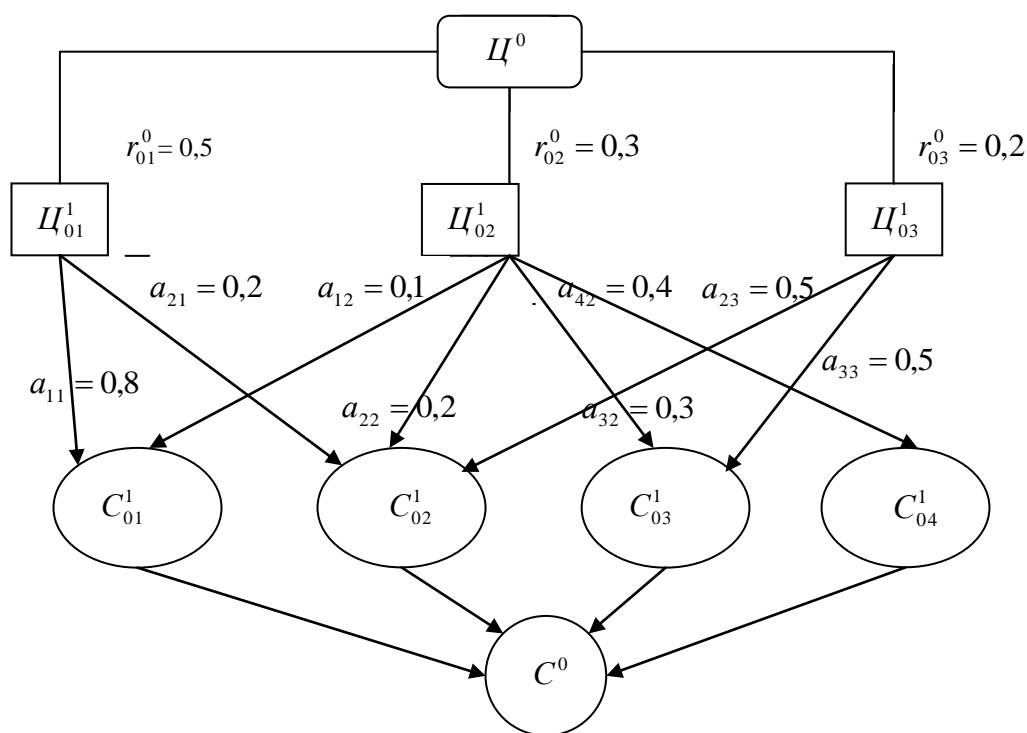


Рис. 4. Схема взаимодействия дерева целей (ДЦ) и дерева систем (ДС):  $\zeta^0$  – цель высшего уровня;  $\zeta_{01-03}^1$  – цели первого уровня;  $C^0$  – система высшего уровня;  $C_{01-04}^1$  – системы первого уровня

Высший уровень ДС представляет собой техническую эксплуатацию в целом, которая обеспечивает перевозочный процесс достаточным числом работоспособного подвижного состава необходимых видов и типоразмеров.

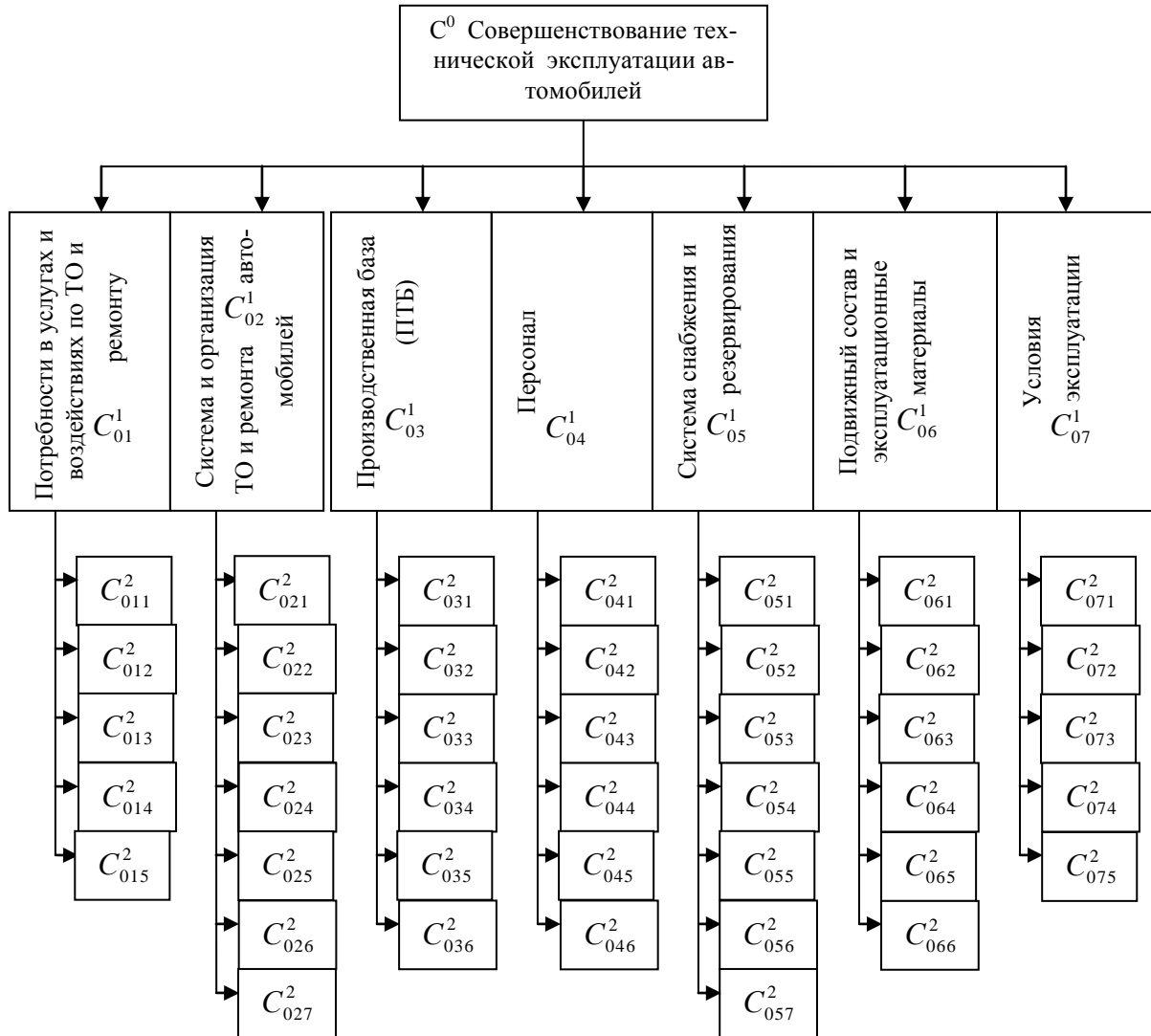


Рис. 5. Схема высшего, первого и второго ярусов дерева систем технической эксплуатации:

- $C^2_{011}$  – маркетинговый анализ рынка услуг (спрос, содержание, конкуренция);  
 $C^2_{012}$  – внутренняя потребность предприятия;  
 $C^2_{013}$  – оценка возможностей собственного производства (объём услуг, цена предложения);  
 $C^2_{014}$  – диверсификация и расширение сфер деятельности предприятия;  
 $C^2_{015}$  – корректирование производственной программы предприятия с учётом внутренних и внешних потребностей;  
 $C^2_{021}$  – применение обоснованных нормативов системы;  
 $C^2_{022}$  – обеспечение выполнения рекомендаций и нормативов системы;  
 $C^2_{023}$  – совершенствование технологии, организации и управления процессами ТО и Р;  
 $C^2_{024}$  – обеспечение рабочих мест и исполнителей рациональной технологической и др. документацией;

$C_{025}^2$  – компьютеризация и индивидуализация учёта и отчётности при технической эксплуатации автомобилей;

$C_{026}^2$  – совершенствование проектной документации по строительству и реконструкции предприятий;

$C_{027}^2$  – повышение адаптивности к изменению конструкций изделий, условиям работы;

$C_{031}^2$  – обеспеченность производственно – технической базой;

$C_{032}^2$  – оптимизация мощности и структуры базы;

$C_{033}^2$  – оптимизация пропускной способности средств обслуживания;

$C_{034}^2$  – выбор средств механизации, автоматизации и роботизации ТО и ремонта;

$C_{035}^2$  – специализация предприятий ПТБ;

$C_{036}^2$  – кооперация предприятий ПТБ на отраслевом и региональном уровнях;

$C_{041}^2$  – обеспечение предприятия персоналом;

$C_{042}^2$  – повышение квалификации персонала;

$C_{043}^2$  – совершенствование систем стимулирования персонала;

$C_{044}^2$  – обеспечение стабильности трудовых коллективов;

$C_{045}^2$  – повышение престижности профессий;

$C_{051}^2$  – развитие коллективных форм работы персонала;

$C_{052}^2$  – совершенствование структуры системы снабжения;

$C_{053}^2$  – применение рациональных норм расхода топлива, масел и др. материалов;

$C_{054}^2$  – обеспечение оптимальных запасов;

$C_{055}^2$  – совершенствование процессов заказа и приобретения новых автомобилей, комплектующих изделий, материалов, включая лизинг;

$C_{056}^2$  – создание резерва производственных площадей, оборудования, персонала;

$C_{057}^2$  – создание резерва исправных автомобилей;

$C_{061}^2$  – выбор рациональных типов и моделей автомобилей;

$C_{062}^2$  – выбор эксплуатационных материалов;

$C_{063}^2$  – повышение качества восстановления и КР изделий;

$C_{064}^2$  – изменение структуры парка (тип, грузоподъёмность, вместимость, применяемое топливо и др.);

$C_{065}^2$  – управление возрастной структурой парка, рациональные сроки службы;

$C_{066}^2$  – повышение уровня унификации изделий и материалов;

$C_{071}^2$  – учёт природно-климатических условий;

$C_{072}^2$  – учёт дорожных условий;

- $C_{073}^2$  – учёт транспортных условий и интенсивности использования изделий;  
 $C_{074}^2$  – выбор автомобилей, комплектующих изделий, материалов с учётом условий эксплуатации;  
 $C_{075}^2$  – использование автомобилей с учётом возраста, состояния и условий эксплуатации

### ***Значение построения ДС и ДЦ.***

1. Выявляются все факторы и подфакторы, влияющие на достижение поставленной цели.
2. Имеется возможность оценить, взвесить уровень влияния, т.е. установить наиболее действующие подсистемы.
3. Исключается реализация целей низшего уровня за счет высшего, т.е. сохраняется иерархия целей и систем.
4. Выявляются факторы или подфакторы одного уровня, влияя на которые в рамках ограниченных ресурсов, можно наиболее эффективно достичь поставленной цели.
5. По мере декомпозиции, т.е. разложения целей, увеличивается их адресность, т.е. возможность их делегирования конкретным подразделениям и службам АТП или фирмы. Это обеспечивает персонализацию ответственности за их реализацию и установление обоснованных показателей эффективности служб, цехов, участков, а при необходимости и исполнителей.
6. Разложение целей и систем на частные позволяет более конкретно их проанализировать и сократить при принятии решений вероятность серьёзных ошибок, свойственную глобальным решениям.

### **1.3. Пример решения практической задачи**

На примере, приведенном на рис. 4, оценить взаимодействие двухуровневых дерева целей и дерева систем. Необходимо определить вклад подсистем  $C_{01}^1, C_{02}^1, C_{03}^1, C_{04}^1$  в достижение генеральной цели дерева целей ( $C^0$ ).

Последовательность решения задачи:

- 1) Разметка ДЦ и ДС, которая включает:
  - обозначение и нумерацию всех целей, подцелей, систем и подсистем;
  - разметку дуг, связывающих цели и системы.



Дуги выполняют следующие функции:

а) показывают иерархические и структурные связи всех составляющих внутри ДЦ и ДС, например, генеральная цель  $\text{Ц}^0$  определяется (т.е. может быть разложена) на три подцели  $\text{Ц}_{01}^1; \text{Ц}_{02}^1; \text{Ц}_{03}^1$ .

Если  $\text{Ц}^0$  – повышение эффективности технической эксплуатации, то в качестве подцелей могут быть:

$\text{Ц}_{01}^1$  – уровень работоспособности автомобилей ( $\alpha_T$ );

$\text{Ц}_{02}^1$  – уровень затрат на обеспечение работоспособности, т.е. оплату труда персонала, приобретение материалов и запасных частей;

$\text{Ц}_{03}^1$  – уровень воздействия технической эксплуатации на окружающую среду и персонал.

