С.К. Филатов, А.А. Сенькевич



УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Курс лекций

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

С.К. Филатов, А.А. Сенькевич

УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Курс лекций

Зерноград – 2018

© Филатов С.К., Сенькевич А.А., 2018
© Азово-Черноморский
инженерный институт
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018

Об издании – 1, 2
Содержание

УДК 656.07:338.47(075)

Издается по решению методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде

Рецензенты:
канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономика и управление» ***Старченко И.В.,***
канд. техн. наук, доцент кафедры ЭА и ТТП ***Николаев Н.Н.***

Филатов, С.К. Управление социально-техническими системами: [Электронный ресурс]: курс лекций / С.К. Филатов, А.А. Сенькевич. – Электрон. дан. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО Донской ГАУ, 2018. – 111 с. – Режим доступа: Локальная сеть Библиотеки Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Курс лекций предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» при изучении ими дисциплины «Управление социально-техническими системами». Издание подготовлено на базе взаимосвязанных между собой лекций, уже прочитанных авторами по данной дисциплине.

В курсе лекций раскрыты последствия рыночного развития автотранспорта, изложены характеристики социально-технических систем, их элементов. Приведены понятия об управлении системами, методах принятия управленческих решений. Рассмотрены вопросы управления человеко-машинными системами, использования моделирования, деловых игр, игровых методов, обновления технических систем и их элементов.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры
«Эксплуатация автомобилей и технология транспортных процессов». Протокол № 9 от 14 мая 2018 г.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией
23.03.01 «Технология транспортных процессов».
Протокол № 7 от 16 мая 2018 г.

© Филатов С.К., Сенькевич А.А., 2018
© Азово-Черноморский
инженерный институт
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…… 4
Список сокращений…….. 6
Тема 1 Введение в дисциплину «Управление социально-техническими системами»…… 7
Тема 2 Общая характеристика систем. Социально-технические системы…… 13
Тема 3 Управление системами…… 23
Тема 4 Дерево целей и систем автомобильного транспорта..... 31
Тема 5 Методы принятия управленческих решений…….. 39
Тема 6 Интеграция мнения специалистов при принятии решений……... 50
Тема 7 Использование имитационного моделирования и деловых игр при принятии решений…….. 59
Тема 8 Инновационный подход при управлении и совершенствовании больших систем……. 64
Тема 9 Использование игровых методов при принятии решений……. 71
Тема 10 Управление человеко-машинными системами……... 76
Тема 11 Жизненный цикл и обновление технических систем……. 95
Вопросы к зачету по дисциплине «Управление социально-техническими системами»…….. 107
Литература……... 109

ВВЕДЕНИЕ

Если в прошлые годы главным содержанием профессиональной деятельности инженера были технические и технологические вопросы, то в наше время, в условиях рынка, риска и конкуренции, экономической самостоятельности важнейшим становится, наряду с техникой и технологией, умение специалиста управлять производством или, другими словами, большими системами, состоящими из многих элементов или подсистем.

Курс лекций предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» при изучении ими дисциплины «Управление социально-техническими системами». Курс лекций написан в соответствии с рабочей программой дисциплины «Управле- ние социально-техническими системами» и отвечает компетенциям ОПК-2, ОПК-3, ПК-29, ПК-36.

В курсе лекций даются рекомендации для освоения материала по управлению социально-техническими системами в современных условиях.

В результате изучения дисциплины студент:

должен знать:

- методы принятия инженерных и управленческих решений;
- технические и технологические проблемы в области технологии, организации, планирования и управления эксплуатацией транспортных систем;
- современные информационно-компьютерные технологии управления перевозками;
- методы интеграции мнений специалистов при оценке производственных ситуаций и выработке решений;

должен уметь:

- понимать научные основы технологических процессов в области эксплуатации транспортных систем;
- пользоваться имеющейся нормативно-технической и справочной документацией для решения технических и технологических проблем;
- изучать и анализировать информацию, технические данные, показатели и результаты работы транспортных систем;
- осуществлять управление сложными системами автотранспортного комплекса;

должен владеть:

- навыками организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем;
- навыками идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области эксплуатации транспортных систем;

- навыками управления перевозками в реальном режиме времени;
- навыками работы в малых инженерных группах.

Дисциплина «Управление социально-техническими системами» имеет связи с такими дисциплинами как «Теория транспортных процессов и систем», «Организационно-производственные структуры транспорта», «Общий курс транспорта» и другими.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АСУ – автоматизированные системы управления;
АТС – автотранспортные средства;
АТП – автотранспортное предприятие;
ВСП – возрастная структура парка;
ДС – дерево систем;
ДЦ – дерево целей;
ИО – исполнительный орган ;
ИС – информационная система;
ИТР – инженерно-технические работники;
ИТС – инженерно-техническая служба;
ЛПР – лицо принимающее решение;
НТП – научно-технический прогресс;
ОС – окружающая среда;
ОУ – орган управления ;
ПЖЦ – полный жизненный цикл;
ПР – программа управления ;
ПТБ – производственно-техническая база;
ПУ – подсистема управления;
ПЦМ – программно-целевой метод;
СМО – система массового обслуживания;
СС – социальная среда;
СТС – социально-техническая система;
СТО – станция технического обслуживания;
СЧМ – система «человек-машина»;
ТС – транспортные средства;
ТЭА – техническая эксплуатация автомобилей;
УО – управляемый объект;
ЦП – целевые показатели;
ЦН – целевые нормативы;
ЧМС – человеко-машинная система.

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ «УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»

План лекции:

1. Цели, задачи и порядок изучения дисциплины
2. Особенности состояния и развития автомобильного транспорта
3. Управленческие последствия рыночного развития автотранспорта

1 Цели, задачи и порядок изучения дисциплины

Появление больших технических систем привело к усилению воздействия техники на социальные отношения. Упорядочивание социальных отношений и их интенсификация с помощью техники достигают такого характера и масштабов, что возникают социально-технические системы, в частности системы связи, управления народным хозяйством, перевозками на различных видах транспорта, в области энергетики, обороны и пр. Выход из строя отдельных компонентов таких систем может привести к катастрофическим последствиям, к полной дезорганизации социально-технической системы и нарушению нормального функционирования общества.

Создание больших технических систем и их эксплуатация невозможны без учета воздействия технических систем друг на друга, а также без анализа социальных последствий применения новой техники как компонентов системы.

Под влиянием больших технических систем происходят важные изменения. Техническая практика поднимается на более высокий уровень социальной организации. Управление большими техническими системами становится особым видом технической практики, требующим оперативных теорий и таких понятий, как информация, алгоритм, обратная связь, сигнал, и т. д. Эксплуатация, изготовление и конструирование поднимаются на уровень сознательного и планомерного использования закономерностей объективного мира.

Ясно, что система может функционировать эффективно, если:

- её элементы эффективны;
- они взаимодействуют, управляются по определенным, известным и понятным правилам (т.е. их работа планируется, регулируется и оценивается).

В соответствии с гигиеническими критериями оценки условий труда (по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса), условия труда в зависимости от необходимости принятия решений классифицируется следующим образом:

а) **оптимальные (напряженность труда легкой степени)**: отсутствие

необходимости принятия решений;

б) **допустимые (напряженность труда средней степени)**: решение простых альтернативных задач по инструкции;

в) **напряженный труд 1-й степени**: решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам;

в) **напряженный труд 2-ой степени**: творческая деятельность, требующая решения сложных задач при отсутствии алгоритма.

Обследования, проведенные в высокоразвитых странах (США, Канаде, Японии и др.) показали, что ошибки при управлении и планировании работы этих систем наблюдаются у 58% фирм, причем только в 3,5% случаев эти ошибки не повлияли на последующую деятельность фирмы, а в 37% случаев это отрицательное влияние было сильным.

Из 50 отмеченных при обследовании ошибок управления выделяются пять наиболее серьезных. Они касаются, в основном, проблемы принятия управленческих решений:

1. Убежденность высшего руководства системы, что оно может передоверить все функции планирования и принятия решения нижестоящим уровням (планировщикам, экономистам, линейным руководителям и т.д.).

2. Концентрация внимания руководства на текущих вопросах, игнорирование перспективных проблем.

3. Неумение сформулировать такие задачи фирмы, которые можно было бы использовать в качестве базы для долгосрочного планирования.

4. Неумение создавать необходимые условия на фирме для планирования и управления.

5. Нежелание высшего руководства обсуждать с руководителями подразделений принятые ими решения или разрабатываемые планы.

Эти же исследования показали, что прямолинейный перенос и использование опыта других стран и фирм без учета состояния хозяйства, специфики рынка, структуры производства, менталитета и квалификации персонала и т.п. малопродуктивны.

Цель дисциплины «Управление социально-техническими системами» состоит в том, чтобы освоить суть и принципиальные приемы или методологию управления, которые применимы для любых систем, т.е. на любом производстве и в любом деле: от руководства крупным предприятием до малого бизнеса.

Рабочая программа дисциплины **«Управление социально-техническими системами»** содержит следующие темы:

- понятие о социально-технических системах;
- дерево целей и систем;

- методы управления социально-техническими системами;
- методы принятия решений;
- использование имитационного моделирования и деловых игр;
- жизненный цикл социально-технических систем и их элементов;
- управление социально-техническими системами автотранспортного комплекса;
- технико-экономическая оценка эффективности управления социально-техническими системами.

2 Особенности состояния и развития автомобильного транспорта

Для настоящего периода характерны следующие тенденции и особенности развития автомобильного транспорта.

1. **Сохранение за автомобильным транспортом ведущего положения в транспортном обслуживании экономики и населения**, объясняемое:
   - гибкостью и мобильностью автомобильного транспорта;
   - возможностью оперативного разворачивания перевозок;
   - значительно меньшими, чем на других видах транспорта, первоначальными затратами на приобретение автомобилей, делающие их доступными домашнему хозяйству, индивидуальному предпринимателю, малому бизнесу;
   - организацией доставки грузов и пассажиров без пересадки и перегрузки, т.е. «от двери до двери»;
   - работой по расписанию, т.е. «с колес» и «точно в срок»;

Вклад автомобильного транспорта в работу транспортной системы (всего 100%) составляет:

- перевозки грузов – 74-83%;
- перевозки пассажиров (без индивидуального легкового) – 51-56%;
- туристические поездки – 39-40%.

2. **Продолжающийся,** несмотря на сложную экономическую ситуацию, **рост автомобильного парка.**

3. **Увеличение удельного веса в парке легковых автомобилей** с приближением к соответствующим показателям развитых стран: США – 75%, Франция – 83 %; Англия – 87 %; Италия – 92 %; Германия – 93 %.

4. **Рост в парке численности автомобилей иностранного производства**. При этом в реальном транспортном потоке удельный вес автомобилей иностранного производства, как правило, ещё выше.

5. **Значительный возраст и старение парка**, отрицательно сказы-

вающийся на эксплуатационной надежности и затратах на поддержание работоспособности.

6. **Совершенствование и усложнение конструкции автомобилей** (электронизация; бортовая диагностика; автоматические КПП; АБС; регулируемые подвески и др.).

Это повышает их эксплуатационные свойства, но, одновременно, и требования к качеству обслуживания, персоналу, эксплуатационным материалам, производственной базе.

7. **Изменение формы собственности и ликвидация вертикали государственного управления** автомобильным транспортом.

8. **Резкое увеличение численности автотранспортных предприятий и предпринимателей.**

Это затрудняет получение достоверной информации о работе предприятий и автомобилей, контроль их технического состояния, организацию качественного и своевременного выполнения профилактических и ремонтных работ.

9. **Сокращение размеров автомобильных предприятий**, в результате чего большая часть автомобильного парка оказалась в малых предприятиях, на которых практически невозможно обеспечить удовлетворительный уровень ТО, ремонта, а часто и хранения.

10. **Рост разномарочности и разнотипности парков**, в том числе и на конкретных автотранспортных предприятиях, что существенно осложняет проведение ТО и ремонта, организацию материально-технического обеспечения, комплектацию квалифицированным персоналом.

11. **Существенная ресурсоемкость автомобильного транспорта** и его негативное влияние на население, и окружающую среду.

Вклад автомобильного транспорта от соответствующих показателей транспортной системы (100%) составляет: расход топлива – 60 %; из всех источников загрязнений окружающей среды на автомобильный транспорт приходится 40-50 %;

12. **Продолжающееся отставание технического уровня отечественных автомобилей от производимых в развитых странах**:

- топливная экономичность – 10-15 %;
- экологическая безопасность – до 2-4 раза;
- безотказность – до 10 раз;
- гарантийный ресурс – в 2-3 раза.

13. **Существенное количественное и качественное отставание производственной инфраструктуры** (для эксплуатации, хранения, заправки, технического обслуживания и ремонта автомобилей; сбора, утилизации, пе-

реработки и вторичного использования отходов и т.п.).

14**. Повышение государственных требований к техническому состоянию, дорожной и экологической безопасности автомобилей**, которые приближаются к международным.

15. **Продолжающийся дефицит инвестиций**, затрудняющий:

- обновление автомобильных парков;
- применение новых технологий
- развитие адекватной производственной инфраструктуры.

3 Управленческие последствия рыночного развития автотранспорта

Таким образом, происходящие изменения и вызванные ими последствия можно свести к следующему:

1. Увеличение хозяйственной и экономической самостоятельности предприятий в условиях фактической ликвидации вертикальных связей.
2. Востребованность горизонтальных корпоративных и других связей, профессиональных объединений обслуживающих предприятия и владельцев вспомогательных структур, развитие которых в рыночных условиях должно заменить (компенсировать) государственную иерархию управления.
3. Разукрупнение и диверсификация транспортных предприятий и рост конкуренции.
4. Сокращение доходов и рост расходов, необходимость жесткого и оперативного контроля за величиной и источниками всех доходов и расходов.
5. Нехватка инвестиций и старение основных фондов. Использование новых гибких форм инвестирования нововведений (применение лизинга и торговли подержанными автомобилями).
6. Повышение государственных требований к экологической и дорожной безопасности автомобилей.
7. Расширение круга решаемых специалистом и руководителем задач. Повышение требований к квалификации специалистов и персонала.
8. Важность правильно выбранных управленческих решений и не только моральная, но и материальная ответственность специалистов за их последствия в условиях риска и конкуренции.
9. Понимание специалистом и руководителем его места в секторе соответствующего рынка и перспективах развития данного предприятия и всей большой системы, в которой оно функционирует.
10. Необходимость применения новых информационных технологий,

как основы повышения качества работы и конкурентоспособности системы.

11. Необходимость понимания, что принятие решения и его реализация – это серьезная интеллектуальная нагрузка.

Контрольные вопросы

1. Обозначьте цели, задачи и структуру дисциплины.
2. Перечислите тенденции и особенности развития автомобильного транспорта характерные для настоящего периода времени.
3. Назовите управленческие последствия рыночного развития автотранспорта.

ТЕМА 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ. СОЦИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

План лекции:

1. Понятие о системах
2. Основные черты и свойства систем
3. Классификация систем
4. Элементы системы
5. Структуры систем
6. Социально-технические системы. Отличия социально-технических систем от технических систем

1 Понятие о системах

В настоящее время понятие «система» используется во всех областях знания для описания комплексно представленных проблем. Например: система планет, философская система, система управления производством, система дистанционной связи, электронная система, метрическая система, транспортная система и т.д.

В современном понимании **система** [греч. **σύστημα** – целое, составленное из частей] – это совокупность элементов или подсистем, находящихся во взаимодействии и образующих определенную целостность для достижения определенной цели.

Таблица 2.1 - Примеры систем и подсистем

Системы	Подсистемы (элементы)
1. Транспортный комплекс	Автомобильный транспорт Дорожное хозяйство Железнодорожный транспорт Речной транспорт и др.
2. Автомобильный транспорт	Коммерческая эксплуатация Техническая эксплуатация Сервис Подсистема управления.
3. Автомобиль	Агрегаты Механизмы Системы Детали

Продолжение таблицы 2.1

Системы	Подсистемы (элементы)
4. Автотранспортное предприятие (АТП)	Цехи Участки Колонны Службы

2 Основные черты и свойства систем

Анализ всего многообразия систем позволяет выделить основные черты (принципы построения), присущие большинству из них:

Целостность – ключевое понятие и определяющее свойство систем. Система существует как целое, которое затем можно разбивать на части (элементы, компоненты). Эти компоненты существуют лишь в силу существования целого. Не элементы составляют целое, а наоборот ЦЕЛОЕ порождает при своем делении элементы системы.

Структурность – возможность описания системы через установление ее структуры.

Структура (С) – это совокупность элементов (**n**) и связей между ними (**r**), определяющих внутреннее строение и организацию объекта как целостной системы. Математически вышесказанное записывается следующим образом:

$N = \{n_1,.n_2,...n_n\}$ – множество элементов;

$R = \{r_1,r_2,\ldots r_n\}$ – множество связей;

$C = \{N, R\}$ – структура, представляющая собой множество, состоящее из N и R.

Взаимосвязь элементов – из принципа структурности следует, что элементы, взаимосвязаны между собой и взаимозависимы друг от друга.

В технической и производственной системах связи между элементами, как правило, однозначны и формируются при проектировании и создании системы. Например, конструкция агрегата, планировка АТП.

В социальных или экономических системах связи формируются разными путями:

- на основе действующих законов и нормативов, плана;
- стихийно под воздействием рыночного механизма;
- сочетанием директивных и рыночных воздействий.

Кроме того, в системах связи периодически меняются.

Иерархичность. Система, выделенная по какому-либо признаку, может быть элементом системы более высокого уровня.