Если  $\text{С}^0$  – это инженерно-техническая служба АТП, то ее подсистемами могут быть:

$\text{С}_{01}^1$  – производственно-техническая база;

$\text{С}_{02}^1$  – персонал;

$\text{С}_{03}^1$  – подвижной состав;

$\text{С}_{04}^1$  – нормативно-техническое обеспечение ИТС;

б) показывают направление влияния конкретных подсистем (факторов) ДС на определение подцели ДЦ. Например, подцель  $\text{Ц}_{01}^1$  управляется, т.е. на нее влияют подсистемы  $\text{С}_{01}^1$  и  $\text{С}_{02}^1$  – а на подцель  $\text{Ц}_{02}^1$  влияют все четыре подсистемы (рис. 4);

в) показывают степень влияния (вклад). При этом на дугах обозначаются цифры, а дуги называются размеченными. Например, вклад подцели  $\text{Ц}_{01}^1$  в генеральную цель  $\text{Ц}^0$  равен (рис. 4):  $r_{01}^0 = 0,5 (50\%)$ ; для  $\text{Ц}_{02}^1$  -  $r_{02}^0 = 0,3 (30\%)$ ; для  $\text{Ц}_{03}^1$  -  $r_{03}^0 = 0,2 (20\%)$

$$\text{Ц}^0 = 0,5\text{Ц}_{01}^1 + 0,3\text{Ц}_{02}^1 + 0,2\text{Ц}_{03}^1.$$

Суммарный вклад всех подцелей, естественно, равен:

$$r_{01}^0 + r_{02}^0 + r_{03}^0 = 0,5 + 0,3 + 0,2 = 1,0 (100\%)$$

Степень влияния или вклад можно оценить или определить следующим образом: экспертизой; с помощью математических моделей

целевой функции  $U = f(c_1, c_2, c_3, \dots, c_n)$ .

2. Результат разметки переносится в функционально-системную матрицу (табл. 1).

Строки этой матрицы показывают вклад каждой подсистемы в связанную с ней подцель. Например, вклад подсистемы  $C_{02}^1$  составляет:

$$\text{в подцель } \Pi_{01}^1 : a_{21} = 0,2$$

$$\text{в подцель } \Pi_{02}^1 : a_{22} = 0,2$$

$$\text{в подцель } \Pi_{03}^1 : a_{23} = 0,5$$

Причем сумма этих вкладов может не равняться единице. Столбцы показывают вклад всех подсистем в конкретную подцель.

Таблица 1

Функционально-системная матрица

Подсистема, $C_k^1$	Вклад подсистемы в реализацию целей и подцелей $\Pi_m^1, a_{km}$			
	$\Pi_{01}^1$	$\Pi_{02}^1$	$\Pi_{03}^1$	$\Pi^0$
$C_{01}^1$	0,8	0,1	0	---
$C_{02}^1$	0,2	0,2	0,5	---
$C_{03}^1$	0	0,3	0,5	---
$C_{04}^1$	0	0,4	0	---
Всего по $\Pi_m^1$	1,0	1,0	1,0	---
«Вес» подцели $\Pi_{km}^1$ в цели $\Pi^0, r_{om}^0$	0,5	0,3	0,2	1,0

Так, вклады в подцель  $\Pi_{01}^1$  дают следующие подсистемы :

$$C_{01}^1 : a_{11} = 0,8$$

$$C_{02}^1 : a_{12} = 0,2$$

$$\text{Всего} \quad 1,0$$

Последняя строка матрицы содержит «веса» подцелей при формировании генеральной цели  $\Pi^0$ , а именно:  $r_{01}^0 = 0,5$  ;  $r_{02}^0 = 0,3$  ;

$$r_{03}^0 = 0,2 .$$

2) Для каждой подсистемы определяется ее структурный вклад в достижение генеральной цели системы.

Для этого используют данные функционально-системной матрицы, а в более сложных структурах ДЦ и ДС составляют цепочки влияния. При этом *структурный вклад подсистемы в достижение генеральной цели  $\Pi^0$  определяется перемножением ее вклада в достижение подцели на вес этой подцели в генеральной цели  $\Pi^0$ .*

Цепочки влияния  $C_{01}^1$  и  $C_{02}^1$  на генеральную цель приведены на рис. 6.

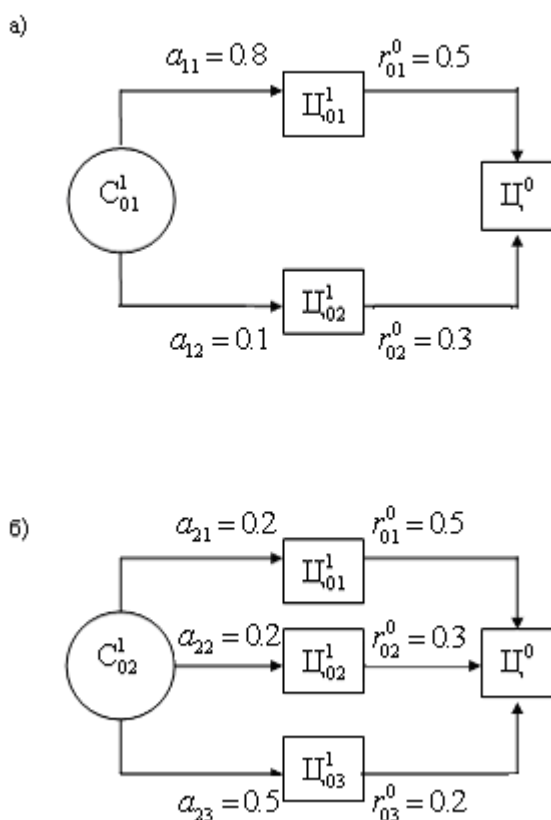


Рис. 6. Цепочки влияния  $C_{01}^1$  и  $C_{02}^1$  на генеральную цель: а – цепочка влияния подсистемы  $C_{01}^1$  на  $\Pi^0$ ; б – цепочка влияния подсистемы  $C_{02}^1$  на  $\Pi^0$

Из цепочек влияния (рис. 6, табл. 3, 4) видно, что система  $C_{01}^1$  действует с весом  $a_{11}=0,8$  на подцель  $\Pi_{01}^1$ ; вес же самой подцели  $\Pi_{01}^1$  в генеральной цели  $\Pi^0 r_{01}^0 = 0,5$ . Таким образом, структурный вклад

подсистемы  $C_{01}^1$  через подцель  $\Pi_{01}^1$  в  $\Pi^0$  составляет:

$$Q(C_{01}^1/\Pi_{01}^1) = a_{11} \cdot r_{01}^0 = 0,8 \cdot 0,5 = 0,4.$$

Но подсистема действует на генеральную цель  $\Pi^0$  также через подцель  $\Pi_{02}^1$  с вкладом  $a_{12}=0,1$ :

$$Q(C_{01}^1/\Pi_{02}^1) = a_{12} \cdot r_{02}^0 = 0,1 \cdot 0,3 = 0,03.$$

4) Результаты расчетов для подсистем и подцелей сводим в таблицу вклада подсистем (табл. 4).

5) Определяем вклад каждой из подсистем в генеральную цель  $\Pi^0$ . Для этого суммируем структурные вклады каждой подсистем, располагаемые в соответствующих строках табл. 2.

Для подсистемы  $C_{01}^1$  общий вклад в  $\Pi^0$  равен:

$$Q(C_{01}^1/\Pi^0) = Q(C_{01}^1/\Pi_{01}^1) + Q(C_{01}^1/\Pi_{02}^1) = 0,4 + 0,03 = 0,43$$

Результаты вписываем в последний столбец табл. 2.

б) Производим проверку полученных результатов:

а) суммируем данные последнего столбца (табл. 2): сумма вкладов всех подсистем в  $\Pi^0$  должна равняться единице, т.е.

$$\sum_{k=1}^K Q(C_k^1/\Pi^0) = 1,0$$

или в примере

$$\sum_{k=1}^4 Q(C_k^1/\Pi^0) = 0,43 + 0,26 + 0,19 + 0,12 = 1,0$$

б) суммируем данные столбцов по каждой цели, получаем при правильных расчетах веса подцелей:

так, для первой подцели вес равен

$$r_{01}^1 = Q(C_{01}^1/\Pi_{01}^1) + Q(C_{02}^1/\Pi_{01}^1) = 0,4 + 0,1 = 0,5$$

Вклад подсистем в реализацию цели

Подсистема $C_n^1$	Структурный вклад подсистемы $\Pi_m^1$			Общие вклады $C_m^1$ в реализацию цели $\Pi^0$
	$\Pi_{01}^1$	$\Pi_{02}^1$	$\Pi_{03}^1$	
$C_{01}^1$	0,4	0,03	0	0,43
$C_{02}^1$	0,1	0,06	0,1	0,26
$C_{03}^1$	0	0,09	0,1	0,19
$C_{04}^1$	0	0,12	0	0,12
«Вес» подцелей в цели $\Pi^0, r_m^0$	0,5	0,3	0,2	1,0

7) Подводим итоги оценки:

а) наибольшее влияние на генеральную цель  $\Pi^0$  имеет первая подсистема  $C_{01}^1$ , вес которой составляет 0,43 (43%). Поэтому при ограниченных общих ресурсах наибольший результат по улучшению целевого норматива  $\Pi^0$  можно получить, воздействуя на подсистему  $C_{01}^1$ ;

б) если по условиям управления целесообразно использовать все подцели и при этом получить наибольший результат, то следует воздействовать через подсистему  $C_{02}^1$ , которая является многоканальной;

в) по влиянию на генеральную цель  $\Pi^0$  с первой подсистемой может конкурировать только комбинация из второй и третьей подсистем (суммарный вклад  $0,26+0,19=0,45$ );

г) подсистема  $C_{04}^1$  является малоэффективной, т.к. ее вклад минимален и составляет 0,12 и она воздействует на достижение генеральной цели  $\Pi^0$  только через одну подцель  $\Pi_{02}^1$ , т.е. является одноканальной.

### 1.4. Задачи для самостоятельного решения

На примере, приведенном на рис. 4, оценить взаимодействие двухуровневых дерева целей и дерева систем при условии, что вклад подцели  $\Pi_{01}^1$  в генеральную цель  $\Pi^0$  составляет (см. табл. 3):

Таблица 3

Варианты задач

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$r_{01}^0$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5	0,1	0,2
$r_{02}^0$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3
$r_{03}^0$	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,7	0,5
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$r_{01}^0$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4
$r_{02}^0$	0,2	0,5	0,4	0,5	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3
$r_{03}^0$	0,7	0,3	0,3	0,1	0,4	0,3	0,4	0,2	0,5	0,3

## Тема 2. ИНТЕГРАЦИЯ МНЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРИ АНАЛИЗЕ РЫНОЧНЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

### 2.1. Классификация методов

В условиях недостаточной информации при принятии решений широко используются методы интеграции мнений квалифицированных специалистов – экспертные оценки. Методы получения экспертных оценок подразделяются на две основные группы (рис. 7): *коллективная работа экспертных групп* и получение, а затем суммирование индивидуальных оценок членов экспертных групп.

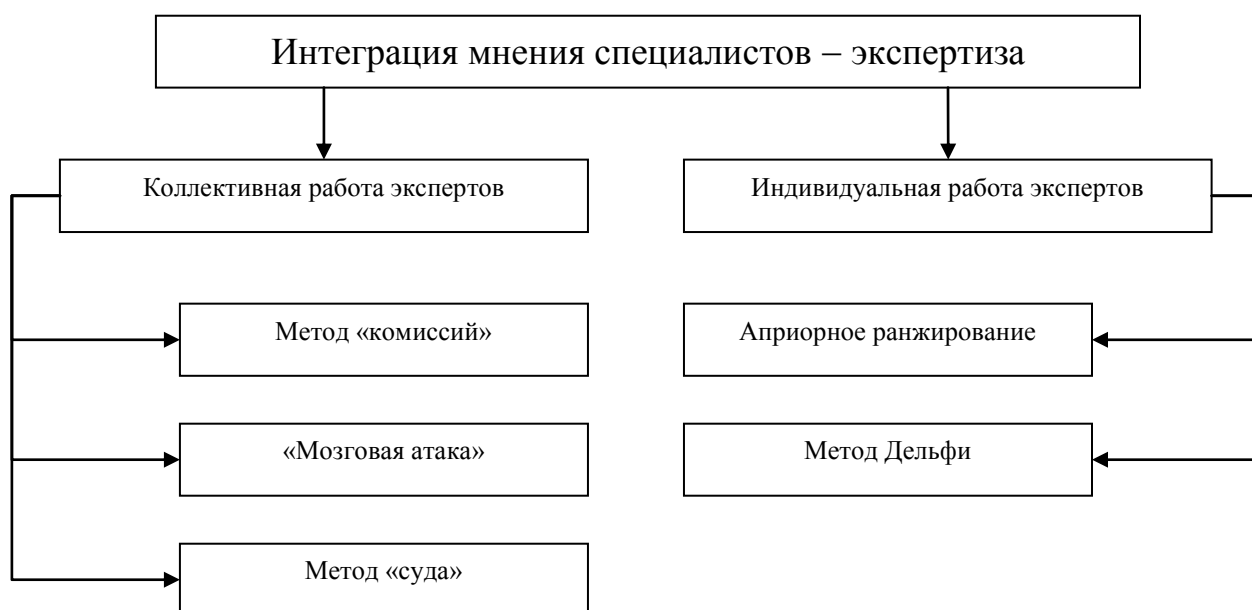


Рис. 7. Виды наиболее распространенных методов интеграции мнения специалистов

К первой группе относятся совещания, т.е. метод открытого обсуждения и принятия решений (метод «комиссий»); метод «мозговой атаки», в процессе которой внимание участников концентрируется на выдвижении идей возможных путей решения одной конкретной задачи; метод «суда» воспроизводит правила ведения судебного процесса, причем рассматриваемое решение выступает в качестве «подсудимого», а группы экспертов исполняют роль «прокурора» и «защиты».

*Особенности коллективной работы экспертов:*

- а) при обсуждении вопроса присутствует вся группа;
- б) группа комплектуется руководителем, проводящим совещание, как правило, из своих подчинённых и «доверенных» лиц;
- в) последовательность выступлений и предоставление слова регламентируется руководством;
- г) подведение итогов и принятие (или непринятие) решения также осуществляется руководством.

*Преимущества этих методов: оперативность и внешняя демократичность.*

*Недостатки: давление авторитета руководителя, отсутствие строгой процедуры учета мнения экспертов, подведения итогов и принятия решения.*

Последний недостаток частично может быть компенсирован, если решение принимается тайным голосованием.

*При индивидуальной работе экспертов* для получения мнения каждого эксперта используют интервью в виде свободной беседы или по типу «вопрос – ответ», а также анкетирование, в процессе которого каждый эксперт даёт количественные оценки сравниваемым факторам или альтернативам, т.е. ранжирует их.

При втором подходе все этапы экспертизы (подбор экспертов, технология получения и обработки их мнений и др.) более или менее регламентированы, эксперты, как правило, подбираются из числа внешних специалистов, а организует проведение экспертизы не руководитель, а специалист. При этом результаты экспертизы, так же как и при первом методе, носят для руководителя не обязательный, а рекомендательный характер.

## **2.2. Априорное ранжирование**

Наиболее простым является метод априорного ранжирования основанный на экспертной оценке факторов группой специалистов, компетентных в исследуемой области.

*Метод априорного ранжирования сводится к следующему:*

1. Организацией или специалистом, проводящим экспертизу, на основании анализа литературных данных, обобщения имеющегося опыта, опроса специалистов и т.д. *определяется предварительный* (с



определённым резервом, обеспечивающим выбор) *перечень факторов*, требующих ранжирования. При этом в максимальной степени используется информация, содержащаяся в дереве систем.

2. *Составляется анкета*, в которой приводится, желательно в табличной форме, перечень факторов, необходимые пояснения и инструкции, примеры заполнения анкет.

3. *Осуществляется комплектация* и проверка комплектности *группы экспертов*, которые должны быть специалистами в рассматриваемых вопросах, но не быть лично заинтересованными в результатах. Проверка компетентности экспертов может проводиться с помощью тестов, методом самооценки или оценкой эталонных факторов. При тестировании процент правильных ответов из области связанной с предстоящей оценкой, служит мерой компетентности эксперта.

Метод самооценки состоит в том, что каждый кандидат в эксперты с использованием указанной ему шкалы оценивает своё знание ряда приведённых в специальной анкете вопросов. Максимальным баллом оценивается вопрос, который, по мнению эксперта, он знает лучше других, а минимальным – хуже других. Далее все остальные вопросы оцениваются баллами от максимального до минимального и выводится средняя самооценка данного эксперта и затем группы экспертов. Этот метод позволяет также при необходимости создать группы для экспертизы конкретных вопросов.

При оценке эталонных факторов кандидатам в эксперты предлагается проанжировать набор факторов или объектов, истинная значимость которых организаторам опроса известна, а экспертам не известна.

4. После формирования группы проводится *устный или письменный инструктаж экспертов*.

5. Экспертами осуществляется *индивидуальная оценка предложенных факторов*, в процессе которой факторы располагаются в порядке убывания степени их влияния на результирующий признак или объект исследования, являющийся целевой функцией. При этом фактор, имеющий наибольшее влияние, оценивается первым рангом (цифрой 1). Фактору, имеющему меньшее значение, приписывается второй ранг (цифра 2) и т.д.

6. Организаторами экспертизы проводится *обработка результатов экспертного опроса*.

7. По результатам экспертизы организаций или специалистом, проводившим экспертный опрос, для руководства системы *разрабатываются предложения по решению конкретных проблем* или результаты передаются без комментариев.

*Преимущества априорного ранжирования:* сравнительная простота организации процедуры и оперативность получения результатов.

*Недостатки:* большая зависимость результатов от качества организации экспертизы и подбора экспертов, т.е. определённая субъективность. Кроме того, при оценке тех или иных факторов (мероприятий) *для данной системы* (предприятия, фирмы) эксперты пользуются своим *прежним опытом* или взглядами (именно поэтому экспертиза называется априорной). Поэтому правильная постановка вопросов и выбор факторов для данной системы имеют особое значение и существенно влияют на результаты экспертизы.

При априорном ранжировании для получения более объективных данных сравнивают мнения экспертов нескольких групп и разных школ, обращаются к независимым аудиторам или аудиторским фирмам.

### 2.3. Пример практического решения задачи

Рассмотрим оценки влияния ряда подфакторов, выбранных из дерева систем технической эксплуатации и характеризующих влияние производственно-технической базы автотранспортной компании на работоспособность автомобильного парка. Конкретным показателем работоспособности был выбран коэффициент технической готовности. Организаторами экспертизы на основании предварительного анализа и условий работы данной фирмы для экспертной оценки были выбраны следующие четыре подфактора ( $K=4$ ) третьего уровня ДС ТЭА (рис. 8):

$C_{031}^2$  -обеспеченность производственной базой (площади, цеха, посты и т.д.);

$C_{032}^2$  -размер предприятия, характеризуемый инвентарным числом автомобилей;

$C_{033}^2$  -структура и разномарочность парка автомобилей;

$C_{034}^2$ -уровень механизации производственных процессов ТО и ремонта.

К независимой экспертизе привлечены 8 экспертов ( $m=8$ ).

Каждый эксперт независимо от других присваивает свои ранги  $a_{km}$  каждому фактору и передаёт результаты организаторам экспертизы. Например, эксперт №1 ( $m=1$ ) первый фактор ( $k=1$ ) оценил рангом  $a_{11}=2$ ; второй ( $k=2$ ) этот же эксперт  $a_{21}=3$ ; третий ( $k=3$ )  $a_{31}=4$ ; четвёртый ( $k=4$ )  $a_{41}=1$ .

Рекомендуется следующая последовательность обработки результатов априорного ранжирования:

- 1) Индивидуальные оценки всех экспертов сводятся в таблицу априорного ранжирования (табл. 4). Так, ранги 8 экспертов по первому фактору: 2;1;2;1;1;1;2;1.

Таблица 4

Результаты априорного ранжирования факторов производственной базы АТП, влияющие на коэффициент технической готовности парка

Факторы и их № № k	Условные номера экспертов, m								Сумма рангов $\Delta k$	Отклонение суммы рангов $\Delta k^2$	$(\Delta k)^2$	Занимаемое место $M_1$	Вес факторов $q_k$
	1	2	3	4	5	6	7	8					
	Ранги оценки $a_{km}$												
$C_{031}^2$ — обеспеченность производственной базой ( $k=1$ )	2	1	2	1	1	1	2	1	11	-9	81	1	0,4
$C_{032}^2$ — размер предприятия, характеризуемый инвентарным числом автомобилей ( $k=2$ )	3	4	4	2	3	2	4	4	26	6	36	3	0,2
$C_{033}^2$ — структура и разномарочность парка автомобилей ( $k=3$ )	4	3	3	4	4	4	3	2	27	7	49	4	0,1
$C_{034}^2$ — уровень механизации производственных процессов ТО и ремонта ( $k=4$ )	1	2	1	3	2	3	1	3	16	-4	16	2	0,3
ИТОГО	$\sum_1^k \Delta k = 80$								$S = 182$			1,0	

2) Определяется сумма рангов каждого фактора

$$\Delta_k = \sum_{m=1}^m a_{km}$$

Например, по фактору «обеспеченность ПТБ» сумма рангов всех экспертов равна (табл. 6)

$$\Delta_1 = \sum_{m=1}^m a_{1m} = 2+1+2+1+1+1+2+1=11,$$

где  $a_{km}$  – ранг, присвоенный  $k$ -му фактору  $m$ -мым экспертом;

$m$  – число экспертов;

$k$  – число факторов.

3) Проверяется правильность заполнения таблицы. Очевидно, во-первых, что максимальный ранг по конкретному фактору ( $a_{km}$ ) не может быть больше числа сравниваемых факторов ( $k$ ). Во-вторых, максимальное значение суммы рангов по любому фактору не может быть больше произведения максимально возможного ранга на число экспертов, т.е.:

$$(\Delta_k)_{\max} \leq (a_{km})_{\max} * m$$

В рассматриваемом примере  $(\Delta_k)_{\max} = 27 = \Delta_3 < 32 = 4 * 8$

В-третьих, минимально возможная сумма рангов по любому фактору не может быть меньше минимального ранга (1), умноженного на число экспертов, т.е.

$$(\Delta_k)_{\min} \geq (a_{km})_{\min} * m$$

В примере  $(\Delta_k)_{\min} = \Delta_1 = 11 > 8 = 1 * 8$

В рассматриваемом примере все три условия удовлетворены:

все  $a_{km} \leq 4 = (a_{km})_{\max}$  ;

все  $\Delta_k < 32 = (\Delta_k)_{\max}$  ;

все  $\Delta_k > 8 = (\Delta_k)_{\min}$  .

4) Вычисляется сумма рангов  $\sum_{k=1}^k \Delta_k$  и средняя сумма рангов

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_{k=1}^k \Delta_k}{4} = \frac{11+26+27+16}{4} = 20$$

5) Проверяется правильность определения суммы рангов по формуле

$$\sum_{k=1}^k \Delta_k = m * k * \bar{a},$$

где  $\bar{a}$  – средний ранг оценки факторов каждым экспертом:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{k=1}^k k}{k}$$

В примере  $\bar{a} = \frac{1+2+3+4}{4} = 2,5$

$$\sum_{k=1}^k \Delta_k = 8 * 4 * 2,5 = 80,$$

что соответствует данным табл. 6.

б) Определяется отклонение суммы рангов каждого фактора от средней суммы рангов

$$\Delta' = \Delta_k - \bar{\Delta}$$

Для первого фактора в примере имеем

$$\Delta' = \Delta_1 - \bar{\Delta} = 11 - 20 = -9.$$

7) С помощью коэффициента конкордации Кэнделла  $W$  оценивается степень согласованности мнений экспертов

$$W = \frac{12 * S}{m^2 (k^3 - k)},$$

где  $k$  – число факторов;  $k=4$

$$S = \sum_{k=1}^k (\Delta')_k^2 = 182$$

$m$  – число экспертов;  $m=8$

Коэффициент конкордации может изменяться от 0 до 1. Если он существенно отличается от 0 ( $W > 0,5$  или  $W = 0,5$ ), то можно считать, что между мнениями экспертов имеется определённое согласие.

В рассматриваемом примере  $w = \frac{12 * 182}{64(64 - 4)} = 0,57$

Если коэффициент конкордации не достаточен ( $W < 0,5$ ), то организаторами экспертизы проводится анализ причин негативного результата. Такими причинами могут быть: нечёткая постановка вопросов или инструктаж, неправильный выбор факторов, подбор некомпетентных экспертов, возможность сговора между ними и др.

В зависимости от результатов этого анализа принимается решение о корректировании проведения экспертизы, а именно:

- а) передача её проведения другой группе специалистов;
- б) изменение инструкции;
- в) корректировка состава факторов;
- г) привлечение других экспертов.

При любом исходе проводить повторную экспертизу

прежним составом экспертов не рекомендуется.

- 8) При  $W \geq 0,5$  проявляется гипотеза о неслучайности согласия экспертов. Для этой процедуры используется критерий Пирсона (X-квадрат), определяемый по формуле

$$X_p^2 = W * m(k - 1),$$

где  $(k-1)$  – число степеней свободы.

Расчетное значение коэффициента сравнивается с табличным, определяемым при числе степеней свободы  $k-1$ .

Если расчетное значение критерия Пирсона больше табличного, а  $W > 0,5$ , то это свидетельствует о наличии существенного сходства мнений экспертов, значимости коэффициента конкордации и неслучайности совпадения мнений экспертов, т.е.  $X_p^2 > X_T^2$

В примере  $X_p^2 = 0,57 * 8(4-1) = 13,68$ , а  $X_T^2 = 11,3$  (при условии значимости 0,01), т.е. результаты экспертизы могут быть признаны удовлетворительными и адекватными.

- 9) По сумме рангов  $\Delta k$  производится ранжирование факторов (подсистем). Минимальной сумме  $(\Delta k)_{\min}$  соответствует наиболее важный фактор, получающий первое место  $M=1$ , далее факторы располагаются по мере возрастания суммы рангов.

Таким образом, по результатам априорного ранжирования рассматриваемые для данного предприятия факторы располагаются по их влиянию на уровень работоспособности следующим образом:

- 1 место – обеспеченность производственной базой ( $\Delta k_1=11$ );
- 2 место – уровень механизации ( $\Delta k_4=16$ );
- 3 место – размер предприятия ( $\Delta k_2=26$ );
- 4 место – разномарочность парка ( $\Delta k_3=27$ ).