Множественность описания. Одна и та же система может быть рассмотрена с различных позиций, различных способов и методов ее описания. Например, при изучении или конструировании всевозможных механизмов и машин, которые относятся к категории технических систем, самым нижним уровнем рассмотрения являются детали машин, каждая из которых, в свою очередь, может рассматриваться как совокупность геометрических тел более простой формы. В отличие от этого, например, материаловед, который создает материалы, из которых в дальнейшем будут изготавливаться вышеназванные детали, свои исследования проводит на уровне молекул как элементов системы (материала).

Целенаправленность в функционировании. Всякая система имеет определенное назначение, которое может быть описано системой целей.

3 Классификация систем

1) Все существующие в природе системы **по происхождению** делят на два основных вида: естественные и искусственные.

К **естественным** системам относятся системы, созданные природой: неорганические и биологические.

Искусственные системы – продукт человеческой деятельности.

Из множества искусственных систем выделим два класса систем: технические и общественные (социальные).

К **техническим** системам будем относить машины, механизмы, приборы, устройства, орудия той или иной отрасли производства.

Под **общественными** системами будем понимать социальные, экономические, организационные, административные и т.п. системы.

Совокупность технических систем и общественных систем будем относить к разряду **социально-технических** систем (гибридные, человеко-машинные системы и т.п.).

2) По характеру перехода из одного состояния в другое системы делят на статические и динамические.

Статические – системы, которые в течение интересующего нас времени практически не меняются.

Динамические – системы, которые переходят в новое состояние в результате растянутого во времени процесса (строго говоря – все реальные системы динамические).

3) По степени сложности системы делят на простые, сложные и

большие.

Простая система содержит небольшое количество элементов и связей между ними. Такая система легко поддается исследованию, так как множество ее возможных состояний невелико.

Сложная система характеризуется множеством различных структур и множеством различных связей этих структур (они обычно носят вероятностный характер). В силу этого число ее возможных состояний велико, а исследования таких систем, их описание вызывает определенные трудности.

Наконец, последнее понятие – это **большие** системы. Оно достаточно условно и характеризуется одним из следующих признаков (или их комбинацией):

1. Иерархичность системы, т.е. наличие нескольких уровней в ее структуре.

Например: транспортная система – автомобильный транспорт – автотранспортное предприятие; АТП – цех – участок – бригада – исполнитель; автомобиль: агрегат – узел – деталь.

2. Наличие в системе элементов разного происхождения: технических, экономических, социальных.

Например: АТП: автомобили, станки, здания, сооружения (технические элементы);

водители, ремонтники, ИТР (социальные элементы),

взаимоотношения с клиентурой, банками, производителями техники (организационные и экономические элементы) и др.

3. Значительное количество подсистем (обычно не менее 7...10).

4) По взаимодействию с внешней средой системы делят на:

Закрытые (замкнутые) – системы, имеющие только внутренние связи. Они испытывают влияние внешней среды, но обратного влияния на нее не оказывают.

Открытые (разомкнутые) системы имеют внешние связи. Они обмениваются с внешней средой веществом, энергией и информацией.

Изолированные системы не испытывают влияние внешней среды и не оказывают на нее обратного влияния.

5) По реакции на воздействие внешней среды системы бывают адаптивные и неадаптивные.

К **адаптивным** системам относятся системы, умеющие приспосабливаться к реальным условиям (условиям внешней среды).

Если система не может приспособиться к изменяющимся условиям, то они относятся к разряду **неадаптивных**.

6) По **характеру функционирования** системы делят на:

- детерминированные;
- стохастические.

Детерминированные (от латинского слова determino – определяю) – системы с полной предсказуемостью результатов того или иного действия. Например: поворот рукоятки, нажатие кнопки.

Вероятностные (стохастические) – системы, для которых принципиально невозможно получить в каждый данный момент времени абсолютно точные сведения обо всех процессах, которые в этот момент происходят, а тем более во всех деталях предвидеть будущее.

4 Элементы системы

Элемент системы – это объект, выполняющий определенные функции и не подлежащий дальнейшему расчленению в рамках поставленной перед данной системой задачи.

Например, элементом транспортного предприятия (системы) как перевозчика является автомобиль (подсистема, элемент), который может осуществлять перевозку грузов или пассажиров, что является основной задачей АТП.

Дальнейшее расчленение автомобиля на агрегаты для перевозочного процесса бессмысленно, но важно для обеспечения работоспособности автомобиля, т.е. организации технического обслуживания и ремонта.

Для системы технической эксплуатации важно расчленение автомобиля не только на агрегаты, но и на детали, которые и будут являться первичными элементами при техническом обслуживании и ремонте.

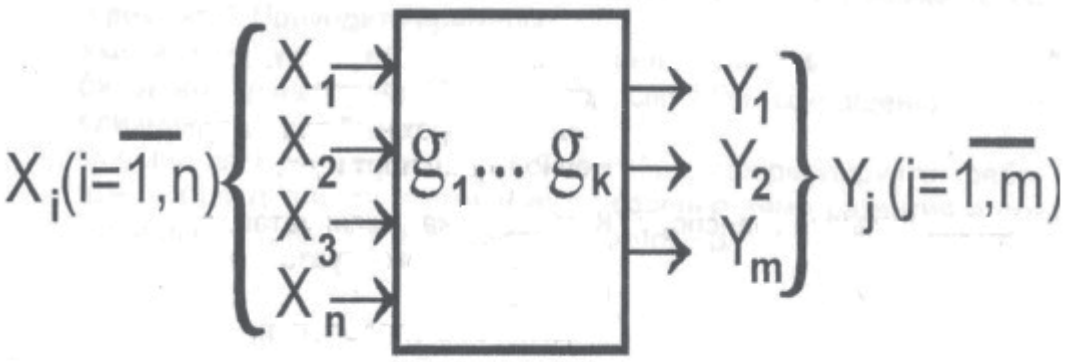


Рисунок 2.2 – Схема первичного элемента системы

Каждый элемент характеризуется:

- входом X_i, т.е. воздействием на него окружающей среды или других

элементов системы,

- выходом Y_j, т.е. преобразованным воздействием данного элемента на окружающую среду или другие элементы системы,

- показателями возможного состояния элемента g_k (рисунок 2.2).

Обычно X_i, Y_j и $g_к$ – это интенсивности соответствующих показателей.

Вход:	Состояние:	Выход:
информация, материалы, требования, режим работы и т.д.	производственный процесс. Преобразование режимов работы агрегатов и т.д.	продукция, услуги, отходы, изменение режима работы и др.

Отнесение к системе тех или иных элементов, является достаточно сложной задачей, особенно для производственных, экономических и социальных систем.

Элементы (или подсистемы) относятся к данной системе, если они удовлетворяют следующим основным требованиям:

а) они взаимно дополняют друг друга, т.е. без любого элемента система не может эффективно решать стоящих перед ней задач;

б) имеют стабильные организационные, ресурсные и иерархические связи в системе;

в) имеют общую цель, т.е. каждый элемент должен работать и давать свой измеряемый вклад в достижение цели системы.

5 Структуры систем

Функционирование любой системы складывается из структуры, ориентации ее в пространстве и времени, а также распределения функций между ее элементами.

Обычно структуры систем изображают направленным или ненаправленным графами.

Граф – это схема, состоящая из заданных точек – вершин, соединенных определенной системой линии, которые также называются ребрами или дугами графа (рисунок 2.3).

Графы могут быть ориентированными, тогда они снабжаются стрелками и неориентированными (без стрелок).

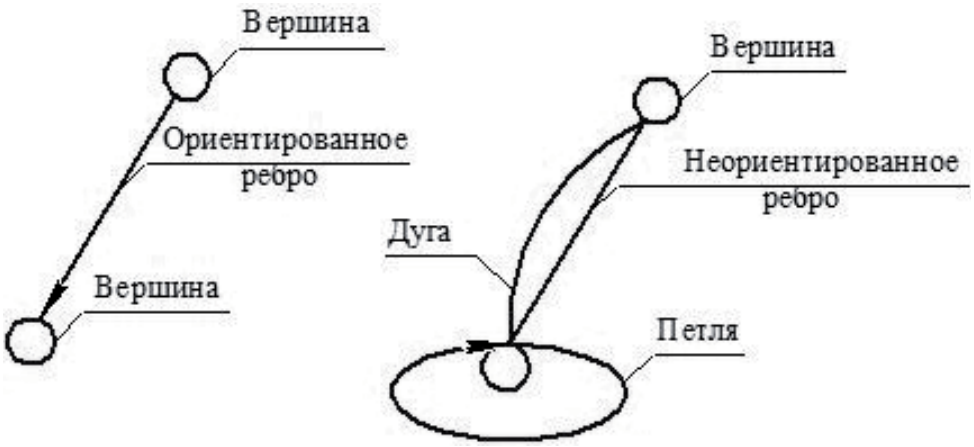
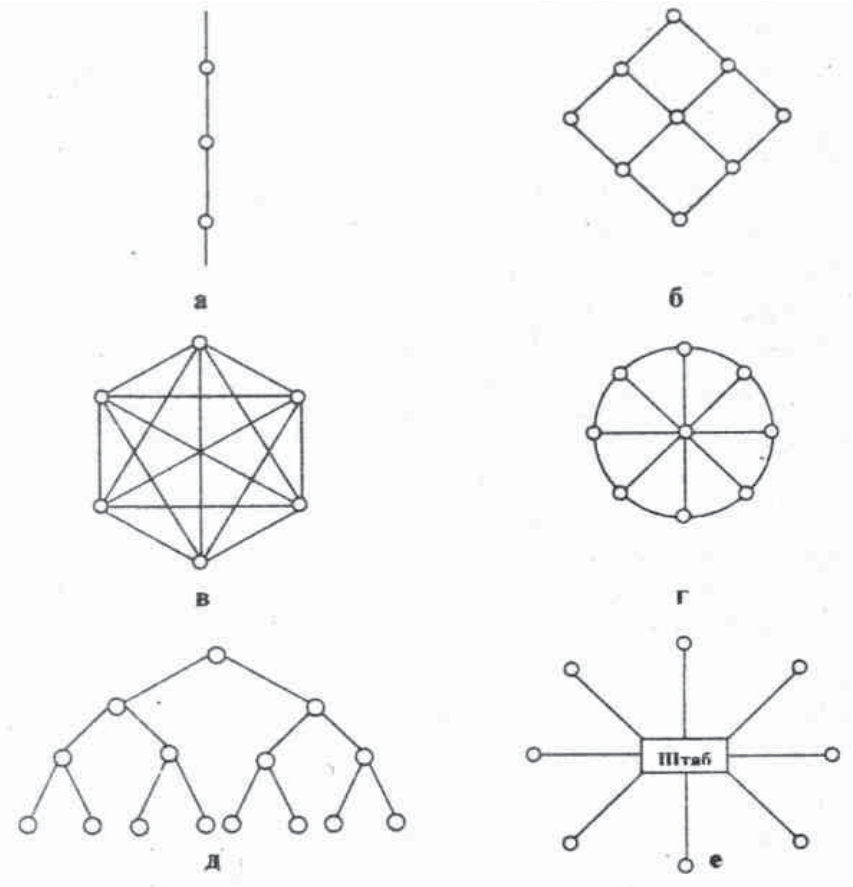


Рисунок 2.3 – Основные виды графов и их элементы

Пример: в вершинах графа систем управления располагают отдельные подразделения (системы управления), составляющие элементы, подсистемы. Ребра графа оценивают отношения между вершинами по управлению, передаваемой информации и др.

Рассмотрим ряд типовых структур систем, изображенных на рисунке 2.3.



а – линейная; б – сотовая; в, г – многосвязные; д – иерархическая; е – звездная

Рисунок 2.3 – Основные виды структур.

Линейная структура характеризуется тем обстоятельством, что каждая вершина связана с двумя соседними. В данной структуре отсутствует взаимоотношение командования и подчиненности. Линейная структура отличается ненадежностью, при разрыве какой-то связи линейная структура рушится.

Сотовая структура. Имеет разветвленные и сложные связи. Имеется резервирование путей прохождения информации. Это с одной стороны способствует высокой живучести структуры, с другой стороны приводит к повышению ее стоимости.

Многосвязная структура. Отличается тем, что все элементы связаны между собой. Связи равноценны, допускаются связи по кратчайшему пути. В соответствии с этим возрастает скорость передачи информации и повышается надежность. (В частном случае эта структура преобразуется в колесо).

Иерархическая структура. Этот тип структуры получил наибольшее распространение в системах управления. Здесь уровни разной степени иерархии. Верхний уровень управляет нижними. Промежуточные уровни обладают и командными (по отношению к более низким), и подчиненными (по отношению к верхним) функциями. Чем выше уровень иерархии, тем меньшим числом связей он располагает. Такая структура на каждом уровне характеризуется коэффициентом иерархии.

Звездная структура. Имеет центральный узел, который является командным (штабом). Все связи заканчиваются на нем и носят управляющий характер. Периферийные вершины звездной структуры являются подчиненными.

Если использовать сочетания различных структур либо замену одной из вершин выбранной структуры целой структурой другого типа, то получится **смешанная структура**.

6 Социально-технические системы. Отличия социально-технических от технических систем

Социально-техническими системами будем называть сложные производственные, технические, управленческие и общественные системы, которые включают [2]:

1. Технические средства (технологическое оборудование, подвижной состав, аппаратуру, компьютеры, средства коммуникации);
2. Программные средства (операционные системы, приложения, программные средства информационных систем, программно реализованные наборы правил и организационных процедур);
3. Физическое окружение (здания, сооружения), среда или дизайн ко-

торых может влиять на используемые в системе технологические приемы;

4. Людей (отдельные работники, группы, роли и соглашения, причем возможна смена роли работника или разные роли в разных условиях);

5. Правила, часть из которых может быть не записана, но понимается всеми участниками системы (официальные и неофициальные процедуры, модели управления, порядок отчетности, требования к документам, нормы, описывающие деятельность системы и организацию работ);

6. Законы и положения, внешние по отношению к системе (государственные, общечеловеческие, разумные ожидания внешних по отношению к системе людей и т. п.);

7. Данные и структуры данных (правила сбора, правила хранения, правила доступности, форматы и преобразования форматов, правила преобразования данных).

Отличия социально-технических систем от технических систем [2]

1.Наличие миссии.

2.Непременная эволюция свойств систем во времени, причем изменяются:

- элементы;
- связи;
- роли;
- процедурные средства (правила);
- внешнее окружение.

3.Наличие ненаблюдаемой эволюции свойств, которые ведут к скачкообразным изменениям наблюдаемых параметров.

4.Наличие активных элементов (в т. ч. экспертов), которые руководствуются трудно формализуемой логикой и влияют:

- на принятие решений о формировании управления;
- осуществление исполнительских воздействий

5.Экспертная компонента, которая мала в смысле объема выполняемых работ, но радикально повышает эффективность управления социально-техническими системами в целом.

6.Многовариантность, огромное количество наблюдаемых и особенно настроечных параметров.

7.Дискретный или разрывный характер части свойств, что определяет возможность только позиционного (многопозиционного) регулирования.

8.Наличие высокоинерционных элементов, значения параметров которых продолжают меняться после снятия управляющего воздействия.

9.Наличие элементов с самовыравниванием (насыщением), являющим-

ся неотъемлемым свойством человеческих возможностей и психики.

10.Малая устойчивость, т. е. возможность возникновения существенных реакций на малые возмущения.

Контрольные вопросы

1. Дайте общую характеристику систем. Приведите определение понятия «система», укажите основные черты и свойства систем.
2. Приведите примеры систем и подсистем.
3. Назовите признаки, характеризующие большие системы.
4. Каким основным требованиям должны удовлетворять элементы, относящиеся к одной системе?
5. Дайте определение понятия социально-технической системы. Чем отличаются социально-технические системы от технических?

ТЕМА 3. УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ

План лекции:

1. Понятие об управлении
2. Основные этапы управления
3. Управляющие и управляемые элементы системы
4. Жёсткое управление
5. Управление с обратной информационной связью
6. Реактивное и программно-целевое управление

1 Понятие об управлении

Имеется несколько определений понятия «управление». Инженерное, прикладное определение этого понятия следующее.

Управление – это процесс преобразования информации о состоянии системы в определенные целенаправленные действия, переводящие управляемую систему из исходного в заданное состояние.

Например: Исходное состояние автотранспортного предприятия – наличие в результате падения спроса на перевозки избыточных производственных помещений, которые можно использовать для технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей.

Заданное состояние системы (цель) – организация на базе АТП постов, участков, мастерских автосервиса индивидуальных автомобилей, позволяющих более эффективно использовать производственные помещения, увеличить доходы, сократить расходы.

Действия – анализ потребностей в услугах, привлечение инвестиций, реконструкция АТП, реклама и т.д.

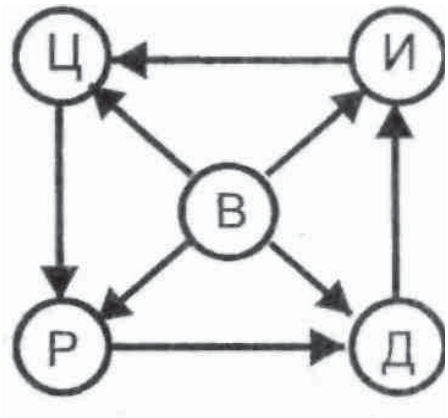


Рисунок 3.1 – Ключевые составляющие понятия «управление»

Выделим в нем ключевые составляющие (рисунок 3.1):

- информация о состоянии системы – И;
- цели или цель системы – Ц;
- действия, предпринимаемые в системе для изменения ее состояния и достижения цели – Д;
- ресурсы, требуемые для управления – Р;
- время, которым располагает система для достижения целей – В.