- 10) Для наглядности представления о весомости факторов может строиться априорная диаграмма рангов (рис. 8) и определяются удельные веса факторов по их влиянию на целевой показатель ( $\alpha_T$ ). При этом удельный вес фактора определяется по следующей формуле

$$q_k = \frac{2(k - M + 1)}{k(k + 1)},$$

где  $M$  – место ранжирования.

В примере фактор, занявший первое место ( $M=1$ ), имеет вес при  $k=4$

$$q_1 = \frac{2(4-1+1)}{4(4+1)} = 0,4;$$

второе  $q_2=0,3$ ; третье  $q_3=0,2$ ; четвертое  $q_4=0,1$ .  $\sum q_k = 1,0$ .

Априорная диаграмма рангов позволяет предварительно, отобрать наиболее действенные подсистемы. К ним в примере относятся те, у которых  $\Delta k < \bar{\Delta} = 20$

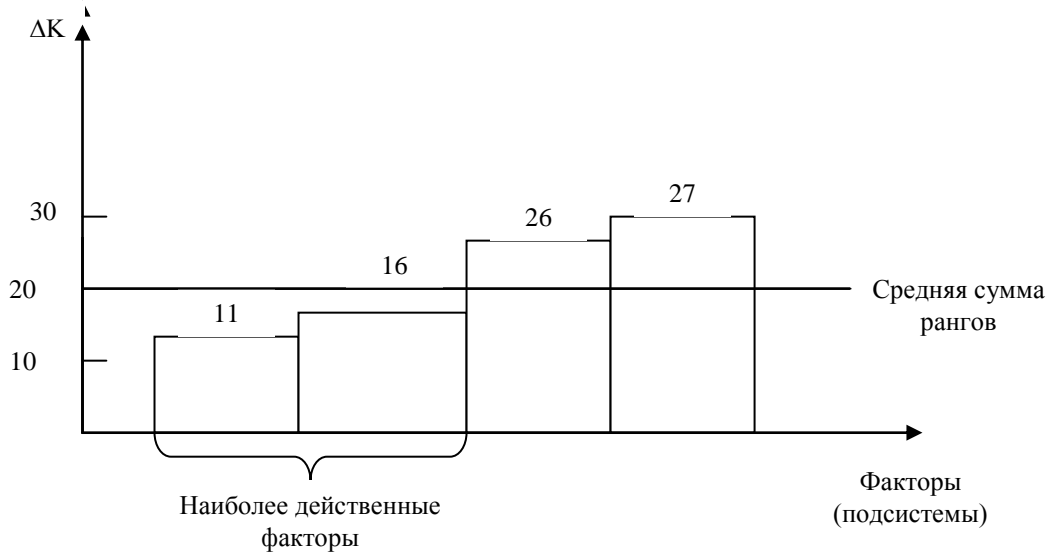


Рис. 8. Априорная диаграмма рангов

#### 2.4. Задачи для самостоятельного решения

Методом априорного ранжирования оценить влияние подфакторов из дерева систем технической эксплуатации на работоспособность автомобильного парка при условии, что эксперт №1 ( $m=1$ ) первый фактор ( $k=1$ ) оценил рангом  $a_{11}$ ; второй ( $k=2$ ) этот же эксперт  $a_{21}$ ; третий ( $k=3$ )  $a_{31}$ ; четвертый ( $k=4$ )  $a_{41}$  (см. табл. 5), все остальные данные взять из примера решения практической задачи.

Таблица 5

Варианты задач

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$a_{11}$	1	2	3	4	1	1	1	2	2	2
$a_{21}$	2	3	4	3	3	4	4	1	4	4
$a_{31}$	3	4	1	2	4	2	3	3	3	1
$a_{41}$	4	1	2	1	2	3	2	4	1	3
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$a_{11}$	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
$a_{21}$	1	1	2	2	4	1	1	2	2	3
$a_{31}$	2	4	1	4	2	2	3	1	3	1
$a_{41}$	4	2	4	1	1	3	2	3	1	2

### Тема 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИГРОВЫХ МЕТОДОВ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

#### 3.1. Понятие об игровых методах

Одним из методов принятия решений в условиях дефицита информации является анализ рыночной, производственной или другой ситуации с использованием *теории игр и статистических решений*.

Для того чтобы произвести математический анализ ситуации, строят ее упрощенную, очищенную от второстепенных деталей *модель*, называемую *игрой*. В игре функционируют стороны и рассматриваются (воспроизводятся) их возможные *стратегии*, т.е. совокупность правил, предписывающих определенные действия в зависимости от ситуации, сложившейся в ходе игры. Обычно в игре выступают *две стороны*, и такая *игра* называется *парной*. Если в игре участвуют несколько участников, то *игра* называется *множественной*.

Если в реальной ситуации сталкиваются активно противоборствующие стороны (конкурирующие на рынке предприятия, спортивные соревнования, военные действия), то моделирующая эту ситуацию игра называется *конфликтной* или *антагонистической*. В этих играх стороны осмысленно противодействуют друг другу, и выигрыш одной стороны означает проигрыш другой.

При решении организационных, технических и технологических задач обычно рассматриваются две стороны:

**A** – *организаторы производства (активная сторона)*, т.е. руководители ИТС, АТП, станции технического обслуживания, других предприятий всех форм собственности, предоставляющих услуги потребителям;

**П** – *совокупность случайно возникающих производственных или рыночных ситуаций («природа»)*.

Активная сторона должна выбрать такую стратегию, т.е. принять решение, чтобы получить максимальный эффект. При этом «природа», т.е. складывающиеся производственные ситуации, активно не противодействуют мероприятиям организаторов производства, но точное состояние «природы» (П) им неизвестно. Подобные игры называются «играми с природой» (производством), а применяемые



методы – стратегическими решениями.

Принятие решений игровыми методами основывается на определенных правилах, которые регламентируют возможные варианты (стратегии) действия сторон, участвующих в игре; наличие и объем информации каждой стороны о поведении другой; результат игры, т.е. изменение целевой функции при сочетаниях определенных стратегий сторон и др.

В процессе игры стороны оценивают ситуацию, принимают решения, делают ходы, т.е. предпринимают определенные действия по изменению ситуации в свою пользу. *Ходы бывают личными* – сознательный выбор стороны из возможных вариантов действий. *Случайными* – это выбор из ряда возможных, определяемый механизмом вероятностного отбора вариантов, а не самим участником игры. *Смешанные ходы* представляют комбинацию личных и случайных. *Если число возможных стратегий ограничено, то игры называются конечными, а при неограниченном числе стратегий – бесконечными.*

В зависимости от содержания информации в теории игр рассматриваются методы принятия решений в условиях риска и неопределенности.

### 3.2. Пример решения практической задачи

Используя понятие целевой функции, *задача выбора решения в условиях риска формулируется следующим образом:* при заданных условиях  $a_n$  и действии внешних факторов  $Z_k$ , вероятность появления которых известна, найти элементы решений  $X_m$ , по возможности обеспечивающих получение экстремального значения целевой функции.

Рассмотрим применение игровых методов при определении оптимального запаса агрегатов на складе АТП и СТО.

1) Определение сторон в игре. Очевидно, сторонами в игре являются: *производство* (П), которое в заданных условиях и в случайном порядке выдает то или иное число требований на замену (ремонт) агрегатов определенного наименования;

*Организаторы производства* (А), в данном случае организаторы складского хозяйства, комплектуют тот или иной запас агрегатов. Следовательно, имеем вариант парной игры с «природой».

## 2) Идентификация групп факторов целевой функции

$a_n$  – заданные условия – это размер парка, тип, состояние и условия эксплуатации автомобилей, состояние и обустройство базы (цех, участок) для ТО и ремонта, квалификация персонала;

$Z_k$  – применительно к организации складского хозяйства это возникновение того или иного числа требований на замену агрегатов, вероятность которого известна заранее;

$X_m$  – решение организаторов производства (А), т.е. в рассматриваемом примере – рациональный запас агрегатов, который должен поддерживаться на складе.

3) Определение вероятности появления потребности в ремонте (замене) определенного числа агрегатов  $g_i$ . Вероятность может быть определена:

а) расчетно на основе данных по надежности агрегата в рассматриваемых условиях эксплуатации. Так, для случая простейшего потока требований вероятность возникновения числа требований  $K=0, 1, 2, \dots$  за время  $t$  определяется по формуле Пуассона

$$P_k(t) = \frac{(\omega \cdot t)^k}{k!} \cdot e^{-\omega t}$$

где  $\omega$  – параметр потока требований  $\omega = 1: \bar{X}$

При расчете за смену ( $t=1$ ) формула преобразуется

$$P_{ka} = \frac{a^k}{k!} \cdot e^{-a},$$

где  $a$  – среднее число требований на ремонт (замену), приходящееся на одну смену. Например, при  $a=3$  вероятность отсутствия требований на ремонт в течении смены равна

$$P_0 = \frac{3^0}{0!} \cdot e^{-3} = 0,05$$

возможность возникновения одного требования  $P_1=0,15$ ; двух  $P_2=0,22$ ; трех  $P_3=0,22$ ; четырех  $P_4=0,16$  и т.д.

б) на основании анализа отчетных данных о требованиях на ремонт данного агрегата. При этом за определенное число смен, например,  $n=100$ , собираются сведения о числе требований на ремонт:

$n_1$  – число смен, когда требований не было;

$n_2$  – число смен с одним требованием;

$n_3$  – число смен с двумя требованиями и т.д.

$$\omega_1 = \frac{n_1}{n_2} \approx P_1 \text{ дает так называемую частоту или эмпириче-}$$

скую вероятность, которую можно использовать в игре. В рассматриваемом примере на основании анализа отчетных данных установлено, что ежедневно при ремонте требуется не более четырех агрегатов, причем вероятность того, что агрегаты не потребуются для ремонта в течение смены, равна  $q_1=0,1$ ; потребуется один агрегат  $q_2=0,4$ ; два –  $q_3=0,3$ ; три –  $q_4=0,1$  и четыре  $q_5=0,1$ .

#### 4) Формирование стратегии сторон (табл. 7)

Стратегии производства (П) или требования рынка услуг определяются числом требуемых в течение смены агрегатов  $n_j$ . Причем первая стратегия  $\Pi_1$  состоит в том, что фактически для ремонта не потребуется агрегатов ( $n_1=0$ ), вторая  $\Pi_2$  – один агрегат,  $\Pi_3$  – два агрегата,  $\Pi_4$  – три агрегата и  $\Pi_5$  – четыре агрегата ( $n_5=4$ ).

При организации на складе запаса организаторы производства (сторона А) могут применить следующие стратегии:  $A_1$  – не иметь запаса;  $A_2$  – иметь один агрегат в запасе;  $A_3$  – два;  $A_4$  – три и  $A_5$  – четыре агрегата. Так как потребность более четырех агрегатов за смену не была зафиксирована, то дальнейшее увеличение запасов нецелесообразно. Причем определенные в п.3 вероятности следует рассматривать как вероятность реализации стратегий стороны П. Полученные таким образом результаты по  $\Pi_j$ ,  $A_i$  и  $q_i$  сводим в таблицу стратегий сторон (табл. 6).

Таблица 6

Стратегии сторон игры

Производство (П)			Организаторы складского хозяйства (А)	
Обозначение стратегий $\Pi_j$	Необходимо агрегатов для ремонта $n_j$	Вероятность данной потребности $q_j$	Обозначение стратегии $A_i$	Имеется исправных агрегатов $n_i$
$\Pi_1$	0	0,1	$A_1$	0
$\Pi_2$	1	0,4	$A_2$	1
$\Pi_3$	2	0,3	$A_3$	2
$\Pi_4$	3	0,1	$A_4$	3
$\Pi_5$	4	0,1	$A_5$	4

5) Определение последствий случайного сочетания стратегий сторон.

В реальных условиях сочетание стратегий  $A_i$  и  $\Pi_j$  случайно, но каждому сочетанию  $A_i$  и  $\Pi_j$  стратегий соответствуют определенные последствия  $v_{ij}$ . Например, если потребность в агрегатах для ремонта превышает их наличность на складе, то предприятие несет ущерб от дополнительного простоя автомобиля (сокращение  $\alpha_r$ ) в ремонте или отказа клиенту в предоставлении соответствующей услуги. Если требований на замену меньше, чем имеется агрегатов на складе, то возникают дополнительные затраты, связанные с хранением «излишних» агрегатов. Количественно последствия сочетания стратегий  $\Pi_j$  и  $A_i$  оценивается с помощью выигрыша  $v_{ij}$  (табл. 7), который относится на предприятие (А) и может начисляться в рублях или условных единицах. Выигрыш  $v_{ij} > 0$  называется прибылью, а  $v_{ij} < 0$  убытком.

Таблица 7

Условия определения выигрыша

Ситуации	Выигрыш в условных единицах	
	Убыток	Прибыль
Хранение на складе одного, фактически невостребованного агрегата	$v_1 = -1$	-----
Удовлетворение потребности в одном агрегате	-----	$v_2 = +2$
Отсутствие необходимого для выполнения требования агрегата на складе	$v_3 = -3$	-----

Природа убытка и прибыли в каждом конкретном случае может быть различной, а сами величины ущерба и прибыли должны быть строго обоснованы, т.к. от них зависит выбор оптимального решения. В примере удовлетворение потребности в агрегатах связано с сокращением простоев автомобилей в ремонте или сохранением клиентуры, что приносит прибыль АТП и СТО. Излишний запас вызывает дополнительные затраты на хранение агрегатов (табл. 8).

Платежная матрица

Необходимое число агрегатов и выигрыш по стратегиям							Минимальный выигрыш по стратегиям (минимумы строк) $\alpha_T$	
$\Pi_j \longrightarrow$		$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$		
$n_j \longrightarrow$			0	1	2	3		4
	$A_i \downarrow$	$n_i \downarrow$						
Имеющееся число агрегатов и выигрыш по стратегиям	$A_1$	0	0	-3	-6	-9	-12	-12
	$A_2$	1	-1	2	-1	-4	-7	-7
	$A_3$	2	-2	1	4	1	-2	-2
	$A_4$	3	-3	0	0	6	-3	-3
	$A_5$	4	-4	-1	2	5	8	-4
Максимальный выигрыш (максимумы столбцов) $(\beta_i)_{\max}$			0	2	4	6	8	

б) Определение выигрышей при всех возможностях в рассматриваемом примере сочетаниях стратегий  $A_i\Pi_j$ , в данном случае 25 ( $A_i \times \Pi_j = 5 \times 5$ ). Например, сочетание стратегий  $A_2$  и  $\Pi_4$  означает, что потребность в агрегатах для ремонта в течении данной смены составляет ( $\Pi_4$ )  $n_4 = 3$  агрегата, а на складе имеется ( $A_2$ ) только один агрегат. Поэтому выигрыш (табл. 9) составит  $v_{24} = 1 \times 2$  (при потребности 3 на складе имеется 1 агрегат)  $- 2 \times 3$  (две заявки не удовлетворены)  $= 2 - 6 = -4$ ; сочетание стратегий  $A_4$  и  $\Pi_2$  (необходим для замены один агре-

гат, а на складе имеется 3)  $v_{42} = 1 \times 2$  (одно требование удовлетворено) –  $2 \times 1$  (два агрегата не востребованы) =  $2 - 2 = 0$  и т.д.

Выигрыш при сочетании всех возможных стратегий сторон сводится в платежной матрице.

Фактически платежная матрица – это список всех возможных альтернатив, из которых необходимо выбрать рациональную.

7) Выбор рациональной стратегии организаторов производства  $A_i$ . Наиболее простое решение возникает тогда, когда находится стратегия  $A_i$ , каждый выигрыш которой при любом состоянии  $P_j$  не меньше, чем выигрыш при любых других стратегиях. В рассматриваемом примере таких стратегий нет. Например, стратегия  $A_3$  лучше всех других только при состоянии  $P_3$ , но хуже стратегии  $A_2$  при состоянии  $P_2$  и  $A_4$  при состоянии  $P_4$  и т.д..

В общем случае при известных вероятностях каждого состояния  $P_j$  выбирается стратегия  $A_i$ , при которой математическое ожидание выигрыша организаторов производства будет максимальным. Для этого вычисляют средневзвешенный выигрыш по каждой строке платежной матрицы для  $i$ -й стратегии:

$$\bar{v} = q_i \cdot v_{i1} + q_i \cdot v_{i2} + \dots + q_n \cdot v_{in} = \sum_{j=1}^n q_j \cdot v_{ij}$$

Например, для ситуации  $A_1$  из таблиц имеем:

$$\bar{v}_1 = 0,1 \cdot 0 - 0,4 \cdot 3 - 0,3 \cdot 6 - 0,1 \cdot 9 - 0,1 \cdot 12 = -5,1$$

Аналогично для

$$\bar{v}_2 = -0,1 \cdot 1 - 0,4 \cdot 2 - 0,3 \cdot 1 - 0,1 \cdot 4 - 0,1 \cdot 7 = -0,7$$

Полученные таким образом результаты сводим в матрицу выигрышей (последний столбец табл. 8)

Из матрицы выигрышей следует, что оптимальной стратегией, обеспечивающей максимальный средний выигрыш, является стратегия  $A_4$ , т.е. необходимо постоянно иметь на складе 3 агрегата. Иными словами, если организаторы производства будут каждую смену придерживаться четвертой стратегии, то за ряд смен в конечном итоге они получат следующий выигрыш:  $(v_4)_{\max} = 1,5$  условные единицы. Но это не означает, что в отдельные смены при различном сочетании  $A_4$  (3 агрегата на складе) и реальной подробности в агрегатах не может быть получен убыток, например сочетание  $A_4$  и  $P_1$  (табл. 9).

Матрица выигрышей при исходном (i) варианте

$A_i(n_i) \backslash \Pi_j(n_j)$	$\Pi_1$ ( $n_1=0$ )	$\Pi_2$ ( $n_2=1$ )	$\Pi_3$ ( $n_3=2$ )	$\Pi_4$ ( $n_4=3$ )	$\Pi_5$ ( $n_5=4$ )	Средний выигрыш при стратегии, $\bar{v}_i$
$A_1 (n_1=0)$	0	-1,2	-1,8	-0,9	-1,2	-5,1
$A_2 (n_2=1)$	-0,1	0,8	-0,3	-0,4	-0,7	-0,7
$A_3 (n_3=2)$	-0,2	0,4	1,2	0,1	-0,2	1,3
$A_4 (n_4=3)$	-0,3	0	0,9	0,6	0,3	$1,5 = (\bar{v}_4)_{\max}$
$A_5 (n_5=4)$	-0,4	-0,4	0,6	0,5	0,8	1,1
Вероятности состояний, $q_j$	0,1	0,4	0,3	0,1	0,1	-----

$n_j$  – необходимо иметь на складе исправных агрегатов,

$n_i$  – фактически имеется на складе исправных агрегатов.

8) Полученные результаты по изменению выигрыша в зависимости от запаса агрегатов на складе (стратегий А) изображаем графически (рис. 9)



Рис. 9. Определение оптимального запаса агрегатов методами игровых ситуаций при принятии решения в условиях риска

9) Определение экономического эффекта от использования оптимальной стратегии.

Особенность выполнения расчета состоит в том, что учитыва-

лась не только вероятность определенной потребности в агрегатах, но и последствия их наличия или отсутствия на складе. Поэтому экономическая эффективность может быть получена сравнением выигрыша при оптимальной стратегии  $\bar{v}_o = \bar{v}_{\max}$  с  $\bar{v}_c$  выигрышем, который может быть получен при поддержании на складе средневзвешенной потребности в агрегатах  $\bar{n}_c$ , когда последствия принимаемых решений не учитываются

$$\bar{n}_c = \sum_{j=1}^J g_j n_j$$

где  $n_j$  – потребность в агрегатах на складе;  
 $g_j$  – вероятность этой потребности.

В примере  $\bar{n}_c = 0,1 \cdot 0 + 0,4 \cdot 1 + 0,3 \cdot 2 + 0,1 \cdot 3 + 0,5 \cdot 4 = 1,7$  агр.

принимается целое значение средневзвешенной потребности  $\bar{n}'_c \approx 2$ . Наличие на складе двух агрегатов соответствует стратегии АЗ, при которой – обеспечивается средний выигрыш  $\bar{n}_4 = 1,3$  у.е. (табл. 10). Таким образом, экономический эффект при использовании оптимальной стратегии составляет

$$\mathcal{E}(A^o) = 100 \cdot \frac{\bar{v}_o - \bar{v}_c}{\bar{v}_o}$$

10) Анализ полученных решений. Данные табл. 11 и рис. 9 позволяют сделать следующие **практические выводы**.

Во-первых, определена оптимальная стратегия ( $A_4^o$ ), придерживаясь которой организаторы производства получают гарантированный выигрыш в 1,5 условные единицы. Очевидно, наличие на складе 3 агрегатов является заданным целевым нормативом для организаторов складского хозяйства предприятия ЦН= $n_4=3$  агрегата. Как следует из рис. 30, нецелесообразным является не только сокращение по сравнению с оптимальным, но и чрезмерное увеличение оборотного фонда. Необходимо еще раз отметить, что стратегия  $A_4^o$  является оптимальной при многократном ее применении, т.е. в среднем для повторяющихся ситуаций. Для разовых реализаций она может быть и неоптимальной. Например, при  $\Pi_1$  (исходный вариант) она дает убыток, а для  $\Pi_5$  прибыль будет меньше, чем при использовании стратегии  $A_5$ .

Во-вторых, выявлена зона рационального запаса агрегатов на



складе, при котором предприятию гарантирован доход, т.е.  $v_{ij} > 0$ . Такой зоной является наличие на складе  $n_i = 3 \pm 1$  агрегатов, что соответствует стратегиям  $A_3, A_4^o, A_5$ . Эту зону следует рассматривать в качестве интервальной оценки целевого норматива для организаторов складского хозяйства.

В-третьих, создается инструментальная база для определения размера материального поощрения предприятием организаторов складского хозяйства, которое должно быть пропорционально фактически полученному предприятием доходу от удовлетворения потребности в агрегатах.

### 3.3. Задачи для самостоятельного решения

Используя игровые методы определить оптимальный запас агрегатов на складе АТП и СТО при условии, что на основании анализа отчетных данных установлено, что ежедневно при ремонте требуется не более четырех агрегатов, причем вероятность того, что агрегаты не потребуются для ремонта в течение смены, равна  $q_1$ ; потребуются один агрегат  $q_2$ ; два –  $q_3$ ; три –  $q_4$  и четыре  $q_5$  (см. табл. 10), все остальные данные взять из примера решения практической задачи.

Таблица 10

Варианты задач

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$q_1$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
$q_2$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
$q_3$	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2
$q_4$	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
$q_5$	0,4	0,5	0,6	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$q_1$	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4
$q_2$	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
$q_3$	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2
$q_4$	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1
$q_5$	0,3	0,4	0,4	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2

## Тема 4. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ И ОБНОВЛЕНИЕ БОЛЬШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

### 4.1. Понятие о жизненном цикле системы и ее элементов

Развитие экономики связано с постоянным обновлением товаров, изделий и услуг. Любое изделие или услуга зарождаются в ответ на потребности общества, воспроизводятся в течение определенного времени, со временем устаревают, заменяются более совершенными и постепенно изымаются из сферы эксплуатации (применения). Все это составляет жизненный цикл системы и ее отдельных элементов, которые могут различаться. Типичным примером большой системы является автомобильный парк определенной модели, например, автобусов «Икарус-280». Парк таких автобусов существует уже более 30 лет. Элементами этой системы являются конкретные автобусы, срок службы которых в городских условиях составляет 5...7 лет, а списание осуществляется при наработке 500...700 тыс.км.

Полный жизненный цикл большой системы, охватывающий науку-технику-производство-эксплуатацию, включает следующие основные этапы:

1. *Возникновение идеи нововведения* на основании осознания потребностей рынка и потребителя, научного предположения, гипотезы или открытия. Например, идея применения газомоторного топлива на транспорте, диктуемая возможным дефицитом жидкого топлива и экологическими требованиями.

2. *Выдвижение теории*, а применительно к техническим, технологическим и организационным решениям – концепции проекта, затем бизнес-плана, т.е. известной комбинации существующих знаний, методов, технологических и других приемов, которые могут дать необходимый эффект. На этом этапе определяются схемы соответствующих решений, предполагаемый потребитель и масштабы применения нововведения.

3. *Проверка теории или концепции проекта* путем лабораторного эксперимента, демонстрирующего правильность теории или принципиальную осуществимость проекта.

4. *Лабораторная или опытная проверка*, обеспечивающая получение полезного эффекта в принципиально пригодной для практи-

ческого использования форме. Это может быть модель технического устройства, образец материала, процесс, пробная услуга и т.д.

5. *Эксплуатационные испытания или рыночная апробация*, демонстрирующие работоспособность нового технического средства или процесса, возможность достижения заданных целевых нормативов. Для услуг проверяется их восприимчивость и востребованность потенциальным потребителем и уточняется возможный спрос. На основании этого этапа определяются направление доработки или переработки изделия или услуги, уточняются требования к сфере эксплуатации. Например, применительно к газомоторному топливу: создание сети газозаправочных пунктов, переоборудование автомобилей, приспособление производственно-технической базы к обслуживанию газобаллонных автомобилей, подготовка персонала и др.

6. *Промышленное внедрение*, означающее начало производства нового технического средства или предоставления новой услуги, характеризующее готовность к их практическому применению и гарантирующее получение заданных целевых нормативов эффективности, масштабов применения и др.

7. *Широкое внедрение нововведений*, позволяющее оценить действительный эффект и рыночную нишу с учетом ряда факторов, которые невозможно было полностью учесть на начальных стадиях, и полностью подготовить эксплуатационную инфраструктуру.

8. *Постепенная замена (вытеснение) предшественников (изделия, услуги, технологии) нововведениями – формирование новой или обновленной большой системы.*

9. *Устаревание нововведения*, вывод из эксплуатации старых элементов системы и их постепенная замена нововведениями следующего поколения.