Учет фактора времени необходим, во-

первых, для планирования соответствующих действий, которые должны иметь календарное начало, промежуточные этапы и финиш; во-вторых, для нормирования трудозатрат; в-третьих, для координации действий с другими элементами системы или взаимодействия с внешними системами (клиентурой, поставщиками) и т.д.

Этот набор должен располагаться и использоваться в определенной последовательности, образующей типовые этапы или технологию управления, применяемые для различных отраслей, предприятий и задач (рисунок 3.2).

2 Основные этапы управления

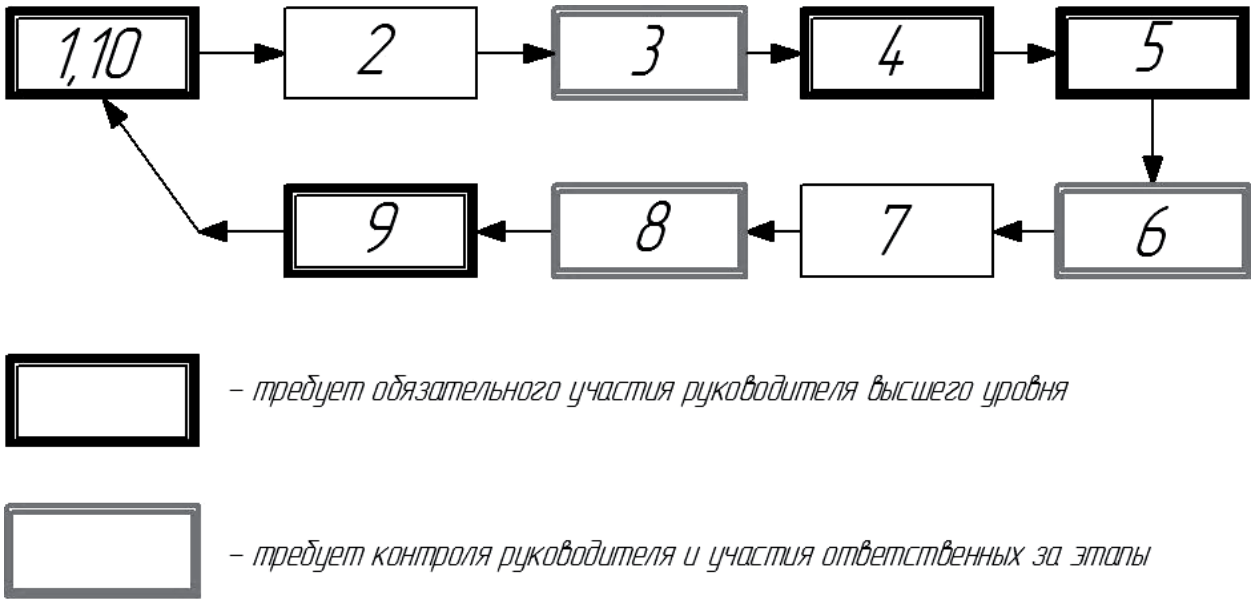


Рисунок 3.2 – Основные этапы управления.

1. Определение цели, стоящей перед управляемой системой или подсистемой (отраслью, АТП, цехом, участком, бригадой).

От правильного определения цели и частных задач во многом зависят и выбираемые средства. Причем цель подсистемы должна увязываться с целью системы более высокого ранга.

Постановка цели и ее реализация должны рассматриваться в рамках программно-целевого подхода.

2. Получение информации о состоянии системы и о внешних факторах, действующих на систему.

3. Обработка информации, оценка ее точности, представительности, достоверности.

4. Анализ информации, сбор при необходимости дополнительной информации, ее экспертиза.

5. Принятие управляющих решений, определяющих действия, в соответствии с целями системы, полученной и обработанной информации.

6. Придание решению четкой, желательно нормативной формы, обеспечивающей индивидуальную ответственность исполнителей, поэтапный количественный и качественный контроль.

7. Доведение решения до исполнителей

На этом этапе важной является форма передачи решения, обеспечивающая понимание сути принимаемого решения и исключающая двоякое его толкование (смысла, ответственности, сроков выполнения и др.).

Наиболее целесообразной формой решения является закон, правило, норматив, обеспечивающие эффективное управление.

Например, периодичность или трудоемкость выполнения операций ТО, расход запасных частей, стандарты, положения, руководства, технологии, приказы и другие документы.

8. Реализация управляющего действия

Например, строительство или реконструкция производственной базы; освоение новых видов услуг; введение новой системы морального и материального поощрения ремонтных рабочих; направление автомобиля в ремонт или списание и т.д.

9. Получение отклика (реакции) системы на управляющие действия в виде новой порции информации об изменении состояния системы

При полном достижении системой установленных целей в заданное время управление является оптимальным.

Если состояние системы ухудшилось, то управление нерационально.

Если состояние системы улучшилось, но цели полностью не достигнуты, то управление является рациональным и наступает 10-й этап (рисунок 3.1), в процессе которого анализируются причины, по которым цели не были достигнуты, при необходимости цели корректируются.

Управление реальными системами носит многошаговый, итеративный характер, при котором к поставленной цели приходят не за один, а за несколько шагов, последовательно корректируя действия с учетом достигнутых результатов.

Если итеративный подход реализуется, то говорят, что система является обучаемой.

Одна из типичных ошибок управления на разных уровнях – это попытка достичь цели за один ход, что для больших систем является просто нереальным по следующим причинам:

1) мы не располагаем, как правило, всей информацией о состоянии системы и действующих на нее факторов;

2) реализация решения происходит во времени, иногда значительном, при этом ряд факторов, действующих в системе и на систему, изменяется;

3) большие системы инерционны и для изменения их состояния требуется значительное время и ресурсы;

4) главный действующий фактор управления – человек – консервативен, и требуется адаптация к новым целям и методам их достижения.

3 Управляющие и управляемые элементы системы

В любой системе имеются управляющие и управляемые элементы, которые группируются в:

- подсистему управления – ПУ;
- управляемый объект – УО.

Простейшая схема их взаимодействия приведена на рисунке 3.3.

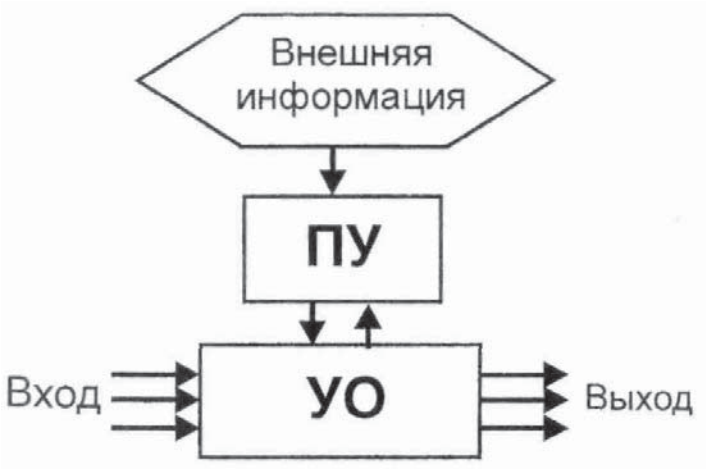


Рисунок 3.3 – Схема взаимодействия подсистемы управления и управляемого объекта системы.

В свою очередь, подсистема управления в общем случае может включать:

- ПР – программу управления – алгоритм (алгоритмы) управления системой.
- ОУ – орган управления – принимает решение по управлению и с учётом программы управления вырабатывает управляющий сигнал (решение) – $X_т°$.
- ИО – исполнительный орган – воспринимает управляющий сигнал от органа управления ОУ и преобразует его в управляющее воздействие $X_т$.

• ИС – информационную систему, которая собирает данные о состоянии системы на выходе Y(t), анализирует их и передаёт эту информацию в орган управления.

Методы управления системой можно классифицировать:

1) По **взаимодействию процессов** выработки и реализации программы управления (ПР) различают:

- жесткое управление;
- управление с обратной информационной связью.

2) По **реакции системы**, т.е. ее органов управления (ОУ) на изменение внешних воздействий:

- реактивный метод управления;
- программно-целевой метод управления.

4 Жёсткое управление

При жестком управлении программа управления системой строится из следующих предположений и условий:

- практически полная определенность будущих воздействий среды и состояния системы;
- несущественность влияния непредвиденных возмущений или защита объекта управления от них.

Схема жесткой системы управления приведена на рисунке 3.4.

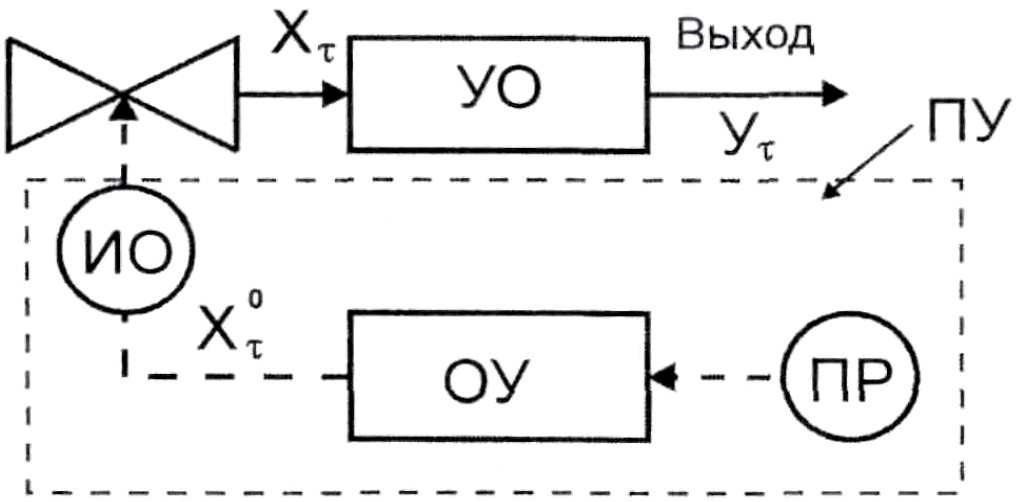


Рисунок 3.4 – Схема жесткой системы управления

Последовательность процесса управления при жёсткой системе:

1) Орган управления (ОУ) на основании имеющейся программы

(ПР) принимает решение, которое в виде сигнала $X_t°$ передаётся в исполнительный орган (ИО).

2) Исполнительный орган преобразует этот сигнал в управляющее воздействие X_t; ►◄- символ преобразования сигнала.

3) Управляющее воздействие X_t по сути дела, является входом для управляемого объекта УО.

4) Вход X_t обеспечивает получение на выходе заданного программой показателя функционирования системы $У_t$.

Таким образом, вход для жёсткой системы управления определяется сигналом, исходящим от программы управления самой системы

Недостатки жёсткой системы – её выходные параметры слабо зависят от изменяющихся внешних условий.

Преимущества: простота и надёжность функционирования.

Пример:

- работа автоматического светофора в режиме, не учитывающем фактическое состояние транспортного потока на перекрестке.

- содержание штата исполнителей и состава предлагаемых клиентам работ (услуг) на СТО без учета сезона и спроса.

5 Управление с обратной информационной связью

При управлении с обратной информационной связью программа корректируется в зависимости от информации о фактическом состоянии управляемого объекта или обратной связи ИС (рисунок 3.5).

Последовательность процесса управления с обратной формационной связью (управление по отклонениям)

1) Фактическое состояние управляемого объекта характеризуется отклонением полученного выхода Y(t) от заданного для системы норматива Y°(t): $\Delta Y=Y(t)-Y°(t)$.

2) Это отклонение ΔY фиксируется информационной системой ИС и передаётся органу управления ОУ, который корректирует программу управления или выбирает из банка программ необходимую.

3) Орган управления передаёт управляющий сигнал $X°_t$ откорректированной программы на исполнительный орган ИО.

4) Исполнительный орган (ИО) по сигналу (решению) органа управления вырабатывает управляющее воздействие ±АХ, которое поступает на вход системы, изменяя его: Х ±ΔХ. Это воздействие ИО на УО обозначается символом ⊕, таким образом, на вход системы поступают:

- данные о внешнем воздействии X(t);

- корректирующее воздействие ±ΔX, зависящее от отклонения показателя выхода системы от норматива ΔY=Y(t)-Y°.

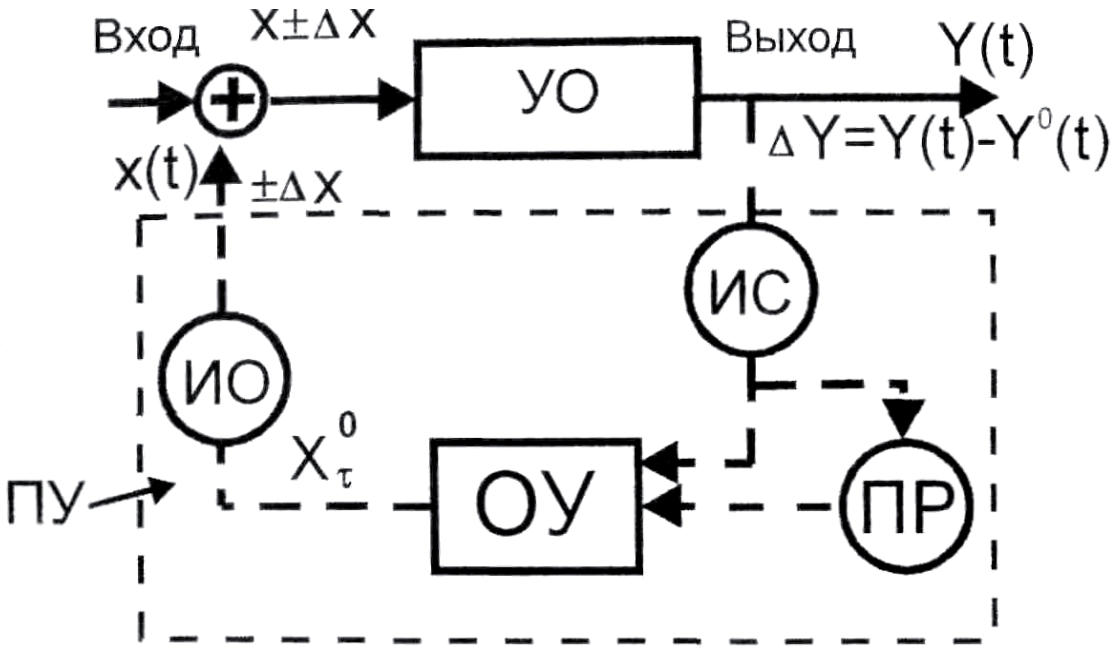


Рисунок 3.5 – Схема управления с обратной связью.

Преимущества системы с обратной связью:

- гибкость – учёт изменения внешних условий;
- стабильность работы системы на выходе при изменяющемся входе.

Недостатки:

- усложнение структуры, появление дополнительных звеньев;
- более сложная программа.

Примеры системы управления с обратной информационной связью:

- автоматическая антиблокировочная система регулирования торможения ABS (фиксируемое отклонение выхода - начало проскальзывания колеса при торможении);
- действия водителя по поддержанию определенных параметров движения автомобиля на маршруте с учётом дорожной обстановки;
- современные компьютерные системы управления рабочими процессами двигателя с учётом нагрузки, скорости и состава отработавших газов;
- регулирование объёмов производства и цены на основе баланса спроса и предложения.

Схемы управления с обратной информационной связью являются более гибкими, адаптивными. Именно по такой схеме целесообразно строить управление предприятий и организаций автомобильного транспорта.

6 Реактивное и программно-целевое управление

При **реактивном методе** планирование осуществляется перед самым началом или в процессе действия, решения принимаются без анализа возможных альтернатив и часто меняются, являясь реакцией на текущие события.

Типичным для этого метода является высказывание Наполеона Бонапарта, которое он, однако, адресовал своим противникам: «Давайте ввяжемся в бой, а там посмотрим». Реактивный метод характерен для систем, руководители которых игнорируют информацию обратной связи, состояние самой системы, а также изменения внешних факторов.

Сущность **программно-целевого метода (ПЦМ)** заключается в четком определении цели системы и интеграции всех видов деятельности подсистем в виде программы для достижения поставленной цели.

Программой является только то, что увязывает цели с ресурсами, т.е. определяет необходимое количество и виды ресурсов для их преобразования в конечный (целевой) результат (продукт) в течение назначенного промежутка времени.

Применяемые на практике методы управления, как правило, занимают промежуточное место, тяготея к реактивному или программно-целевому методу.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные этапы процесса управления.
2. Как можно классифицировать методы управления системой?
3. Объясните последовательность процесса управления при жёсткой системе.
4. Какими преимуществами и недостатками обладают системы с обратной связью?
5. В чем заключается сущность программно-целевого метода управления системами?

ТЕМА 4. ДЕРЕВО ЦЕЛЕЙ И СИСТЕМ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

План лекции:

1. Цели системы
2. Понятие о дереве целей
3. Дерево систем и его роль при управлении производством
4. Классификация подсистем и факторов дерева систем

1 Цели системы

Целью системы является ее возможное будущее состояние, достижимое с помощью определенных действий, являющихся следствием принимаемых решений.

Под **решением** понимается выбор из многих альтернатив одной или нескольких альтернатив развития, изменяющих состояние системы.

На основании решения осуществляется управление любой системой.

В качестве критерия при принятии решений используется понятие целевой функции.