10. *Утилизация и частичное вторичное использование подсистем и элементов старой системы.*

Жизненный цикл элементов системы проще и короче жизненного цикла самой системы. Например, жизненный цикл элемента большой системы (автомобильного парка) – автомобиля – складывается из приобретения и обкатки; перевозочного процесса; хранения, технического обслуживания и ремонта; модернизации; списания (перепродажи) и утилизации. Показателем жизненного цикла элемента является его *ресурс*, т.е. наработка (часы, км) до списания или реализа-

ции. Абсолютное большинство свойств автомобиля ухудшается по мере его старения, что влияет на показатели качества не только конкретного автомобиля, но и вышестоящей системы – автомобильного парка, в котором могут быть автомобили разных возрастных групп.

#### 4.2. Возрастная структура и реализуемые показатели качества автомобиля и парка

Под возрастной структурой парка понимается количественное или процентное распределение автомобильного парка по имеющимся возрастным группам (рис. 10). Удельный вес автомобилей данной возрастной группы  $j$  в парке в момент времени  $i$  (например, в 2007 году) определяется

$$a_{ij} = \frac{A_{ij}}{A_i},$$

где  $A_i$  – размер парка в момент времени  $i$ , являющегося календарным временем существования данного парка;

$A_{ij}$  – количество автомобилей  $j$ -й возрастной группы в парке в момент времени  $i$ :

$$\sum_{i=1}^i a_{ij} = 1,0 \text{ (или 100\%)}$$

Возрастная группа  $j$  может исчисляться в годах или км пробега. Возрастная группировка парка по пробегу лучше отражает надежностные свойства автомобилей, но более сложна в расчетах из-за падения годовой наработки в км при старении автомобилей (табл. 11)

Таблица 11

#### Средний годовой пробег легковых автомобилей в США

Годовой пробег	Годы эксплуатации									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
тыс.км	28,7	25,2	20,2	17,9	16,1	14,7	13,9	11,6	10,4	8,0
%	100	89	71	63	56	52	49	41	36	28



Рис. 10. Гистограмма распределения парка по возрастным группам

Реализуемый показатель качества автомобиля  $\bar{\Pi}$  – это средний показатель конкретного свойства автомобиля, определенный за заданную наработку. Чаще всего – это наработка до списания  $t_{\text{сп}}$  или продажи (рис. 11).

Реализуемый показатель качества автомобиля  $\bar{\Pi}$  зависит от его возраста. Например, реализуемый показатель – среднегодовой пробег за первые три года эксплуатации составляет (табл. 12)

$$\bar{\Pi}(t) = \frac{28,7 + 25,2 + 20,2}{3} = 24,7 \text{ тыс. км,}$$

а за десять лет эксплуатации только  $\bar{\Pi}(t=10)=16,7$  тыс. км.

Отсюда важность определения рационального срока службы изделия.

$$\bar{\Pi} = \frac{\sum_{j=1}^{j=t_{\text{сп}}} \Pi_j}{t_{\text{сп}}},$$

где  $\Pi_j$  – показатель качества автомобиля  $j$ -ой возрастной группы.

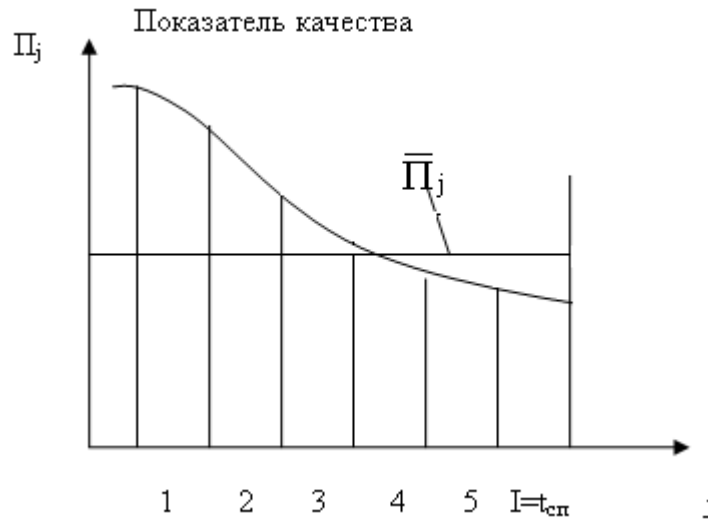


Рис. 11. Изменение показателей качества за срок службы автомобиля

*Реализуемый показатель качества парка как системы определяется возрастной структурой в момент времени  $i$ :*

$$\bar{\Pi}_i = \sum_{j=1}^{t_{\text{ср}}} \Pi_j \cdot a_{ij}$$

Следовательно, при определенных свойствах автомобиля как подсистемы, т.е. значениях  $\Pi_j$ ,  $t_{\text{ср}}$  реализуемый показатель качества автомобиля постоянен  $\bar{\Pi} = \text{const}$ , а для парка (системы) он зависит от его возрастной структуры  $a_{ij}$  т.е.  $\bar{\Pi} \neq \text{const}$ . На этом основано управление реализуемыми показателями качества.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий влияние возрастной структуры парка на показатели эффективности.

Рассмотренный в примере реализуемый показатель качества автомобиля (простои в ремонте) при  $t_{\text{ср}} = j = 5$  равен

$$\bar{\Pi} = \frac{\sum_{j=1}^5 \Pi_j}{t_{\text{ср}}} = \frac{100 + 122 + 176 + 250 + 297}{5} = 189\%$$

**Влияние возрастной структуры на реализуемые показатели качества  
автомобиля и парка**

Возраст автомобиля		Удельный простой в ремонте %, $\bar{\Pi}_j$	Удельный вес автомобилей возраста j в парке в момент i, $a_{ij}$		
Группа j	Интервал наработки тыс.км		I, i=1	II, i=2	III, i=3
			$a_{1j}$	$a_{2j}$	$a_{3j}$
1	0-100	100	0,2	0,1	0,2
2	101-200	122	0,2	0,1	0,4
3	201-300	176	0,2	0,3	0,2
4	301-400	250	0,2	0,3	0,2
5	Свыше 400	297	0,2	0,2	-
Реализуемый показатель автомобиля $\bar{\Pi}$		189	189	189	162
Реализуемый показатель парка $\bar{\Pi}_i$			189	209,4	154

При равномерном распределении парка по возрастным группам (I вариант, табл. 14) реализуемый показатель качества парка равен

$$\bar{\Pi}_1 = \sum_{j=1}^5 \Pi_j \cdot a_{ij} = 100 \cdot 0,2 + 122 \cdot 0,2 + 176 \cdot 0,2 + 250 \cdot 0,2 + 297 \cdot 0,2 = 189\%$$

Т.е. в данном случае  $\bar{\Pi}_1 = \bar{\Pi}$

Это идеальный вариант, который практически не реализуется, так как среднегодовой пробег автомобилей при старении, как отмечалось выше, не остается постоянным, а сокращается. Равномерное распределение возрастного состава парка по срокам службы возможно при условии, что:

- а) поставки новых автомобилей соответствуют списанию старых;
- б) списание осуществляется при одинаковом возрасте автомобилей;
- в) нет аварийных списаний и передач автомобилей при  $t < t_{\text{сп}}$ ;
- г) нет поступлений неновых автомобилей.

Для второго варианта реализуемый показатель качества парка

$$\bar{\Pi}_2 = 100 \cdot 0,1 + 122 \cdot 0,1 + 176 \cdot 0,3 + 250 \cdot 0,3 + 297 \cdot 0,2 = 209,4\%$$

т.е. простой в ремонте увеличивается, а показатель качества парка хуже показателя качества автомобиля при установленном сроке службы (5 лет).

Третий вариант иллюстрирует тенденцию омоложения парка.

Для него реализуемый показатель качества автомобиля улучшается

$$\bar{\Pi} = \frac{100 + 122 + 176 + 250}{4} = 162\%$$

Реализуемый показатель качества парка

$$\bar{\Pi}_3 = 100 \cdot 0,2 + 122 \cdot 0,4 + 176 \cdot 0,2 + 250 \cdot 0,2 = 154\%$$

т.е. лучше, чем у автомобиля (162%).

Кроме распределения парка по возрастным группам возрастную структуру характеризует также средний возраст автомобилей парка.

Средний возраст парка в момент времени  $i$  равен

$$T_i = \sum_{j=1}^j T_j \cdot a_{ij},$$

где  $T_j$  – середина интервала  $j$ -й возрастной группы автомобилей.

В табл. 13 приведен пример расчета среднего возраста парка при изменении его возрастной структуры и времени существования парка.

Так, для  $i = 2$  имеем

$$\bar{T}_2 = \frac{0,5 \cdot 7 + 2 \cdot 10 + 4 \cdot 10 + 6 \cdot 20 + 8,5 \cdot 29 + 12 \cdot 24}{100} \cong 7,2 \text{ года}$$

Таблица 13

### Определение среднего возраста парка

№ возрастной группы	Возрастные группы, годы, $j$	Середина интервала возрастной группы, $T_j$	% автомобилей в парке в момент времени $i$ , $a_{ij}$			
			$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$
1	До 1	0,5	4	7	9	15
2	От 1 до 3	2	18	10	18	20
3	От 3 до 5	4	24	10	14	18
4	От 5 до 7	6	25	20	11	14
5	От 7 до 10	8,5	18	29	10	12
6	Свыше 10	12	11	24	38	21
Всего	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0
Средний возраст парка, $\bar{T}_i$	-	-	5,8	7,2	7	5,5



### 4.3. Управление возрастной структурой парка

Средний возраст и возрастная структура (ВС) парков отдельных АТП могут существенно изменяться за небольшие промежутки времени, что не может не отразиться на показателях эффективности работы парка в целом и потребных ресурсах: коэффициенте технической готовности и производительности автомобилей, потребности в рабочей силе и базе, запасных частях, т.е. возрастная структура парка влияет на работу ИТС и автомобильного транспорта в целом. Поэтому необходимо, во-первых, прогнозировать характер изменения возрастной структуры парка, во вторых, уметь управлять возрастной структурой.

*Под управлением возрастной структурой парка* понимается ее прогнозирование и такое целенаправленное изменение, которое обеспечивает получение в необходимый момент времени  $i$  заданных реализуемых показателей качества парка  $\Pi_i$ . В общем случае на формирование возрастной структуры парка влияют следующие основные факторы:

а) исходная возрастная структура, т.е. распределение парка по возрастным группам  $j$  в начальный момент

$$i=y: a_{11}, a_{12}, a_{13} \dots a_{ij}$$

б) размер поставки новых автомобилей в момент

$$i = 1, 2, 3 \dots i : A_{ni}$$

в) размер списания автомобилей –  $A_{cni}$

Отношение размера поставки к размеру парка в  $i$ -м году называется *коэффициентом пополнения*  $r_i$

$$r_i = \frac{A_{ni}}{A_i}$$

Отношение размера списания к размеру парка в  $i$ -м году называется *коэффициентом списания или выбытия*  $b_i$ :

$$b_i = \frac{A_{ci}}{A_i}$$

При  $r_i=b_i$  имеет место простое восстановление, а при  $r_i>b_i$  расширенное, т.е. парк автомобилей постоянно увеличивается. При  $r_i<b_i$  происходит деградация, т.е. сокращение размера парка;

г) ресурс (срок службы) автомобиля до списания  $t_{сп}$ .

На рис. 11 приведена схема изменения размера вновь образованного в момент  $t=0$  парка  $A_i$  при различном соотношении коэффициентов пополнения и списания и зафиксированном сроке службы автомобиля  $t_{сп}$ . Это так называемое *дискретное списание*.

При этом наблюдается три характерных этапа:

I – от  $t = 0$  до  $t = t_{сп}$  – рост парка, вызванный поставкой новых автомобилей при отсутствии списания (кроме аварийного), т.е.  $r>0$ ;  $b=0$ ;

II – от  $t = t_{сп}$  до момента окончания производства (или приобретения данной фирмой) автомобилей определенной модели ( $t_k$ ). На этом этапе в зависимости от соотношения  $r$  и  $b$  может наблюдаться относительный рост парка  $r > b$  (1, рис. 12), его стабилизация  $r=b$  (2, рис. 12) или при  $r < b$  – сокращение размера (3, рис. 12);

III – от  $t_k$  до  $t_k + t_{сп}$  (3, рис. 12) постепенная ликвидация парка данных автомобилей ( $r=0$ ;  $b>0$ ).