Целевая функция (U) устанавливает количественные связи между уровнем достижения поставленных целей и факторами, которые влияют на состояние системы

$$U = f\,(C_1, C_2, C_3,...C_n),$$

где C_i – факторы, влияющие на U.

Конкретное значение U может быть показателем эффективности данной системы.

Экстремальное значение целевой функции соответствует оптимальному управлению.

Цели системы характеризуются понятиями целевые показатели (ЦП) и целевые нормативы (ЦН).

Целевые нормативы количественно или качественно характеризует состояние системы при полном достижении поставленной цели или удовлетворении определенной потребности.

Целевые показатели характеризует текущее или возможное состояние системы на момент t: ЦП(t).

Используя понятие целевой функции, имеем: ЦП = U; ЦН = U_o.

Отношение ЦП(t) к ЦН определяет степень достижения поставленной

цели в момент времени t или степень реализации цели (рисунок 4.1)

$$C(t) = \frac{ЦП(t)}{ЦН}$$

При $C(t_р) = \frac{ЦП}{ЦН} = 1$ цели реализуются полностью, а $t_р$ – это момент достижения или реализации поставленной цели (целей).

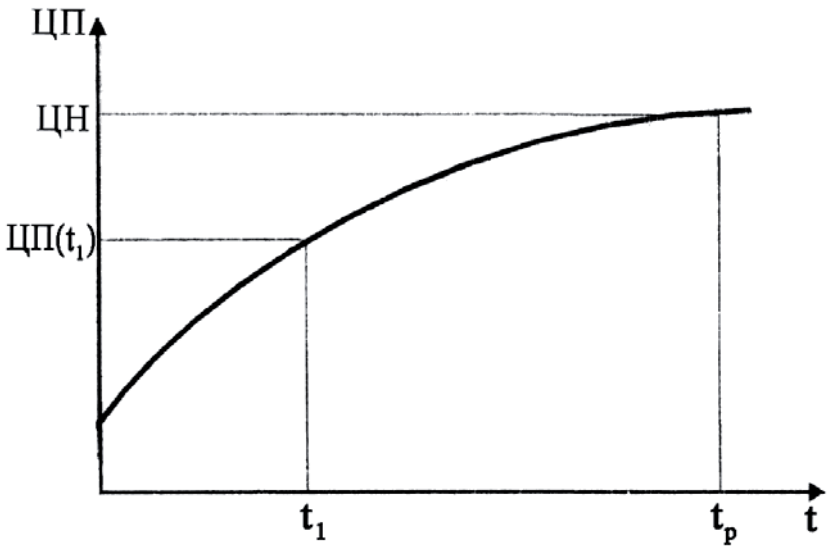


Рисунок 4.1 – Соотношение целевых показателей и нормативов

При этом, естественно, должны учитываться вопросы точности и интервальности оценок ЦН, ЦП и $t_р$, (рисунок 4.2).

2 Понятие о дереве целей

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

1. Как от общих или обобщенных целей вышестоящей системы перейти к конкретным количественно описанным целям подсистем?

2. Как сопоставить 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 соразмерить с ресурсами, а последние перераспределить между несколькими целями?

4. Как цели подсистем заставить работать на цели системы?

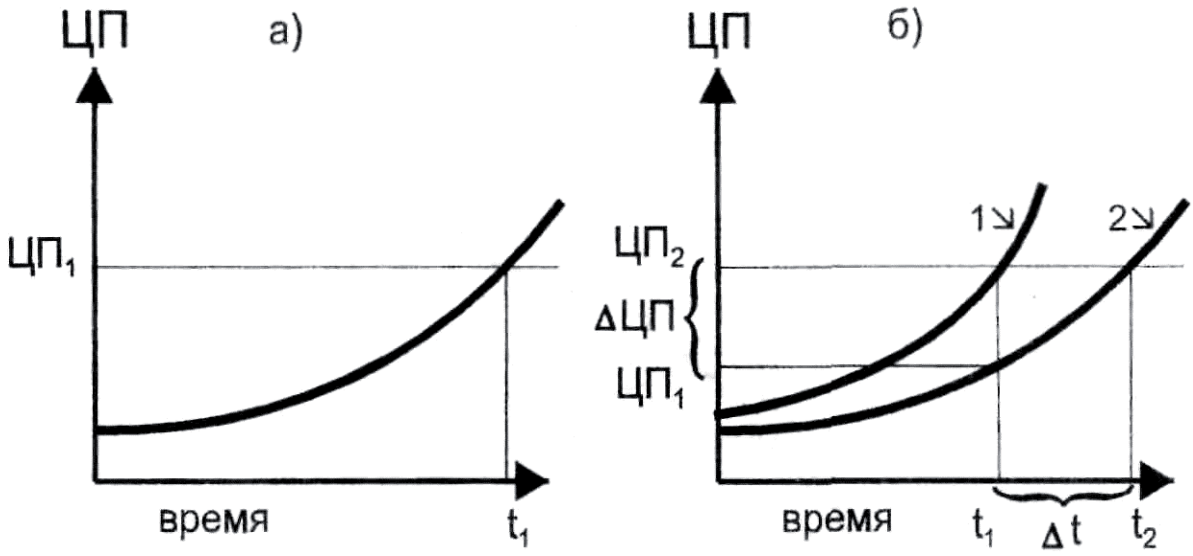


Рисунок 4.2 – Схема оценки времени реализации программ
и целевых нормативов:
ЦП – количественная характеристика цели; t – время достижения системой цели, $ЦП_1$, $ЦП_2$ и t_1 ; t_2 – точечная оценка цели и времени;
ΔЦП и Δt – интервальная оценка цели и времени ее достижения;
1 – оптимистическая оценка; 2 – пессимистическая оценка.

Поэтому, если реальная система имеет несколько целей разной значимости и уровня, то их следует упорядочить, построив дерево целей – ДЦ.

Концепция «дерева целей» впервые была предложена Ч. Черчменом и Р. Акоффом в 1957 г. и представляет собой упорядочивающий инструмент (подобный организационной схеме предприятия), используемый для формирования элементов общей целевой программы развития предприятия (главных или генеральных целей) и соотнесения со специфическими целями различных уровней и областей деятельности [2].

Новизна метода, предложенного Ч. Черчменом и Р. Акоффом, заключалась в том, что ими предпринималась попытка придать различным функциональным подсистемам количественные веса и коэффициенты с целью выявить, какие из возможных комбинаций обеспечивают наилучшую отдачу.

Дерево целей (ДЦ) – это упорядоченная иерархия целей, выражающая их соподчинение и внутренние взаимосвязи.

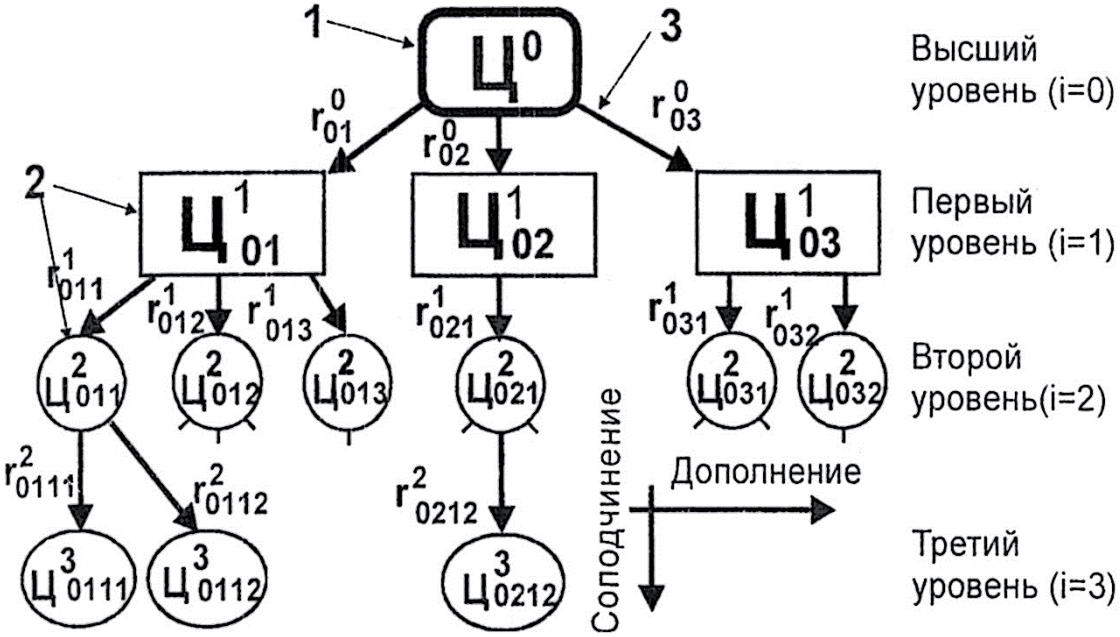
При построении ДЦ происходит декомпозиция – разложение целей по уровням, т.е. их упрощение, конкретизация, уточнение адресности.

Обычно ДЦ имеет одну вершину, называемую корнем (1, рисунок 4.3), который характеризует генеральную цель системы Ц°, располагаемую на

высшем уровне.

Далее цель высшего уровня разлагается на цели первого уровня $Ц^1_{01}$, $Ц^1_{02}$, $Ц^1_{on}$, 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.

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



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

Рисунок 4.3 – Схема дерева целей

Цели более высокого уровня соединены с целями следующего (более низкого) уровня линиями, называемыми дугами (3, рисунок 4.3). Дуги характеризуют отношение между целями разных уровней (рангов). Как правило, это отношение типа $Ц^1 > Ц^{i+1}$, которое означает, что цель i-го ранга доминирует над целью следующего ранга i+1, включая ее в себя. Одним из видов отношений может быть значимость (вклад) подцели нижнего уровня i+1 в достижение цели верхнего уровня i.

Дуги имеют следующие обозначения r^i_{km}

где i – ранг (уровень) i цели или системы, из которой выходит дуга;

к – номер вершины цели i, из которой выходит дуга;

m – номер нижестоящей вершины (i+1) ранга, в которую входит дуга.

Так, дуга, связывающая цель $Ц^0$ и $Ц^1_{01}$,обозначается r^0_{01}, а цель $Ц^1_{oi}$ и $Ц^2_{01} – r^1_{012}$.

Соответствующие обозначения имеют и вершины (цели).

Цифровое обозначение цели позволяет однозначно определить место и уровень данной цели в ДЦ, а также ее связь и соподчинение с вышестоящими целями, в том числе:

1) подчиненность отдельных подразделений,

2) их обязанности по отношению к вышестоящим подразделениям и права - по отношению к нижестоящим,

3) прослеживать траектории и время прохождения информации, решений, распоряжений,

4) выявлять слабые и тупиковые звенья,

5) определять эффективность работы подразделения и исполнителей и т.п.

Алгоритм построения «дерева целей»:

1. Определение генеральной (общей) цели.
2. Разделение общей цели на подцели (подцели 1-го уровня).
3. Разделение подцелей 1-го уровня на подцели 2-го уровня.
4. Разделение подцелей 2-го уровня на более детальные составляющие (подцели 3-го уровня).
5. Элементы формулировки целей:

• содержание цели (что должно быть достигнуто);

• масштаб цели (в каком объеме должна быть достигнута цель);

• срок выполнения цели (за какое время должна быть достигнута цель).

Определение взаимосвязей и весомости целей и подцелей является одной из важнейших задач любого управления.

3 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 важное условие управления: обязательность анализа и сравнения нескольких путей достижения поставленных целей, т.е. их состязательность и альтернативность.

Таким образом, способы достижения поставленных целей требуют такой же систематизации, как и сами цели и подцели, т.е. построения **дерева систем – ДС.**

Если ДЦ определяет, что необходимо сделать, каких показателей эффективности достичь, то ДС – с помощью каких мероприятии этого можно добиться.

Поэтому в ДЦ вершины – это генеральная и частные цели или функции, а в ДС вершины – 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 структуризируется на подсистемы первого (C^1_{01}, C^1_{02}, , C^1_{0n}), второго и последующих уровней.

Методология построения и анализа ДЦ и ДС обычно используется при разработке сложных программ совершенствования больших систем.

4 Классификация подсистем и факторов дерева систем

В реальных системах обычно имеется большой набор подсистем (факторов, подфакторов), влиять на которые одновременно невозможно по соображениям ресурсных ограничений и возможности равного внимания к нескольким объектам управления. В системах реально и эффективно управлять и отслеживать можно только за 7 ± 2 (число Мюллера) подсистемами или исполнителями.

Поэтому из всего поля ДС следует выбрать несколько факторов, которые можно классифицировать по следующим признакам.

1. Уровень влияния данной подсистемы (или вес) на достижение цели.

Чем больше эти величины, тем предпочтительнее выбор соответствующей подсистемы.

2. Управляемость факторов.

Они делятся на **управляемые, частично управляемые и неуправляемые (учитываемые)** для данного уровня управления.

Например, дорожные и климатические условия практически неуправляемые для конкретного АТП, работающего в соответствующем регионе.

Система ТО и ремонта и ее основные нормативы разрабатываются на основе исследований и обобщения передового опыта и рекомендуются для предприятий и организаций автомобильного транспорта соответствующими организациями, независимо от формы собственности. Но обеспечение выполнения рекомендаций системы и корректирование ее нормативов является управляемым подфактором для АТП.

Ряд факторов может со временем изменять уровень управляемости. Так, ранее для уровня АТП возраст и состав парка определялись решениями вышестоящей организации, планами поставки и списания автомобилей. Однако использование автомобилей разного возраста на маршрутах разной сложности и тогда являлось компетенцией АТП. В рыночных условиях регулирование возраста и обновление парка является компетенцией предприятия и ограничивается его финансовыми возможностями.

3. Подвижность факторов.

Различают факторы **подвижные** и **консервативные**.

Требуется значительное время для создания новой или реконструкции существующей производственной базы (3-5 лет), хотя ее влияние на эффективность технической эксплуатации значительно. К консервативным, хотя и важным факторам, следует отнести и исходный уровень новых и капитально отремонтированных автомобилей и агрегатов при отсутствии реальной конкуренции между производителями. Лишь через 3-5 лет накапливаются такие конструктивные изменения у производимых автомобилей, которые могут быть зафиксированы нормативами.

В рыночных конкурентных условиях приобретение предприятием автомобилей различных технико-эксплуатационных уровней становится подвижным фактором, особенно при лизинге, и лимитируется только наличием средств у предприятия. Квалификация персонала, его заинтересованность в качестве выполняемых работ, совершенствование технологических процессов также являются подвижными факторами.

4. Требование к наличию ресурсов.

Факторы могут быть **ресурсоемкие** и **ресурсосберегающие.**

Реконструкция и тем более строительство новой производственной базы, приобретение нового подвижного состава требуют значительных инвестиций, а реконструкция производственно-технической базы – и времени.

С другой стороны, введение рациональной системы материального поощрения, основанной на строгом и оперативном учете количества и качества труда, как показывает практика, может дать быструю и значительную эконо-

мию ресурсов и повысить качество труда. Использование квалифицированной рабочей силы при одновременном создании условий для ее реализации также относится к ресурсосберегающему фактору.

5. Наконец, факторы подразделяются на **создающие предпосылки** для **экстенсивного** и **интенсивного** развития производства.

Применение последних основано на использовании достижений научно-технического прогресса (НТП).

На основании изложенного можно сформулировать очередное практическое правило управления.

В процессе управления для достижения поставленных целей следует воздействовать на факторы, которые: управляемые на данном уровне, подвижные, ресурсосберегающие и обеспечивающие интенсивное развитие предприятия подсистемы и методы.

При этом следует стремиться, чтобы выбранных факторов подсистем было не более 7-10.

Контрольные вопросы.

1. Дайте определение понятия «решение».
2. Какие задачи возникают при формулировании цели конкретной системы?
3. Для чего необходимо цифровое обозначение дуг и вершин в дереве целей?
4. Расскажите алгоритм построения «дерева целей».
5. Для чего необходимо построение дерева систем?
6. По каким признакам можно классифицировать факторы дерева систем?

ТЕМА 5. МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

План лекции:
1. Требования, предъявляемые к управленческим решениям
2. Процесс подготовки, принятия и реализации решений
3. Классификация методов принятия управленческих решений
4. Принятие решений в условиях определенности
5. Методы принятия решения в условиях дефицита информации

Умение принимать решения необходимо для реализации управленческих функций, поэтому процесс принятия решений является основой теории управления, которая как наука зародилась в Великобритании, во время Второй мировой войны, когда группа ученых должна была решить сложную военную проблему – найти оптимальное размещение различных подразделений гражданской обороны и огневых позиций своей армии. В 1950-х гг. теорию управления модернизировали, ее стали применять для решения проблем гражданской промышленности [8].

1 Требования, предъявляемые к управленческим решениям

Каждое управленческое решение, принимаемое в системе управления предприятием в соответствии с его назначением, должно отвечать следующим требованиям [9]:

- иметь ясную цель (в противном случае принятие обоснованных рациональных решений невозможно);

- быть обоснованным, т.е. содержать количественную, расчетную основу, обусловливающую мотив выбора именно данного решения из ряда других возможных;

- иметь адресата и сроки исполнения, т.е. иметь ориентацию на конкретных исполнителей и конкретные даты исполнения решений;

- быть непротиворечивым, т.е. всесторонне согласованным как с внутренними, так и с внешними обстоятельствами, а также с предшествующими и последующими решениями;

- быть правомочными, т.е. опираться на требования правовых актов, нормативных документов, указаний и распоряжений руководителей, а также учитывать обязанности и права руководства и подчиненных;

- быть эффективным, т.е. наилучшим из возможных соотношений «ожидаемый итог–затраты»; быть конкретным, т.е. отвечать на вопросы: как действовать, когда действовать и где действовать;

- быть своевременным, т.е. приниматься тогда, когда реализация это-го решения еще может привести к поставленной цели;

- обладать достаточной полнотой, краткостью, четкостью, быть понятным исполнителям.

2 Процесс подготовки, принятия и реализации решений

Процесс управления многогранен, но в нем ясно вырисовывается система действий, которую можно условно назвать технологией принятия решений [10]. Весь процесс подготовки и принятия решения можно представить в виде следующих стадий:

- выявления проблемной ситуации, определения цели решения и критериев оценки его результатов;

- информационного цикла – стадии сбора информации для ознакомления с вопросом, по которому принимается решение (это самый важный этап, он требует наиболее квалифицированного управленческого труда, умения анализировать, выбирать наилучший вариант решения);

- организации выполнения принятого решения (разработка плана реализации решения, определение сроков выполнения операций, назначение ответственных лиц, инструктаж и другие мероприятия, которые могут потребоваться для выполнения принятого решения);

- контроля выполнения решения.

Только при сочетании всех стадий процесса управления и соблюдении всего технологического цикла принятия решения этот процесс будет осуществлен объективно, на научной основе. Подготовка, принятие и реализация решений как процесс управленческого труда руководителя представляет собой совокупность последовательно применяемых приемов и способов достижения целей деятельности. Процесс принятия решения с технологической точки зрения можно представить в виде последовательности этапов и процедур, имеющих между собой прямые и обратные связи. Схема процесса подготовки, принятия и реализации решения представлена на рисунке 5.1. [1]

Выявление и анализ проблемной ситуации. На этом этапе анализируется исходная информация о состоянии объекта исследования и внешней среды, определяются место и роль анализируемых объектов исследования среди смежных объектов и объектов более высокого порядка, осуществляются выявление, структуризация и ранжирование проблем. Прежде всего, определяются стратегические направления решения выявленных проблем для последующего формирования целей. Конечный результат работ на первом этапе выработки решения – выявление так называемых базовых, кардинальных

проблем, за решение которых нужно браться в первую очередь, ранжирование этих проблем и выбор стратегического направления их решения с предварительной ресурсной оценкой.

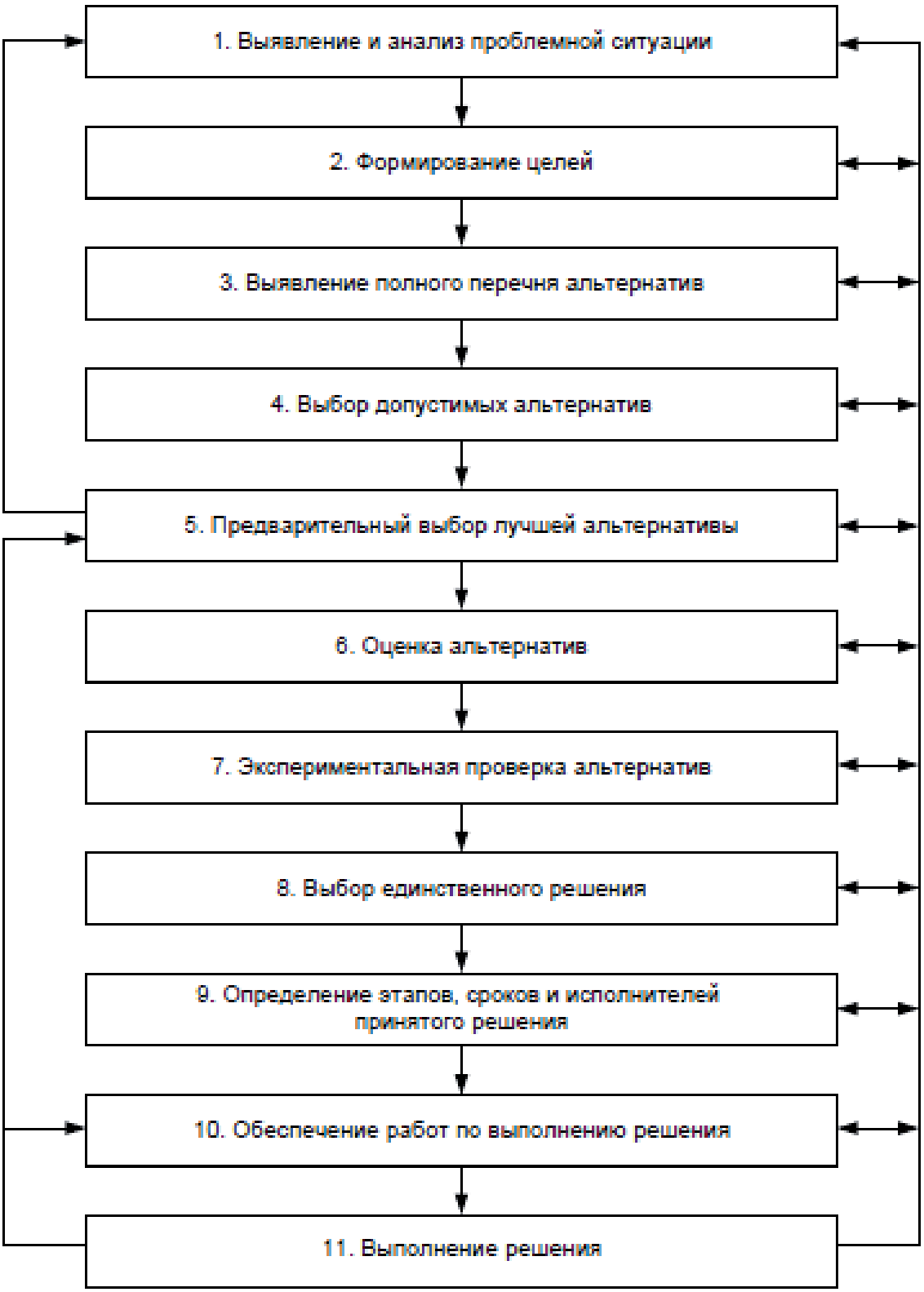


Рисунок 5.1 – Этапы процесса подготовки, принятия и реализации решения

Формирование целей. На этом этапе определяются цели решения базовых, кардинальных проблем. Цели должны иметь конкретные формулировки и количественные характеристики, по которым можно будет судить о степени их достижения. Это и является конечным результатом работ на втором этапе.

Выявление полного перечня альтернатив. На этом этапе определяется наиболее полная совокупность альтернатив вариантов (способов, средств) достижения поставленных целей. Это и является конечным результатом работ на третьем этапе. В реальных условиях обычно рассматриваются два-три варианта решения (не более), поскольку меньше трудоемкость анализа, меньше шансов совершить грубую ошибку, однако отсутствует шанс принять наилучшее решение. Среди решений вообще может не быть наилучшего. При большом наборе вариантов решений появляется гарантия, что в их числе окажется наилучший.

Выбор допустимых альтернатив. Альтернативы, выявленные на предыдущем этапе, пропускаются через фильтр различных ограничений (ресурсных, юридических, социальных). Конечным результатом работ на четвертом этапе является множество альтернатив, удовлетворяющих ограничениям.

Предварительный выбор лучшей альтернативы. Проводится детальный анализ допустимых альтернатив с точки зрения достижения поставленных целей, затрат ресурсов, соответствия конкретным условиям реализации альтернатив. Конечным результатом работы на пятом этапе является вынесение суждения о предпочтительности альтернатив. Эти сведения системные аналитики представляют лицу, принимающему решение по рассматриваемой проблеме.

Оценка альтернатив. На основе данных, полученных на предыдущем этапе, а также с помощью любой другой информации производится выбор наилучшего способа достижения целей. Конечным результатом работ на шестом этапе является вынесение суждения лицом, принимающим решение, о предпочтительности вариантов достижения поставленных целей.

Экспериментальная проверка альтернатив. Если принимающее решение лицо затрудняется в окончательном выборе наилучшей альтернативы и имеются соответствующие возможности, осуществляется экспериментальная проверка двух-трех наиболее предпочтительных альтернатив. Конечным результатом седьмого этапа является получение дополнительной экспериментальной информации, необходимой для окончательного формирования у лица, принимающего решение, суждения о предпочтительности определен-

ного варианта решения.

Выбор единственного решения. С учетом данных экспериментальной проверки, любой другой дополнительной информации принимается окончательное решение, которое является конечным результатом работ на восьмом этапе. Если экспериментальной проверки нет, шестой и восьмой этапы совмещаются.

Определение этапов, сроков и исполнителей принятого решения. На данном этапе принятое решение подразделяется на составные компоненты, имеющие конкретную временную и адресную привязку. Конечным результатом работ на девятом этапе является получение ответов по принятому решению на следующие вопросы: что делать; где делать; кому делать; когда делать; как делать; с кем делать; в какой последовательности делать?

Обеспечение работ по выполнению решения. На этом этапе осуществляются доведение заданий до исполнителей, обеспечение исполнителей всем необходимым, выбор рациональных методов работы, подбор и обучение кадров, разъяснение исполнителям целей. Конечный результат работ на десятом этапе – обеспечение исполнителей всем необходимым и создание соответствующих условий для их эффективной работы.

Выполнение решения. На этом этапе осуществляются оперативный контроль за реализацией решения, устранение отклонений от реализации решения, внесение в случае необходимости коррективов в реализуемое решение, анализ реализованного решения.

Конечный результат работ на завершающем этапе является итоговым для всего рассмотренного процесса подготовки, принятия и реализации решения – полное достижение целей решения в установленные сроки в рамках отпущенных ресурсов. Достаточно четкое последовательное разделение процесса принятия решений на этапы существует редко, поскольку в той или иной степени они осуществляются параллельно.

3 Классификация методов принятия управленческих решений

Процесс **принятия решения** – это выбор варианта решения из нескольких возможных. Он складывается из характерных этапов и носит итеративный характер. При принятии решений используются определенные методы (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 – Классификация методов принятия решений

Они классифицируются в зависимости от:

- способа принятия решения,
- имеющейся информации,
- применяемого аппарата.

1. **В зависимости от способа принятия решений** они подразделяются на:

- стандартные;
- нестандартные.

Стандартные решения применяются в часто повторяющихся производственных ситуациях. Они содержатся в законах, стандартах, правилах, нормативах и другой действующей документации, опыте других специалистов и организаций.

Например, при тормозном пути больше допустимого (правила дорожного движения) автомобиль не допускается к эксплуатации; после определенного пробега автомобиль направляется на соответствующий вид ТО (Положение о ТО и ремонте) и др.

В инженерно-технической службе 60-65% всех решений (у инженера АТП – 80-83%, у главного инженера – 45-55%) приходится на подобные по-

вторяющиеся производственные ситуации. Решения при этом принимаются по следующей схеме: анализ рыночной или производственной ситуации → ее идентификация с одной из стандартных → принятие решения по правилам или аналогии со стандартным.

Знание и использование стандартных правил свидетельствуют не об отсутствии творческой инициативы, а о высокой квалификации инженерно-управленческого персонала.

Для принятия решений **в нестандартных** (новых или сложных) производственных и рыночных ситуациях требуется сбор информации, ее анализ, выполнение расчетов, разработка новых способов достижения поставленных целей.

Комплекс работ, выполняемых при принятии решений в нестандартных условиях, объединяется понятием «исследование операций».

Операция – это конкретное действие, направленное на достижение системой поставленных целей.

К операциям относятся как отдельные мероприятия, проводимые для повышения эффективности системы, так и сложные программы, касающиеся достижения цели, стоящей перед системой в целом. Каждая операция (мероприятие, программа) оценивается ее эффективностью, т.е. вкладом в достижение цели, который обеспечивается при ее выполнении.

В общем случае показатель эффективности или целевая функция может зависеть от трех групп факторов (или подсистем)

$$Ц_п = U(\underset{I}{a_1, a_2, a_3 ... a_n}; \underset{II}{x_1, x_2, x_3 ... x_m}; \underset{III}{z_1, z_2, z_3 ... z_k})$$

Первая группа факторов $(a_1, a_2, a_3 ... a_n)$ характеризует условия выполнения операции, которые заданы и не могут быть изменены в ходе ее выполнения.

Для конкретного АТП это могут быть: климатические условия района расположения предприятия, влияющие на надежность парка; дорожные условия обслуживаемого региона, влияющие на надежность и производительность автомобилей и др.

Вторая группа факторов $(x_1, x_2, x_3 ... x_m)$, которая иногда называется элементами решения, может меняться при управлении, влияя на целевую функцию. Эти управляемые факторы выбираются из дерева систем технической эксплуатации автомобилей.

Примеры второй группы факторов: качество ТО и ТР, квалификация

персонала, уровни механизации работ и др.

Третья группа факторов – заранее неизвестные условия ($z_1, z_2, z_3 ... z_k$), влияние которых на эффективность системы неизвестно или изучено недостаточно.

Например: конкретные погодные условия «на завтра»; число требований на текущий ремонт в течение следующей смены, определяющее простой автомобилей в ремонте, загрузку постов и персонала; психофизиологическое состояние водителя, влияющее на безопасность движения и эксплуатационную надежность автомобиля и др.

Первая и третья группы факторов иногда условно объединяются общим понятием **«природа»** (производство), которое характеризует все внешние для системы условия, влияющие на исход операции, мероприятия, программы.

При принятии решения надо найти такое значение X_m , чтобы получить необходимое значение целевой функции.

При рациональном управлении значение целевой функции улучшается, а при оптимальном – становится наилучшим (минимальным или максимальным).

2. В зависимости от объема и характера имеющейся информации решения подразделяются на принимаемые:

- в условиях определенности;
- в условиях риска;
- в условиях неопределенности.

В условиях **определенности** состояние природы известно, т.е. третья группа факторов отсутствует или может приниматься постоянной, превращаясь в первую группу.

В условиях определённости, как правило, можно определить оптимальное значение целевой функции.

Когда действуют все три группы факторов, задача выбора решения формулируется следующим образом: при заданных условиях с учетом действия неизвестных факторов требуется найти элементы решения, которые по возможности обеспечивали бы получение экстремального значения целевой функции.

Если может быть определена или оценена вероятность появления тех или иных состояний «природы» (факторов третьей группы), то решение принимается в **условиях риска.**

Если вероятность состояния «природы» неизвестна, то задача решается в **условиях неопределенности.**

В условиях риска и неопределённости можно говорить лишь об области рациональных решений целевой функции.

В последнем случае задача выбора решения формулируется следующим образом:

при заданных условиях с учетом действия неизвестных факторов требуется найти элементы решения, которые по возможности обеспечивали бы получение экстремального значения целевой функции.

3. В зависимости от аппарата принятия решений используются:

1) алгоритмический подход (законы, правила, нормативы, формулы);
2) коллективное мнение специалистов (экспертиза);
3) расчетно-аналитические методы для процессов, описываемых аналитически (исследование функций на минимум и максимум, программирование, теория массового обслуживания и др.);
4) моделирование процессов;
5) натурный эксперимент или наблюдение.

4 Принятие решений в условиях определенности

В условиях определенности состояние «природы» (I и III группы) в целевой функции, т.е. внешние условия, полностью известны.

В условиях определенности при принятии решения возможны два подхода.

В стандартных ситуациях целевая функция в каждом конкретном случае не строится (предполагается, что она была построена при разработке соответствующих правил и нормативов), а решение принимается в соответствии с разработанными правилами по схеме:

идентификация ситуации с одной из стандартных → выбор стандартных условий, соответствующих ситуации → принятие решения на основе стандартных правил.

Если производственная ситуация нестандартна, т.е. ей нет аналогов в совокупности стандартных решений (или они неизвестны лицам, принимающим решение), то для условий определенности задача принятия решения формулируется следующим образом:

Как определить элементы решения (X_m), обеспечивающие при заданных условиях (a_n) получение экстремального (минимального U_{min} или максимального U_{max}) значения целевой функции? В условиях определенности оптимальное значение целевой функции может быть получено графически или аналитически (дифференцированием функции, методами множителей Лагранжа, программированием, моделированием и другими методами).

5 Методы принятия решения в условиях дефицита информации

Как правило, при принятии инженерных, управленческих и других решений полная информация о состоянии системы, внешних условиях и последствиях принимаемых решений отсутствует.

Американские специалисты утверждают, что 80% решений принимается при наличии только 20% информации об управляемой системе и действующих на неё факторах.

Например: принимая решение о числе постов на станции технического обслуживания, можно только предполагать о потенциальном числе клиентов и их распределении по часам суток, дням недели, месяцам года и т.п. Аналогичная ситуация с числом возможных требований на конкретный вид ремонта автомобиля в течение «завтрашнего дня», возможности выхода или невыхода на работу конкретного специалиста или рабочего и т.д.

Строго говоря, полную информацию можно получить только после свершения того или иного события (например, отказы уже произошли), когда необходимость в упреждающем решении отпала, а система перешла в режим реактивного управления.

Поэтому при управлении необходимо уметь теми или иными способами восполнить или компенсировать дефицит информации.

Такими способами укрупнённо являются:

1) Сбор дополнительной информации и ее анализ (это возможно, если система располагает определенным резервом времени и средств).

2) Использование опыта аналогичных предприятий или решений.

При этом важно располагать банком решений или иметь надежный доступ к нему. Кроме того, опыт других не может быть использован без корректирования.

3) Использование коллективного мнения специалистов или экспертизы.

4) Применение специальных методов и критериев, основанных на теории игр.