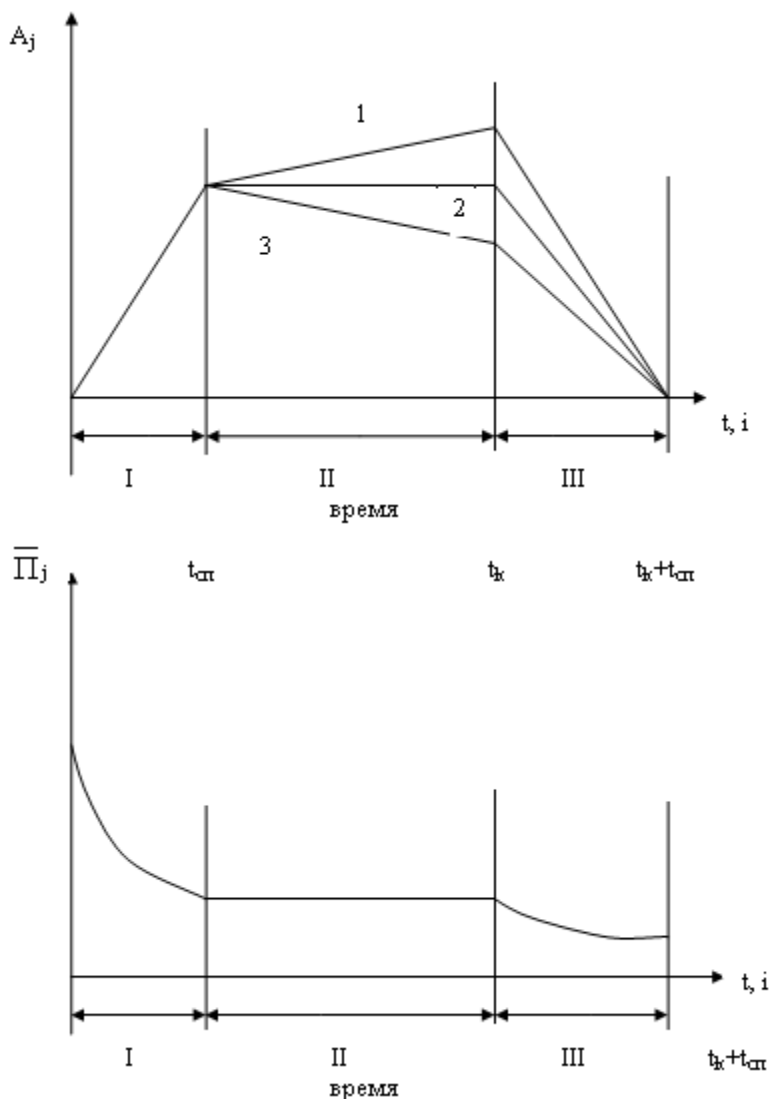


Рис. 12. Схема изменения размера (а) и реализуемого показателя качества (б) парка:  $A_i$  – размер парка;  $\bar{P}_i$  – реализуемый показатель качества (коэффициент технической готовности  $\alpha_T$ )

Схема изменения реализуемого показателя качества (например, коэффициента технической готовности) при  $r=b$  на втором этапе приведена на рис. 12, б.

Следует различать регулирование и управление возрастом и возрастной структурой парков.

*Регулирование ВС* проводится на общегосударственном уровне и сводится к установлению такой амортизационной, налоговой, таможенной и лизинговой политики, которая способствует или препятствует быстрому обновлению парков.

*Управление ВС* проводится на уровне конкретных предприятий и фирм и сводится к регулированию процессов списания-пополнения

и соотношений в парке изделий разных возрастных групп при условии обеспечения требуемого (заданного) для парка объема транспортной работы при минимальных затратах или максимальной прибыли.

При изменении сроков службы меняются эксплуатационные затраты и капиталовложения. Так, при сокращении установленных сроков службы уменьшаются затраты на ТО и ремонт, потребность в персонале и ПТБ для ТО и ремонта, потребность и затраты на запасные части. Но одновременно увеличивается поставка новых автомобилей, т.е. растут амортизационные отчисления для АТП и капиталовложения в промышленность для расширения производства автомобилей (табл. 14).

Таблица 14

Оценка влияния срока службы грузовых автомобилей большой грузоподъемности на необходимый размер парка и его ресурсное обеспечение

Показатели	Срок службы автомобиля до списания, лет				
	3	5	7	9	11
Необходимый размер парка, %	93	100	109	117	124
Среднегодовая производительность списанного автомобиля, %	113	100	74	71	65
Годовая поставка новых автомобилей к парку, %	33	20	14	11	9
Годовая потребность в капитальном ремонте комплекта основных агрегатов к поставке новых автомобилей, %	29	100	137	175	202
Годовая потребность в капитальном ремонте комплекта основных агрегатов, %	44	100	108	115	117
Потребность в рабочей силе на ТО и ТР в АТП, %	91	100	111	117	131
Потребность в запасных частях, %	44	100	119	145	142
Затраты на запасные части к стоимости поставки новых автомобилей, %	16	27	37	54	60
Общие приведенные затраты на перевозки, %	110	100	105	109	120

Из приведенных в табл. 14 данных следует, что сокращение сроков службы грузовых автомобилей с 10...12 лет до 5...7 лет позволяет при том же объеме выполненной транспортной работы:

- на 20...25% сократить инвентарный состав парка;
- на 8...15% уменьшить потребность в капитальном ремонте основных агрегатов;
- на 25...30% сократить потребность в рабочей силе на ТО и ТР автомобилей, в АТП;

- на 23...40% уменьшить расход запасных частей;
- на 14...20% уменьшить приведенные затраты.

При этом годовые поставки новых автомобилей должны быть увеличены в 1,5...1,9 раза, что требует существенных инвестиций.

Необходимость омоложения автомобильных парков определяется и требованиями НТП, так как сокращение сроков службы позволяет интенсифицировать процесс внедрения новых конструкций автомобилей.

В связи с этим на автомобильном транспорте реализуется техническая политика, направленная на ограничение количества капитальных ремонтов за срок службы автомобиля, а также регламентации расходов запасных частей за определенные наработки, например, за пробег до капитального ремонта.

#### 4.4. Пример решения практической задачи

Методы расчета возрастной структуры парка зависят от применяемого способа списания и поставки изделий:

- при дискретном списании по достижении установленного или принятого в данном предприятии срока службы  $t_{сп}$  (1, рис. 35) происходит списание или продажа в другие руки автомобиля вне зависимости от его технического состояния или показателей работы. Такая схема распространена при интенсивной эксплуатации в условиях повышенных требований к надежности (междугородные и международные перевозки, пассажирские перевозки, экстренная доставка ценных грузов и т.д.);

- случайное списание (2, рис. 35), характеризуется вариацией фактической наработки до списания  $f(j)$ . По этой схеме списание производится на основании контроля за определенными показателями работы автомобиля, например, по накопленному расходу запасных частей, изменению производительности, уменьшению прибыли и т.д.

##### *1. Расчет показателей возрастной структуры парка при дискретном списании.*

Этот метод, называемый *диагональным сдвигом*, основан на

следующих предпосылках (рис. 13):

1. Различают календарное время существования парка автомобилей данной модели  $i$  и возрастную группу автомобилей  $j$ . Год начала образования парка или исходный год анализа его возрастной структуры принимается равным  $i=1$ .

2. Возраст автомобиля ( $j$ ) и календарное время существования данного парка ( $i$ ) измеряются в одинаковых условных или абсолютных единицах.

3. При изменении календарного времени на одну единицу ( $i+1$ ) автомобили, имевшие в момент  $i$  возраст  $j$ , «стареют» на одну единицу и переходят в следующую возрастную группу ( $j+1$ ), т.е. происходит диагональный сдвиг.

Например, если в 2006 г. ( $i=1$ ) автомобиль имел возраст  $j=4$  года (выпущен в 2003 г.), то в 2007 г. ( $i=1+1=2$ ) его возраст составит  $j=4+1=5$  лет.

4. Поставки автомобилей условно относятся к началу соответствующего периода года, а списание к концу года.

5. Если приобретаются только новые автомобили  $A_{i1}^n$ , а списываются автомобили при  $j=t_{сп}$ , т.е.  $A_i^c = A_i, t_{сп}$ , то дискретное списание называется *простым*. Количество автомобилей ( $j=1$ ) возрастной группы в момент ( $i+1$ ) определяется по правилам диагонального сдвига и с учетом этапов существования парка.

Для первого этапа (при  $i=t < t_{сп}$ ) в первой возрастной группе ( $j=1$ ) в момент ( $i+1$ )

$$A_{(i+1)1} = A_{(i+1)1}^n$$

В последующих возрастных группах:

$$A_{(i+1)(j+1)} = A_{ij}$$

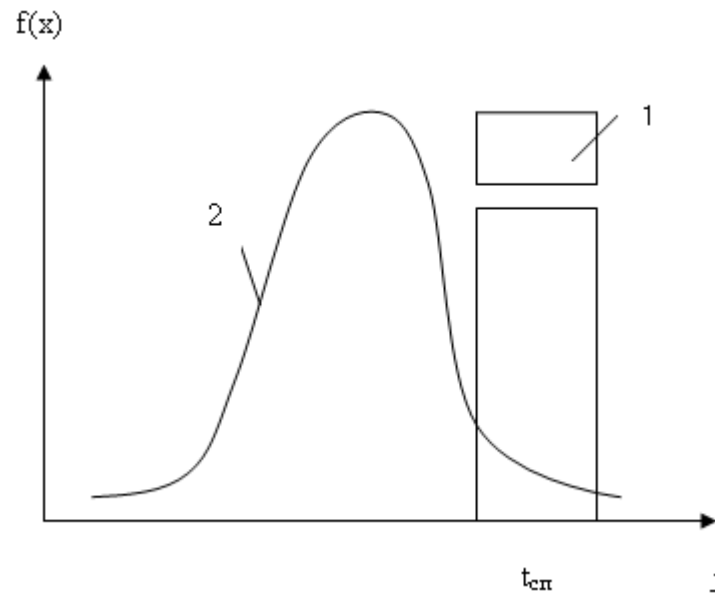


Рис. 13. Схема дискретного (1) и случайного (2) списания

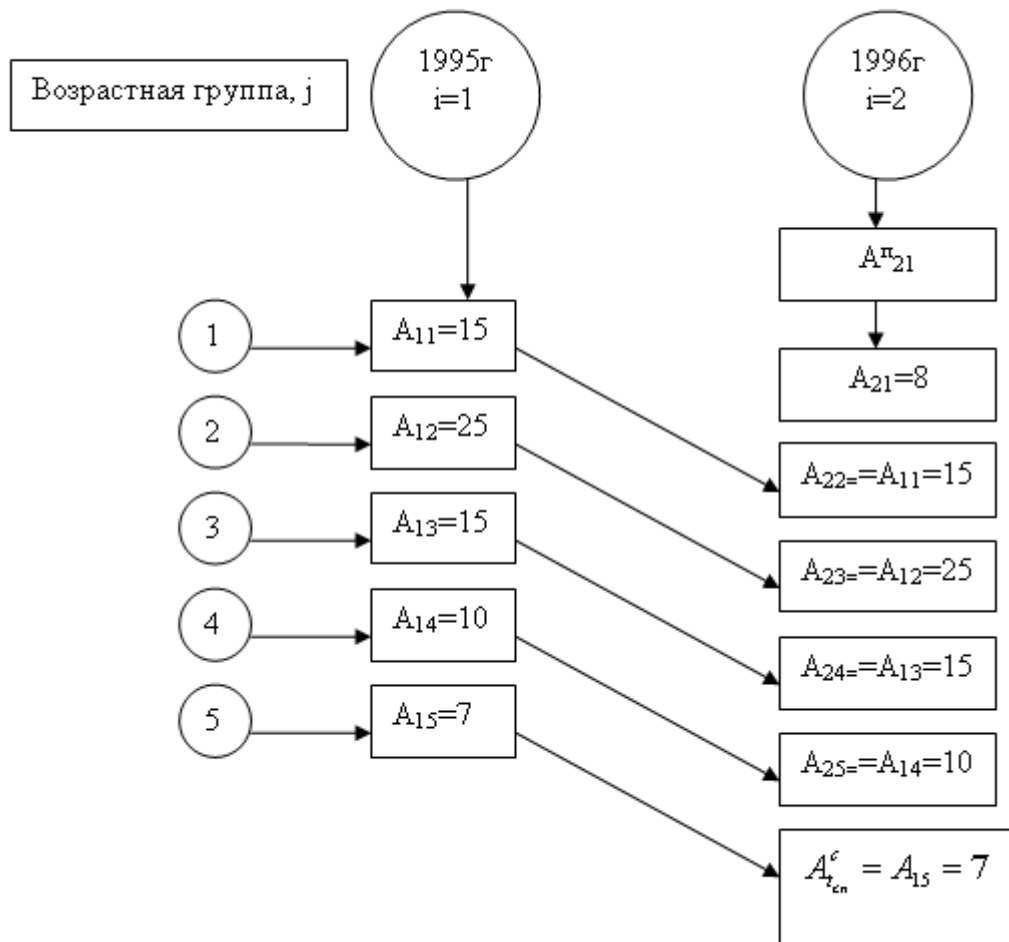


Рис. 14. Схема определения возрастной структуры парка диагональным сдвигом

Списания на этом этапе нет, т.е.  $A_{(i+1)}^{сп} = 0$

Для этапа II (при  $t_{сп} \leq i < t_k$ ) расчеты проводятся по тем же формулам (34) и (35), но дополнительно появляется группа автомобилей, подлежащих списанию

$$A_{(i+1)}^c = A_i, t_{сп}$$

Для этапа III ( $t_k + t_{сп} \geq t \geq t_k$ ) поставки новых автомобилей прекращаются  $A_{(i+1)}^n = 0$  размеры промежуточных возрастных групп автомобилей определяются по формуле (35), а размер списания по формуле (36).