5) Использование имитационного моделирования, которое воспроизводит производственные ситуации, близкие к реальным.

6) Интервью и опросы, и ряд других методов.

Далее некоторые методы будут рассмотрены более подробно.

Контрольные вопросы

1. Каким требованиям должны отвечать управленческие решения, принимаемые в системе управления предприятием?

2. Перечислите стадии процесса подготовки и принятия решений.

3. Назовите методы принятия инженерных решений.

4. Как происходит процесс принятия решения в условиях определенности?

5. Перечислите способы компенсации дефицита информации при принятии решений.

ТЕМА 6. ИНТЕГРАЦИЯ МНЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

План лекции:
1. Классификация методов экспертных оценок
2. Методы получения экспертных оценок
3. Индивидуальная работа экспертов
4. Коллективная работа экспертов
5. Применение метода Дельфи

1 Классификация методов экспертных оценок

В условиях недостаточной информации при принятии решений широко используются экспертные оценки – качественные и количественные оценки явлений, не поддающихся непосредственному измерению. Они основаны на интеграции мнений экспертов (от лат. «expert» – опытный) – квалифицированных специалистов, компетентных в исследуемой области.

Достоинства экспертных оценок:

- все этапы экспертизы (подбор экспертов, методы получения и обработки оценок и т.п.) достаточно стандартизированы и регламентированы;
- эксперты подбираются обычно из числа независимых специалистов, лично не заинтересованных в их результатах.

Недостатки экспертных оценок:

- результаты экспертизы носят рекомендательный характер для лица принимающего решения;
- эксперты могут быть недостаточно информированы об особенностях конкретной системы.

Характер информации, получаемой от экспертов различен, поэтому различны методы её получения и обработки. Они классифицируются следующим образом (рисунок 6.1).

2 Методы получения экспертных оценок

2.1 Метод парных сравнений

При методе парных сравнений эксперту-(ам) последовательно предъявляются пары альтернатив из всех имеющихся решений и в каждой паре предлагается указать наиболее предпочтительную. После перебора и оценки всех пар можно упорядочить альтернативы по степени их влияния (важности).

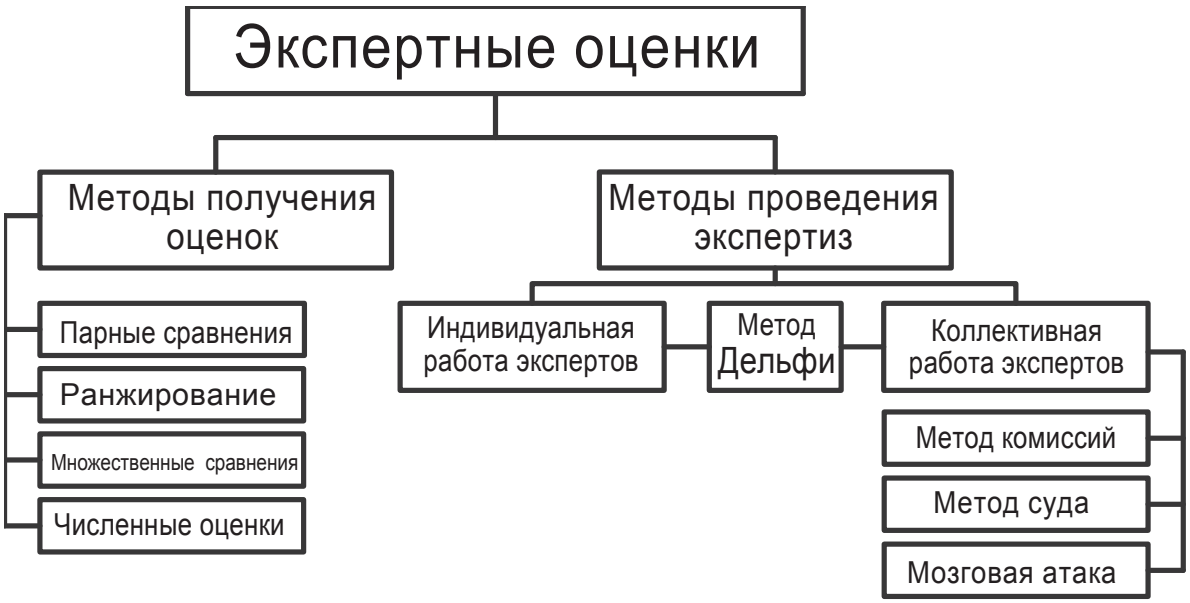


Рисунок 6.1 – Классификация методов экспертных оценок

Обычно метод применяется при большом количестве оцениваемых вариантов.

Достоинства: простота оценивания (каждый раз сравнивается всего два варианта)

Недостатки:

- может нарушаться свойства транзитивности (сравнимости), т.е.

$$a_1 > a_2;\ a_2 > a_3,\ \text{но}\ a_3 > a_1.$$

Это происходит при неочевидной предпочтительности альтернатив, многокритериальности их оценки и т.п., что иногда приводит лишь к частичному упорядочению вариантов.

2.2 Ранжирование

При ранжировании (априорном ранжировании) (франц. «ranger» - ставить в ряд) эксперту предъявляется весь набор альтернатив (факторов), подлежащих оцениванию (по одним данным – не более 20, по другим – 10) и предлагается расположить в ряд по важности (т.е. присвоить каждой её место).

Обычно наиболее предпочтительному объекту присваивается ранг, равный единице, второму по предпочтительности - ранг, равный двум и т.д. Ранжирование может проводиться различными способами:

- непосредственное (сразу все факторы);

- метод исключения (каждый раз исключается наиболее важный фактор);
- метод добавления (добавляется по одному фактору и определяется его место среди проранжированных).

Достоинства: облегчается упорядочение всех альтернатив.

Недостатки: усложняется работа экспертов из-за одновременного сравнения многих альтернатив.

2.3 Метод множественных сравнений

При множественном сравнении экспертам из общего числа альтернатив = N последовательно предъявляются не пары, а тройки, четверки,..., n-ки (n<N) объектов. Эксперт их упорядочивает по важности. Множественные сравнения занимают промежуточное положение между парными сравнениями и ранжированием.

Все 3 указанных метода позволяют сделать лишь качественную оценку вариантов («больше – меньше», «лучше – хуже»).

2.4 Метод численной оценки

При численной оценке эксперт (эксперты) ставят в соответствие каждому фактору точку на определенном отрезке числовой оси или применяют балльную оценку (5-, 10- , 100-балльные и т.п. шкалы).

Достоинства:

- возможность точного сравнения различных альтернатив;
- упрощается математическая обработка результатов;
- не возникают случаи нетранзитивности.

Недостатки: часто невозможно оценить, во сколько раз один вариант лучше другого (могут получаться неверные результаты).

3 Индивидуальная работа экспертов

Для получения мнения каждого эксперта используют интервью в виде свободной беседы или по типу «вопрос-ответ», а чаще всего – анкетирование, в процессе которого каждый эксперт индивидуально дает оценки сравниваемым альтернативам.

Данный метод обычно включает следующие этапы:

1. Организаторы экспертизы на основании анализа литературных данных, обобщения имеющегося опыта, опроса специалистов, дерева систем и т.д. определяется предварительный перечень факторов (с определенным ре-

зервом), требующих оценки.

2. Составляется анкета, обычно в табличной форме, содержащая перечень факторов, пояснения и инструкции, примеры заполнения анкет.

3. Осуществляется подбор группы экспертов, которые должны быть специалистами в рассматриваемых вопросах, но не быть лично заинтересованными в результатах. Проводится их инструктаж.

4. Эксперты индивидуально оценивают предложенные факторы по их влиянию на показатели системы (целевую функцию).

5. Полученные оценки передаются организаторам экспертизы. Организаторы экспертизы проводят обработку результатов экспертизы по соответствующим методикам.

6. По результатам экспертизы её организаторы делают выводы и разрабатывают предложения о методах решения конкретной проблемы.

Достоинства:

- простота организации процедуры (обычно заочной);
- оперативность получения и обработки результатов.

Недостатки:

- большая зависимость результатов от подбора экспертов (определенная субъективность);
- при оценке нынешнего состояния системы эксперты пользуются своим предшествующим опытом (лат. «a priori» – из предшествующего).

4 Коллективная работа экспертов

Особенности данного метода:

а) при обсуждении вопроса присутствует вся группа экспертов;

б) группа комплектуется, как правило, руководителем, проводящим обсуждение, часто из своих подчиненных или «доверенных» лиц;

в) последовательность выступлений и предоставление слова регламентируется руководителем;

г) подведение итогов и принятие (или непринятие) решения проводится коллективно (голосованием) или (чаще всего) тем же руководителем.

Достоинства: оперативность, демократичность.

Недостатки:

- давление авторитета руководителя или других экспертов;
- отсутствие строгой процедуры учета мнения экспертов, подведения итогов и принятия решения. Последний недостаток может быть компенсирован, если решение принимается тайным голосованием.

4.1 Метод комиссий

Данный метод состоит в открытой дискуссии, совещании экспертов для выработки единого мнения по обсуждаемой проблеме.

Коллективное мнение определяется в результате открытого или тайного голосования. В некоторых случаях к голосованию не прибегают, выявляя решение в процессе дискуссии.

Достоинства:

- наличие обратной связи (под воздействием полученной информации эксперт может скорректировать, изменить первоначальную точку зрения);
- возможен рост квалификации экспертов (при обсуждении приводится, анализируется много новой информации).

Недостатки:

- отсутствие анонимности;
- возможность навязывание своего мнения наиболее авторитетными, активными (но не всегда наиболее компетентными) экспертами.

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.

4.2 Метод суда

Экспертиза по методу суда воспроизводит процедуру ведения судебного процесса.

Часть экспертов выступает в роли сторонников (защитников) рассматриваемого решения («подсудимого») и приводит доводы в его пользу. Часть экспертов играет роль «прокурора» и пытается выявить его отрицательные стороны. Часть экспертов регулирует ход экспертизы и выносит окончательное решение (играет роль «судьи»). В процессе экспертизы функции экспертов могут меняться.

Метод суда обладает теми же достоинствами и недостатками, что и метод комиссий.

4.3 Метод «мозгового штурма»

Данный метод («мозговой атаки») (англ. «brainstorming» – мозговой

штурм) основан на положении, что среди достаточно большого числа идей (решений) появится, по меньшей мере, одно (или несколько) хороших решений проблемы.

Для этого организаторы экспертизы должны обеспечить свободу мышления, раскованность экспертов. Необходимо четко сформулировать проблему, а далее:

- высказывать и подхватывать любые идеи, направленные на её решение, даже если они пока кажутся абсурдными, фантастическими или сомнительными;

- не объявлять ложной и не прекращать обсуждать ни одну идею;

- стараться подхватывать и развивать идеи своих партнёров, создавать как бы цепочки идей: 1-я рождает 2-ю, 2-я – 3-ю, 3-я – очередную и т.д. (рисунок 6.2).

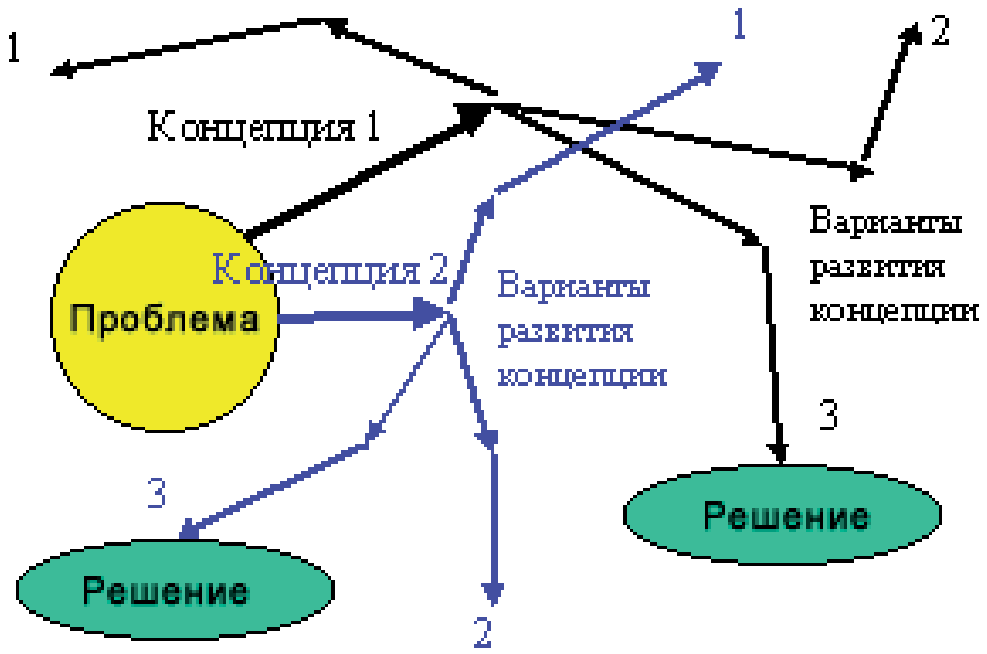


Рисунок 6.2 – Метод «мозгового штурма»

При этом обсуждение и оценка идей проводятся позднее.

Среди участников обсуждения желательно выделить группы «генераторов идей» (люди с богатой фантазией, высказывающие дерзкие и неожиданные идеи - выдвигают идеи) и «критиков» (люди со склонностью к логическому мышлению, анализу, обобщению – анализируют, критикуют предложенные идеи).

Руководитель поощряет дискуссию, направляет её в нужное русло, а в конце подводит итоги и принимает решение.

В последние годы появился «электронный мозговой штурм» («online brainstorming») на многопользовательских интернет-сервисах (форуме, чате, ICQ, Skype), когда можно привлечь специалистов из любых точек мира. Он обеспечивает анонимность участников, исключает «блокирование продуктивности» (когда участники группы представляют идеи поочередно, и в ожидании своей очереди могут передумать или просто забывают идею).

Достоинства:

- генерируется значительно больше ценных решений, чем выдвинули бы участники группы по отдельности (КГИ – коллективная генерация идей);
- резко усиливается интуитивное мышление.

Недостатки:

- затруднено управление процессом экспертизы;
- малоэффективен при решении сложных проблем.

В связи с этим метод постепенно выходит из моды и сейчас обычно используется в качестве одного из элементов более сложных и совершенных методик

5 Применение метода Дельфи

Условное название, связано с «Дельфийским оракулом» в храме Аполлона г. Дельфи (Греция).

Метод Дельфи – это итерационная процедура, содержащая черты как индивидуальной, так и коллективной работы экспертов. С одной стороны эксперты работают анонимно и независимо, с другой – получают в процессе работы обобщенную информацию об оценках остальных экспертов, т.е. имеется обратная связь. Экспертов знакомят с результатами предшествующего тура опросов, что позволяет им в дальнейшем скорректировать свои оценки. Для этого необходимо наличие нескольких туров (обычно 3-5).

Перед началом первого тура каждому эксперту представляются вопросы (обычно в виде анкеты). Ответы даются обычно в виде численных оценок. Организаторы обрабатывают результаты каждого тура (располагая оценки в порядки возрастания или убывания).

Например:

Перед группой из 12 экспертов поставлена задача оценки продолжительности выполнения определенного мероприятия. Результаты первого тура сведены в таблицу 6.1.

На шкале оценок наносятся квартили $Q^1_{0,25}$, $Q^1_{0,75}$ делящие число экспертов и оценок четыре равные доли, и медиану M^1_e, делящую их на две

равные части.

Таблица 6.1 – Результаты оценки по методу Дельфи (пример)

№ эксперта	Оценка экспертами продолжительности мероприятия, месяцы
9 8 5	10 11 12
7 12 10	$Q^1_{0,25}$ = 12,5 13 14 16
4 3 11	M^1_e = 17 18 20 21
1 2 6	$Q^1_{0,75}$ =21,5 22 24 25

Иногда вместо медианы M_e принимается $\overline{X}$, вместо $Q_{0,25}$ – $(\overline{X}-\sigma)$, вместо $Q_{0,75}$ – $(\overline{X}+\sigma)$.

После обработки данных каждому эксперту индивидуально сообщают результаты первого тура: $Q^1_{0,25}$, $Q^1_{0,75}$ и M^1_e и предлагают во втором туре пересмотреть свою оценку.

По результатам второго тура определяются новые значения $Q^2_{0,25}$, $Q^2_{0,75}$ и M^2_e и сообщаются всем экспертам вместе анонимными обоснованиями экспертов, давших «крайние значения». Как правило, после каждого тура разброс оценок сокращается. Обычно достаточно 3-4 тура, после чего оценки экспертов обычно стабилизируются. В качестве группового мнения принимается медиана завершающего тура, т.е. $M_e^{зав}$.

Однако иногда наблюдается поляризация различных точек зрения, что объясняется наличием среди экспертов представителей различных научных

школ, специалистов различных профилей, нечетко сформулированными вопросами и т.п.

Точность метода Дельфи увеличивается с ростом числа экспертов и количества туров и сокращается с увеличением интервала времени между турами.

Достоинства:

- анонимность оценок;
- управляемая обратная связь.

Недостатки:

- значительные затраты времени;
- влияние мнения большинства на экспертов, давших «крайние оценки».

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются методы получения и обработки информации, получаемой от экспертов?
2. Из каких этапов состоит коллективная работа экспертов, в чем особенности данного метода?
3. Перечислите достоинства и недостатки метода комиссий.
4. В чем состоят преимущества «электронного мозгового штурма» перед традиционным методом «мозгового штурма»?
5. Опишите суть метода Дельфи.

ТЕМА 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ДЕЛОВЫХ ИГР ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

План лекции:
1. Имитационное моделирование
2. Оценка имитационного моделирования
3. Деловые (хозяйственные) игры

1 Имитационное моделирование

Принятие решений в сложных производственных и рыночных условиях связано со следующими организационными и методическими трудностями.

Во-первых, это дефицит информации и времени для принятия решения.

Во-вторых, в реальном производстве большинство величин являются случайными с разными, а часто и неизвестными законами распределения, и взаимодействует, как правило, не две, а несколько случайных величин. Поэтому чисто аналитические расчеты затруднены или невозможны.

В-третьих, опасность и большая стоимость проведения натурных экспериментов на реальной системе с целью оценки вариантов решений, так как система работает в реальном масштабе времени и взаимодействует с многочисленными партнерами и клиентурой потребителями продукции и услуг.

В-четвертых, практическая невозможность обеспечения условий сопоставимости при натурном эксперименте, так как он предполагает сравнение двух или нескольких вариантов решений. При сравнении вариантов решений на двух или нескольких предприятиях невозможно обеспечить их равные условия, так как абсолютно сопоставимые аналоги (другие АТП, СТО и т.д.) отсутствуют. Последовательное сравнение нескольких решений на одном производстве также затруднено из-за неминуемого изменения во времени других факторов, влияющих на показатели эффективности, например, спрос на услуги, цены, условиях эксплуатации.

В этих условиях при принятии решений можно применять методы исследования и оценки систем на моделях.

Модель – это упрощенная форма представления реальных производственных или рыночных процессов и взаимосвязей в системе, позволяющая изучить, оценить и прогнозировать влияние внешних факторов и составляющих элементов (подсистем) на поведение системы в целом, т.е. изменение целевых показателей.

Модели могут быть физическими, математическими, логическими, имитационными и др.

При решении технологических и организационных задач, когда действует много факторов, в том числе и случайных, информация не полная, распространение получил метод имитационного моделирования.

Имитировать – значит вообразить, постичь суть явления, не прибегая к физическим экспериментам на реальном объекте.

Имитационное моделирование – это процесс конструирования модели реальной системы и постановка эксперимента на этой модели с целью:

– понимания механизма функционирования системы и взаимодействия подсистем;

– выяснения характера реакции системы на изменение внешних факторов;

– сравнительной оценки различных стратегий функционирования системы;

– оценки показателей эффективности системы (целевых показателей).

Имитационное моделирование может производиться: вручную и на ЭВМ.

Процесс имитации включает следующие основные этапы:

1) Описание системы, т.е. установление внутренних взаимосвязей, границ, ограничений и показателей эффективности системы, подлежащей изучению.

2) Конструирование модели – переход от реальной системы к определенной логической схеме, отображающей процессы, происходящие в системе.

3) Подготовка и отбор данных, необходимых для построения и работы модели.

4) Трансляция модели, включающая описание модели на языке, используемым ЭВМ.

5) Оценка адекватности, позволяющая судить о корректности выводов, полученных на модели, для реальной системы.

6) Планирование экспериментов: объемов, последовательности.

7) Экспериментирование, заключающееся в реализации на модели имитации реальных процессов и получение необходимых данных.

8) Интерпретация – получение выводов по результатам моделирования.

9) Реализация – практическое использование модели и результатов моделирования при принятии решения для реальной системы.

2 Оценка имитационного моделирования

1. Преимущества:

– оперативность;

– малая трудоемкость и стоимость;

– сокращение влияния «человеческого фактора»;

– возможность многократного повторения опытов;

– создание сопоставимых условий при проведении сравнения вариантов решения и др.

2. Недостатки:

– сложность построения адекватной модели;

– модель лишь примерно отражает реальную производственную ситуацию;

– при построении модели используются прошлые данные о системе, а решения и оценки принимаются о будущем системы.

3. Сферы применения метода:

– сложные производственные ситуации;

– сравнительная оценка альтернативных решений;

– -оценка действий различных факторов.

Примеры применения:

– разработка нормативов ТЭА, периодичности, трудоемкости, числа постов;

– оценка пропускной способности средств обслуживания и методов её повышения;

– определение запасов топлив, материалов, деталей;

– оценка вариантов технологических процессов ТО и ремонта;

– резервирование площадей, автомобилей, оборудования;

– анализ возрастной структуры парков;

– определение момента списания или продажи изделия.

– оценка эффективности системы массового обслуживания (СМО) и др.

3 Деловые (хозяйственные) игры

Возможность оценивать варианты решений, изменять входные данные, при необходимости упрощать ситуации позволяет использовать имитационное моделирование при обучении персонала и оценке его квалификации. Например: при исследовании производительности СМО (постов, участков) участником деловой игры может реализовываться определенная дисциплина очереди: пропускать в первую очередь требования на ремонт автомобилей, дающих наибольший доход, или требования с малой продолжительностью обслуживания.

В многоканальных системах возможно перераспределение требований

или исполнителей по постам.

С помощью комбинации ряда подобных моделей конструируют имитационные модели зоны, участка, цеха и предприятия и др.

Имитационные модели используются при проведении деловых игр.

Деловые (хозяйственные) игры – это метод имитации анализа, принятия и реализации управленческих решений в различных производственных ситуациях.

1) При этом обучающемуся создают ту или иную управленческую или производственную ситуацию, из которой необходимо найти рациональный выход, т.е. принять решение.

2) Критерием является степень приближения решения к оптимальному (которое известно организаторам деловых игр) и время принятия решения.

3) Деловые игры проводятся по определенным правилам, регламентирующим поведение участников, их взаимодействие, критерии эффективности.

4) В роли датчиков, имитирующих реальные производственные ситуации, выступают ЭВМ (человеко-машинная система), наборы карточек случайных событий или ситуации, создаваемые организаторами деловой игры.

5) В деловых играх участвуют специалисты, которые в создаваемых имитационной моделью «производственных ситуациях» принимают решения.

Деловые игры используются при обучении и оценке персонала и исследовании сложных производственных систем. При обучении персонала они используются:

– для иллюстрации, разъяснения определенных закономерностей, понятий и закрепления знаний;

– для программного и целевого обучения определенных специалистов, например, бригадира, диагноста, оператора и др.;

– для тренировки специалистов и аварийных бригад в условиях нестандартных «производственных» ситуациях.

При обучении персонала деловые игры, как правило, разворачиваются в реальном масштабе времени. При исследовании производственных ситуаций применяется сжатый масштаб времени.

Деловые игры позволяют осуществлять предварительный отбор кадров, так как при этом можно оценить способности, профессиональные навыки и знания, пригодность кандидатов на определенные рабочие места и должности специалистов и управленцев.

Необходимо подчеркнуть, что даже хорошо сконструированные модели только примерно отражают функционирование больших систем. Поэтому к

полученным с помощью этого метода данным, особенно прогнозам для больших и сложных систем следует относиться с большой осторожностью.

Контрольные вопросы

1. С какими организационными и методическими трудностями связано принятие решений в сложных производственных и рыночных условиях?
2. Дайте определение понятия «модель», «имитационное моделирование».
3. Какие этапы включает процесс имитации?
4. Перечислите преимущества и недостатки, а также сферы применения имитационного моделирования.
5. Дайте определение понятия «деловые (хозяйственные) игры».

ТЕМА 8. ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД ПРИ УПРАВЛЕНИИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ БОЛЬШИХ СИСТЕМ

План лекции:

1. Экстенсивная и интенсивная формы развития систем
2. Кривая эффективности нововведений
3. Этапы разработки и реализации нововведений
4. Риски нововведений

1 Экстенсивная и интенсивная формы развития систем

Цель управления большими системами – повысить их эффективность, а одним из методов повышения эффективности является обновление систем, т.е. применение инноваций (новой техники, технологии, организации производства, информационного обеспечения и т.п.). Иногда это определяется понятием **НТП** (научно-технический прогресс), под которым понимается единое, взаимосвязанное, поступательное развитие науки, техники и технологии.

Опыт показывает, что любые мероприятия по совершенствованию систем (например, наращивание производственных фондов, механизация, применение новых технологий и организационных форм и т.п.) вначале дают существенный эффект, а затем он сокращается, т.е. прирост на равные затраты становится меньше (рисунок 8.1).

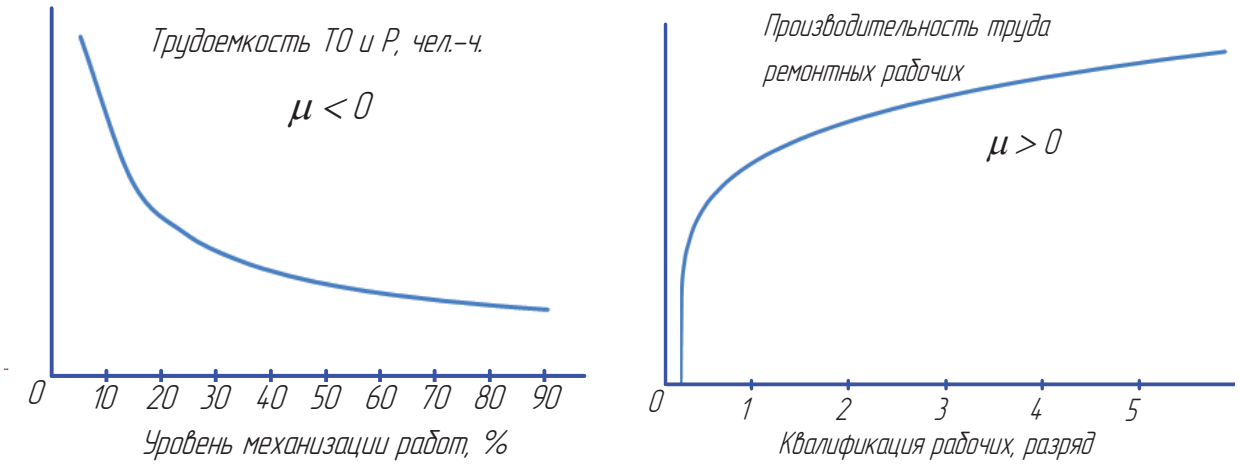


Рисунок 8.1 – Примеры убывающей эффективности использования ресурсов

Здесь проявляется **закон убывающей эффективности использования ресурсов** (денежных, производственных, людских и т.д.).

Различают два вида развития систем: интенсивное и экстенсивное.

При интенсивном развитии темпы прироста эффективности систем выше темпов прироста расходуемых ресурсов.

При экстенсивном развитии темпы прироста эффективности ниже темпов прироста затрат ресурсов.

В общем виде закон убывающей эффективности описывается производственной функцией

$$X = A \cdot Ф^{\mu} \cdot L^{1-\mu},$$

где X – показатель эффективности системы (выпуск продукции, объемы предоставляемых услуг и т.п.);

A - коэффициент масштаба;

Ф - объем основных производственных фондов;

L- численность персонала;

μ -коэффициент эластичности.

Коэффициент эластичности μ показывает, на сколько процентов растёт показатель эффективности X при количественном росте соответствующего ресурса (основных фондов или трудовых ресурсов) на 1% без изменения его качества. Опыт показывает, что всегда $\mu < 1$.

Отсюда вывод: применение и развитие технически однородных средств, технологических методов, персонала неизменной квалификации неизбежно приводят к постепенному сокращению интенсивности роста показателей эффективности систем, т.е. к экстенсивному развитию производства.

Следовательно, любые нововведения (машины, оборудование, оснастка, методы предоставления услуг) будут эффективны только при соответствующей им новой технологии и организации производства.

2 Кривая эффективности нововведений

Планирование, разработка и реализация новых средств труда, технологий, видов услуг и т.п. проходят ряд характерных этапов, результативность которых, как правило, хорошо описывается так называемой S-образной (логистической) кривой эффективности

$$П(t) = \frac{П_{п}}{1 + a \cdot e^{-b \cdot t}},$$

где П(t) – текущий показатель эффективности;

$П_{п}$ - предельное (конечное) значение показателя эффективности;

A – коэффициент, зависящий от соотношения между конечным ($П_{п}$) и начальным (при t=0) значениями показателя эффективности П(t);

b – коэффициент, зависящий от интенсивности изменения показателя

эффективности в начальный момент (при t=0).

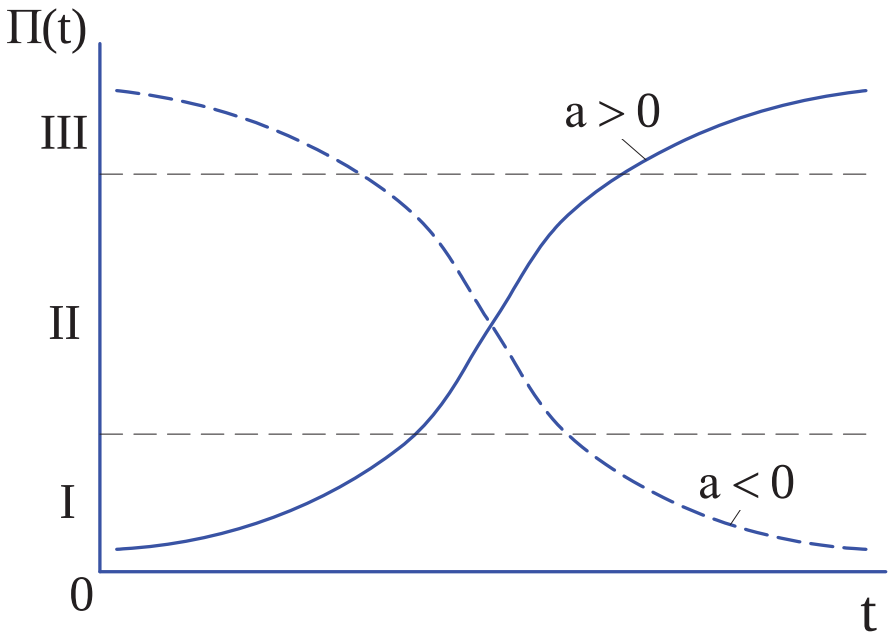


Рисунок 8.3 - Кривая эффективности

Характерное протекание S-образной кривой эффективности (рисунок 8.3). Здесь можно выделить 3 зоны (I, II и III) с разной скоростью изменения показателя эффективности.

3 Этапы разработки и реализации нововведений

Для каждой инновации характерно прохождение следующих этапов (рисунок 8.4).

Рассмотрим схему замены существующих систем (объектов, изделий, технологий и т.п.) (кривая 1) на новые, более эффективные (кривые 2 или 2') (рисунок 8.4).

Показатели эффективности существующей системы характеризуются графиком 1 (ABEH), а нового 2 (LBCF) или 2' (NEG).

На первом этапе (I_2- стадия разработки и освоения) показатели эффективности нововведения (кривая 2) могут уступать соответствующим показателям предшественников (кривая 1), т.к. это фондоемкий период НТП (связанный с дополнительными затратами на исследования, разработки, маркетинговый анализ, конструирование, испытания, обучение и адаптацию персонала и т.п.), когда прибыль по критерию эффективности отсутствует.

На этом этапе, когда преимущества новых решений еще не ясны, особенно важна правильная техническая и экономическая политика системы, подкрепляемая поддержкой новых разработок.

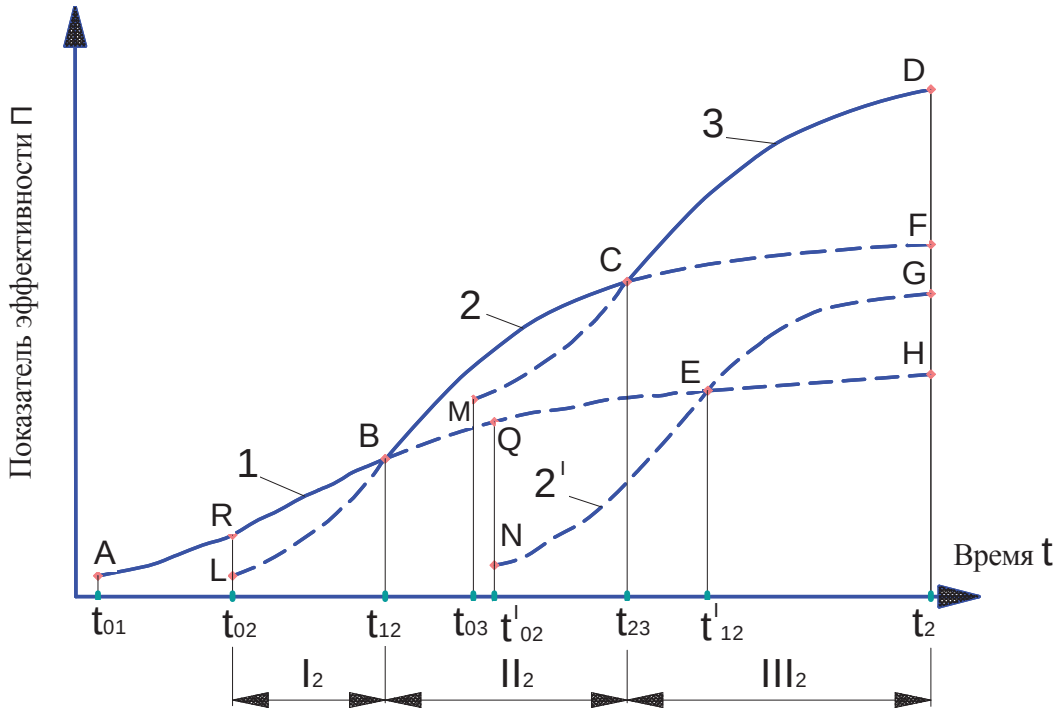


Рисунок 8.4 - Этапы подготовки и реализации нововведений

На втором этапе (II_2) показатели эффективности нововведения (кривая 2) начинают превосходить традиционные (кривая 1) и наступает фондосберегающий период НТП.