Например, если при  $t_{сп} = 5$  лет в 2005 г. ( $i=1$ ) первая возрастная группа в парке насчитывала  $A_{11}=15$  автомобилей, вторая  $A_{12}=25$ ,  $A_{13}=15$ ,  $A_{14}=10$ ,  $A_{15}=7$ , а в течение 2006 г. предполагается приобретение 8 новых автомобилей  $A_{(i+1)}^n = A_{21}^n = 8$ , то распределение автомобилей по группам в 2006 г. ( $i=2$ ) иллюстрируется данными рис. 37.

6. Если допускается приобретение автомобилей не только новых ( $j>1$ ), а также промежуточная продажа (лизинг) при  $t_{сп} = j>1$ , то дискретное списание называется *сложным*.

При этом количество автомобилей ( $j+1$ ) возрастной группы в момент времени ( $i+1$ ) определяется следующим образом

$$A_{(i+1)(j+1)} = A_{ij} + A_{(i+1)(j+1)}^n - A_{(i+1)(j+1)}^c, \\ j = j(2, t_{сп})$$

где  $A_{(i+1)(j+1)}$  - поставка в момент ( $i+1$ ) автомобилей возрастной группы  $2 \leq j \leq t_{сп}$ , т.е. неновых, которые суммируются в соответствующей возрастной группе;

$A_{(i+1)(j+1)}^c$  - вывод из эксплуатации (продажа, передача в лизинг и т.д.) в момент времени ( $i+1$ ) автомобилей возрастной группы  $2 \leq j \leq t_{сп}$ , которая вычитается из соответствующей возрастной группы.

Размеры первой возрастной группы при наличии поставок новой техники и размеры списания определяются по формулам (34) и (36).


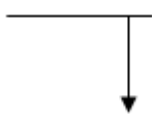
Естественно, что в реальных условиях в конкретные моменты  $i$  существования парка некоторые члены формул (35) и (37), например, размер поставок или списания, могут быть равны нулю.



В табл. 15 рассмотрены фрагменты трансформации структуры и размеров парка при простом и сложном обновлении для двух временных разрезов  $i$  и  $i+1$  и сроков службы изделий  $t_{\text{сп}} = 5$  лет. Исходная возрастная структура парка (при  $i=1$ ) зафиксирована во втором столбце таблицы. Структура парка при временном разрезе  $i+1$  и простом обновлении и поставке 8 новых автомобилей приведена в третьем столбце, а структура при сложном обновлении, заключающаяся в приобретении 20 автомобилей третьей возрастной группы –  $A_{(i+1),3}^n$  в четвертом столбце.

Таблица 15

Фрагмент расчета простого и сложного дискретного обновления парка

Время существования парка $i$	$i$	$i+1$ (простое)	$i+1$ (сложное)
Размер поставок, $A^n$	0		
Возрастная группа, $j$ (середина интервала $T_j$ )	Показатели: $A_i, T_i, HD_i$	$A_{(i+1),1}^n = +8$ 	$A_{(i+1),3}^n = +20$ 
1 (0,5) 2 (0,5) 3 (2,5) 4 (3,5) 5 = $t_{\text{сп}}$ (4,5)	$A_{i1} = 5$ $A_{i2} = 10$ $A_{i3} = 12$ $A_{i4} = 10$ $A_{i5} = 6$	$A_{(i+1)1} = 8$ $A_{(i+1)2} = 5$ $A_{(i+1)3} = 10$ $A_{(i+1)4} = 12$ $A_{(i+1)5} = 10$	0 5 10+20 12 10
Размер списания, $A^c$	0	$A_{(i+1),t_{\text{сп}}}^c = -6$	-6
Размер парка, $A_i$	$A_i = 5+10+12+10+6=43$	$A_{(i+1)} = A_i + A_{(i+1),1}^n - A_{(i+1),t_{\text{сп}}}^c = 43 + 8 - 6 = 45$	$A_{i+1} = 43 + 20 - 6 = 57$
Средний возраст парка, $\bar{T}_i$	2,54	2,75	2,98
Относительная масса дохода парка, %	100	98,2	123,6

7. Как при простом, так и при сложном списании в каждом временном разрезе количество приобретенных и списанных автомобилей в общем случае (характерном для реальной практики) не равно, т.е.  $A_i^n \neq A_i^{cn}$

8. Размер парка определяется суммированием всех данных по столбцам:

$$A_i = \sum_{j=1}^{t_{cn}} A_{ij}$$

9. Прогнозирование возрастной структуры парка позволяет определить по формулам (30) и (37) динамику изменения реализуемого показателя качества парка по показателям качества автомобилей различных возрастных групп.

10. Так, если доходы автобусов разных возрастных групп парка определяются в процентах согласно табл.14  $D_1=100$ ;  $D_2=99$ ;  $D_3=82$ ;  $D_4=64$ ;  $D_5=41$ , то реализуемый показатель качества парка автобусов в момент  $i$  (табл. 19) по доходам с учетом возрастной структуры составляет

$$\begin{aligned} \overline{D}_i &= \sum_{j=1}^{t_{cn}} D_j \cdot a_{ij} = \sum_{j=1}^{t_{cn}} D_j \cdot \frac{A_{ij}}{A_i} = 100 \cdot \frac{5}{43} + 99 \cdot \frac{10}{43} + 82 \cdot \frac{12}{43} + \\ &+ 64 \cdot \frac{10}{43} + 41 \cdot \frac{6}{43} = 79,7\% \end{aligned}$$

относительно доходности (100%) новых автобусов ( $j=1$ ).

При временном разрезе  $i+1$  и простом восстановлении доходность среднего автомобиля парка равна  $\overline{D}_{i+1} = 73,1\%$ , т.е. на 6,6% ниже, чем при исходной структуре ( $i$ ). При представленном в табл.19 варианте сложного обновления (приобретении не новых, а автобусов 3-й возрастной группы) реализуемый показатель качества по доходности парка будет еще ниже и составит 72,6% от доходности  $D_i=100\%$  автобусов первой возрастной группы, хотя общий доход парка в результате его роста увеличивается.

Средний возраст парка  $\overline{T}_i$  определяется по формуле (31). Для разреза  $i$  имеем

$$\overline{T}_i = 0,5 \cdot \frac{5}{43} + 1,5 \cdot \frac{10}{43} + 2,5 \cdot \frac{12}{43} + 3,5 \cdot \frac{10}{43} + 4,5 \cdot \frac{6}{43} = 2,54 \text{ года}$$

Для разреза ( $i+1$ ) и простом обновлении

$$\bar{T}_i = 0,5 \cdot \frac{8}{45} + 1,5 \cdot \frac{5}{45} + 2,5 \cdot \frac{10}{45} + 3,5 \cdot \frac{12}{45} + 4,5 \cdot \frac{10}{45} = 2,75 \text{года}$$

Для того же разреза и сложном обновлении парка поставкой 20 автомобилей третьей возрастной группы средний возраст парка будет еще выше, и составит  $\bar{T}_{(i+1)} = 2,98$  года. Это существенно увеличивает затраты на его содержание.

11. Относительная масса дохода парка (в условных единицах) составляет

$$MD_i = \bar{D}_i \cdot A_i$$

По вариантам это составит:

- исходный (i)  $MD_i = 43 \cdot 79,7 = 3427,1(100\%)$

- простое обновление (i+1)  $MD_{i+1} = 45 \cdot 73,1 = 3289,5(98,2\%)$

- сложное обновление (i+1)  $MD_{i+1}^1 = 57 \cdot 72,6 = 4138,2(123,6\%)$

Таким образом, при рассмотренном варианте простого обновления масса дохода сократиться на 1,8% даже при некотором росте размера парка на 4,6%. При рассмотренном варианте сложного обновления масса дохода по сравнению с исходной возрастет на 23,6% при значительном на 32,6% росте размера парка и его старении, что приведет к существенному увеличению расходов на содержание этого парка (см. табл. 14, 18).

***Некоторые практические рекомендации по формированию возрастной структуры парка.***

1. Возрастная структура парка оказывает существенное влияние на все показатели работы парка и инженерно-технической службы (ИТС), которая обязана анализировать возрастную структуру парка и разрабатывать предложения по ее управлению.

Прогноз изменения возрастной структуры парка рекомендуется проводить, как минимум, ежегодно. Для внутрихозяйственных расчетов возрастные группы, особенно при различных условиях эксплуатации, целесообразно формировать с меньшим шагом, например, квартал или полгода.

2. Изменение возрастной структуры парка зависит от исходной структуры, темпов списания и пополнения, а также установленного срока службы автомобилей. Поэтому применительно к управле-

нию возрастной структурой парков недопустимо планирование по достигнутому уровню (размеров списания в предыдущие периоды).

Регулируя списание и пополнение парка, можно получить необходимую возрастную структуру с заданными показателями эффективности.

3. В разные периоды существования парков они обладают разными провозными способностями, т.е. для выполнения одинаковой транспортной работы количественный состав парков должен изменяться. Для выполнения равной транспортной работы размер парка при его старении должен увеличиваться.

4. Увеличение сроков службы автомобилей до списания без изменения их надежности приводит к существенному ухудшению показателей эффективности парка – средней производительности автомобиля, доходов, коэффициента технической готовности, потребности в рабочей силе, ПТБ, запасных частях. При старении происходят изменения не только количественных, но и качественных показателей работы парков: расширяется номенклатура необходимых запасных частей, материалов; появляется необходимость в выполнении новых видов работ, оборудовании, персонале. Существенно ухудшаются свойства подвижного состава, непосредственно не связанные с надежностью, но влияющие на конкурентоспособность в рыночных условиях: внешний вид, комфортабельность, экологичность и др.

5. Существенного и устойчивого улучшения показателей работы парка можно добиться в результате его омоложения, т.е. своевременного списания автомобилей, выработавших установленный ресурс. Разовые поставки новых автомобилей приводят лишь к временному улучшению показателей по парку в целом, с последующим, более резким ухудшением этих показателей до момента списания этой группы автомобилей.

6. Увеличение темпов обновления парка способствует улучшению показателей эффективности и повышает интенсивность внедрения автомобилей новых конструкций, т.е. мероприятий научно-технического прогресса, но является ресурсоемким мероприятием. В рыночных условиях одним из распространенных и эффективных методов сокращения больших разовых инвестиций при обновлении парков являются различные формы лизинга, т.е. длительной аренды оборудования.

#### 4.5. Задачи для самостоятельного решения

Выполнить расчет показателей возрастной структуры парка при дискретном списании при условии, что в 2006 г. ( $i=1$ ) автомобиль имел возраст  $j$ ,  $t_{\text{сп}} = 5$  лет в 2005 г. ( $i=1$ ) первая возрастная группа в парке насчитывала  $A_{11}$  автомобилей, вторая  $A_{12}$ , третья -  $A_{13}$ , четвертая -  $A_{14}$ , пятая -  $A_{15}$ , а в течение 2006 г. предполагается приобретение 8 новых автомобилей  $A_{(i+1)}^n = A_{21}^n = 8$ . Все остальные данные взять из примера решения практической задачи.

Таблица 16

Варианты задач

Вариант	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
$j$	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
$A_{11}$	10	10	10	10	20	20	20	20	30	40
$A_{12}$	20	10	10	10	30	20	20	10	20	30
$A_{13}$	30	20	10	10	40	30	20	30	10	20
$A_{14}$	40	30	20	10	50	40	30	40	20	10
$A_{15}$	50	40	30	20	60	50	40	50	30	10
Вариант	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
$j$	8	7	6	5	4	8	7	6	5	4
$A_{11}$	10	200	30	40	20	20	20	30	30	40
$A_{12}$	20	10	10	10	30	20	20	10	20	30
$A_{13}$	10	20	10	10	40	30	40	30	10	20
$A_{14}$	40	30	20	10	50	40	30	40	20	10
$A_{15}$	50	40	30	20	10	60	40	50	40	40

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кузнецов Е.С. Управление техническими системами. – М.: МАДИ (ТУ). – 2001. – 262с.
2. Кузнецов Е.С. Управление техническими системами. – М.: МАДИ (ТУ). – 1997. – 177с.
3. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 1991.
4. Аспекты лизинга. Бухгалтерский, валютный, инвестиционный. – М.: ИСТ-сервис, 1994.
5. Венцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988.
6. Дж. Грейсон, К. О'Дейл. Американский менеджмент на пороге XXI века. – М.: Экономика, 1991.
7. Котлер Ф. Основы маркетинга. – М.: Прогресс, 1991.
8. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. - М. Транспорт, 1990.
9. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей в США. – М.: Транспорт, 1992.
10. Прудовский Б.Д., Ухарский В.Б. Управление технической эксплуатацией автомобиля по техническим показателям. – М.: Транспорт, 1990.
11. Рекомендации по составлению бизнес-плана для автотранспортных предприятий, выполняющих международные автомобильные перевозки. АСМАП, - М.:1994.