На третьем этапе (III_2) нововведения вытесняют предшественника, но одновременно происходит и исчерпание их потенциальных возможностей и эффект от их применения затухает. Назревает необходимость замены нововведения 2 на следующее поколение 3.

Рассмотрим эффекты при разных вариантах реализации нововведения (рис. 8.3).

1-й вариант

Если за период $t_{01} – t_2$ замены вообще не происходит, то использоваться будут только старые системы, а общий эффект будет определяться площадью F_1 под кривой ABEH.

2-й вариант

При внедрении нововведения 2 с началом разработки t_{02}, эффект в системе зависит от следующих факторов (рисунок 8.5):

- дополнительного эффекта (+) от нововведения на этапах II_2и III_2, характеризуемого площадью F_2 (BCFH);

- потерь (-), связанных с худшими показателями у нововведения на этапе I_2, характеризуемых площадью F_3 (LRB);

- соотношения количества новых и заменяемых объектов в моменты времени t.

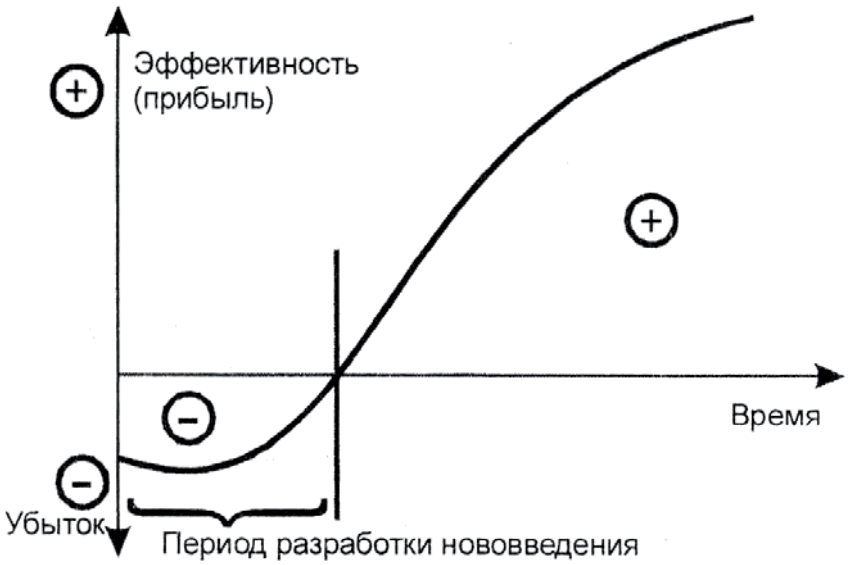


Рисунок 8.5 - Изменение эффективности нововведений

3-й вариант

Если нововведение (2') вводится с опозданием, в момент t'_{02}, то за тот же период эффект будет определяться лучшими показателями нововведения (+), зависящими от площади F_4 (GEH), потерями (-), связанными с поздней реализацией нововведения - площадь F_5 (NQE) и соотношением новых и старых объектов в системе. При этом, очевидно, что даже по сравнению с 1-м вариантом дополнительный эффект минимален.

При этом за тот же период времени ($t_{01} - t_2$) третья система (кривая 3) даже не успеет войти в эксплуатацию.

Следовательно, важнейшими задачами планирования инноваций являются:

- определение рационального момента начала такого планирования, создание необходимого задела (научного, конструкторского и технологического, маркетингового,…);

- определение момента перехода (точки B, C) к новым решениям (техническим, технологическим и организационным).

4 Риски нововведений

Инновации основаны на поиске и разработке принципиально новых решений, что в рыночных условиях с точки зрения успешной реализации связано, как минимум, с двумя видами рисков (рисунок 8.6):

1) риск неудачи разработки (H), связанный с потерей времени и инве-

стиций, вложенных в оказавшиеся неперспективными решения;

2) риск устаревания (или недостаточной новизны) разработки (У), который, как правило, вызван с недостатком инвестиций в разработки (оборудование, анализ рынка, научные коллективы, опытные образцы и т.д.).

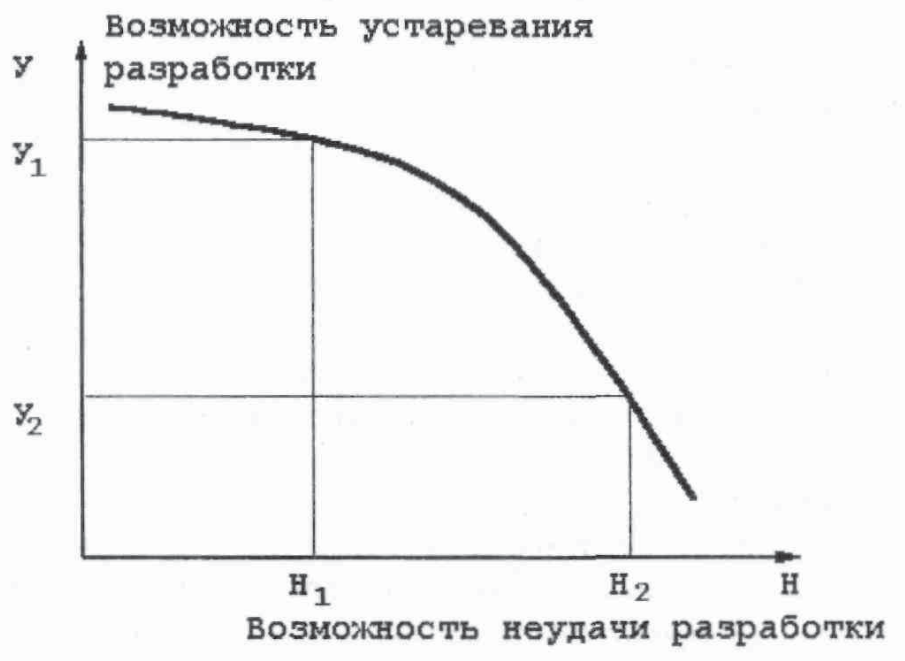


Рисунок 8.6 - Соотношение рисков устаревания или неудачи при разработке нововведений

Очевидно, что чрезмерная перестраховка (малые значения $Н_1<Н_2$) может привести к устареванию нововведений ($У_1>У_2$).

Для предварительных оценок целесообразности разработок нововведений можно использовать формулу

$$Ц_з = \frac{Э \cdot (1 - F)}{З},$$

где $Ц_з$ - целесообразность затрат на разработку нововведений.

Э – общий эффект от нововведений.

F - вероятность риска - неуспеха разработки и реализации нововведений за заданное время.

З - затраты, необходимые для разработки и создания нововведения.

Согласно международным подходам программа разработки нововведений может приниматься к рассмотрению, если $Ц_з \geq З$.

При этом расчет экономического эффекта от применения нововведений (Э) необходимо проводить не только за отдельные этапы (I, II, III, рисунок 8.4), а за весь период функционирования нововведения, т.е. с начала выделения средств на НИОКР (или маркетинговый анализ) до полного вывода раз-

рабатываемого нововведения из эксплуатации из-за физического или морального устаревания.

Таким образом, расчетный период включает весь жизненный цикл нововведения: исследование, разработка, серийное производство, эксплуатация, списание (утилизация).

Контрольные вопросы

1. В чем состоит закон убывающей эффективности использования ресурсов?
2. Что такое коэффициент эластичности?
3. Сколько зон обычно выделяют на кривой эффективности?
4. Сколько этапов проходит каждая инновация?
5. С какими видами рисков связаны разработки инноваций?

ТЕМА 9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИГРОВЫХ МЕТОДОВ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

План лекции:

1. Понятие об игровых методах
2. Основные матрицы и критерии теории игр

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.

Смысл и содержание игры состоит в следующем:

1) Для того, чтобы произвести математический анализ ситуации, строят ее упрощенную, очищенную от второстепенных деталей модель, называемую игрой.

2) 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.

3) Если в игре выступают две стороны, то такая игра называется парной. Если в игре участвуют несколько участников, то игра называется множественной.

4) Различают игры конфликтные (антагонистические) и «игры с природой».

5) В конфликтных играх (конкуренция, спортивные соревнования, военные действия) стороны осмысленно противодействуют друг другу. Выигрыш одной стороны означает проигрыш другой.

6) Игры с природой применяются при изучении производственных ситуаций, т.е. организационных, технических и технологических задач. Их называют также играми с производством.

7) В играх с природой (производством) обычно рассматриваются две стороны:

А - организаторы производства (активная сторона), т.е. руководители ИТС АТП, станций технического обслуживания, других предприятий всех форм собственности, предоставляющих услуги потребителям;

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

8) Смысл игры состоит в следующем:

а) Активная сторона должна выбрать такую стратегию, т.е. принять решение, чтобы получить максимальный эффект.

б) При этом «природа» т.е. складывающиеся производственные ситуации, активно и осмысленно не противодействует мероприятиям организаторов производства, но точное состояние «природы» (П) им неизвестно.

в) 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.

г) В процессе игры сторона А или 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.

д) Результаты этих ходов оцениваются количественно по изменению целевой функции:

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

2 Основные матрицы и критерии теории игр

Пусть имеются несколько вариантов (стратегий) решения какой-либо задачи (например, логистической) – A_1, A_2, …,A_m,. Эффективность каждой стратегии определяется внешними факторами, точное значение которых неизвестно (состояние спроса на продукцию и услуги, производственная ситуация, отказы техники, климатические условия и т.д.). Эти факторы в целом объединяют понятием «природа». Определенным состояниям случайных факторов «природы» $П_1$, $П_2$, …, $П_n$, соответствуют различные показатели решения задачи (например, чистые доходы, объем перевозок и т.п.). Последствия для различных стратегий A_i при возможных состояниях «природы» $П_j$ можно задать матрицей $//a_{ij}//$, где – a_{ij} показатель решения задачи («выигрыш» или «проигрыш») при использовании нами варианта A_i и состоянии «природы» $П_j$. Матрица $//a_{ij}//$ (таблица 8.1) называется ***платежной***, а такой подход – игрой.

Таблица 9.1 – Платежная матрица

Стратегия A_i	Состояния (стратегии) «природы» $П_j$					$\min a_{ij}$ (α_i)
	$П_1$	$П_2$	…	$П_{n-1}$	$П_n$	
A_1	a_{11}	a_{12}	…	$a_{1(n-1)}$	a_{1n}	α_1
A_2	a_{21}	a_{22}	…	$a_{2(n-1)}$	a_{2n}	α_2
…	…	…	…	…	…	…
A_{m-1}	$a_{(m-1)1}$	$a_{(m-1)2}$	…	$a_{(m-1)(n-1)}$	$a_{(m-1)n}$	α_{m-1}
A_m	a_{m1}	a_{m2}	…	$a_{m(n-1)}$	a_{mn}	α_m
$\max a_{ij}$ (β_j)	β_1	β_2	…	β_{n-1}	β_n	

В крайнем правом столбце матрицы указаны минимальные значения выигрышей по строкам $\alpha_i = \min a_{ij}$, в нижней строке – максимальные значения выигрышей по столбцам $\beta_j = \max a_{ij}$.

Часто для решения задачи используют **матрицу рисков** $//r_{ij}//$.

Риск r_{ij} – разность между максимальным выигрышем при известном состоянии «природы» $П_j$ и выигрышем, полученным при исполнении стратегии A_i

$$r_{ij} = \beta_j - a_{ij}. \qquad (9.1)$$

Требуется найти решение задачи, т.е. более предпочтительную по сравнению с остальными стратегию A_i.

Для принятия решения используют различные **критерии оптимальности**.

1. Средневзвешенный (средний) выигрыш. Критерий используют в условиях определенности (когда известны вероятности разных состояний «природы» q_j, причем $\sum_{j=1}^{n} q_j = 1$). Оптимальной считается стратегия, при которой

$$\bar{a}_i = \sum_{j-1}^{n} q_j \cdot a_{ij} \to \max \quad (i = 1...m) \qquad (9.2)$$

В условиях неопределенности (когда неизвестны значения q_j) применяют другие критерии.

2. Критерий (принцип Лапласа). Используется, когда вероятности состояний «природы» неизвестны, и их нельзя получить с достаточной степенью точности. При этом вероятности наступления различных состояний (стратегий) «природы» считаются равными т.е.

$$q'_1 = q'_2 = \ldots = q'_j = \frac{1}{n}.$$

При этом оптимальная стратегия соответствует значению

$$\bar{a}'_i = \sum_{j-1}^{n} q'_j \cdot a_{ij} \to \max \quad (i = 1...m) \tag{9.3}$$

3. Максиминный критерий K_I (Вальда). Для каждой стратегии находят минимальное значение выигрыша, соответствующее наихудшему состоянию «природы», т.е. $\alpha_i = \min a_{ij}$. Далее из всех возможных стратегий выбирается та, для которой минимальный выигрыш по строкам максимален

$$K_I = \max \alpha_i = \max \min a_{ij}. \tag{9.4}$$

4. Минимаксный критерий K_{II} (Сэвиджа). Для каждой стратегии находят максимальное значение риска, соответствующее наихудшему состоянию «природы», т.е. $\gamma_i = \max r_{ij}$. Далее из всех возможных стратегий выбирается та, для которой максимальный выигрыш по строкам минимален

$$K_{II} = \min \gamma_i = \min \max r_{ij}. \tag{9.5}$$

5. Критерий пессимизма-оптимизма K_{III} (Гурвица) в отличие от предыдущих критериев комбинированный, т.е. учитывает как пессимистический так и оптимистический подходы. При использовании этого критерия состояние «природы» берется не самым худшим и не самым лучшим, а некоторым промежуточным. За оптимальную принимается стратегия, при которой

$$K_{III} = d \cdot \min_i a_{ij} + (1 - d) \cdot \max_j a_{ij} \to \max, \tag{9.6}$$

где d – коэффициент, характеризующий долю пессимизма и оптимизма (изменяется от 0 до 1).

Коэффициент d выбирается по субъективным соображениям: чем более сложна ситуация и необходимо застраховаться, тем ближе d к единице. При d= 1 критерий Гурвица преобразуется в критерий Вальда.

При формулировке выводов следует иметь в виду, что критерии Вальда

и Сэвиджа используют для принятия разовых и ответственных решений. Критерии среднего выигрыша, Лапласа и Гурвица – для менее ответственных, когда задача повторяется многократно (например, при оперативном планировании).

Контрольные вопросы

1. Объясните смысл и содержание игрового метода.
2. Кто может выступать в роли активной стороны в играх?
3. Дайте определение понятия «риск».
4. Перечислите критерии оптимальности, используемые при принятии решения.

ТЕМА 10. УПРАВЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫМИ СИСТЕМАМИ

План лекции:

1. Классификация человеко-машинных систем
2. Роль человека в системах управления
3. Распределение функций между человеком и машиной
4. Ошибки социальной системы. Понятие и классификация ошибок
5. Пропускная способность человека-оператора
6. Эффективность и надежность социально-технических систем

1 Классификация человеко-машинных систем

Человеко-машинная система (ЧМС) – система, в которой оператор или группа операторов («человек») взаимодействует с техническим устройством («машиной») в процессе производства материальных ценностей, управления, обработки информации и т.д.

Здесь «оператор» – это человек, который выполняет какую-либо работу при помощи машин или управляет работой машин (установок) различного вида и назначения.

Система «человек-машина» – ЧМС представляет собой сложную систему, включающую неживую, живую материю и внешнюю среду.

Структура ЧМС состоит из:

- человека (Ч) – человека – оператора, который при взаимодействии с машиной выполняет определенные функции управления для достижения поставленной цели;
- машины (М) – все то, что искусственно создано руками человека для удовлетворения своих потребностей (технические устройства, информационное обеспечение и т.д.);
- среды, которую условно можно разбить на два вида – окружающую среду (ОС) и социальную среду (СС).

Окружающая среда характеризуется такими основными параметрами, как микроклимат, шум, вибрация, освещенность, запыленность, загазованность и т. д.

Социальная среда характеризуется социальными, экономическими и политическими отношениями в обществе.

ЧМС классифицируются по ряду признаков:

1) назначение системы;
2) характеристики человеческого звена;
3) тип машинного звена;

4) тип взаимодействия компонентов системы.

По назначению ЧМС делятся на:

•управляющие, в которых основной задачей человека является управление машиной;

•обслуживающие, в которых задачей человека является контроль за состоянием машины;

•обучающие – выработка у человека определенных навыков;

•информационные – поиск, накопление или получение необходимой информации;

•исследовательские - анализ тех или иных явлений.

По характеристикам человеческого звена ЧМС делятся на:

•моносистемы, в состав которых входит один человек;

•полисистемы, в состав которых входит целый коллектив и взаимодействующий с ним комплекс технических устройств.

Полисистемы можно подразделить на паритетные (одноуровневые) и иерархические (многоуровневые).

В паритетных системах между членами коллектива нет подчиненности и приоритетности. В иерархических ЧМС устанавливается организационная или приоритетная иерархия взаимодействия человека с машиной.

Различают несколько типов операторской деятельности:

• оператор-технолог – человек непосредственно включен в технологический процесс;

• оператор-манипулятор – основная роль деятельности человека это сенсомоторная регуляция (управление манипуляторами, железнодорожным составом и т. д.);

• оператор-наблюдатель – классический тип оператора (диспетчер транспортной системы, оператор радиолокационной станции и т. д.);

• оператор-исследователь – исследователи любого профиля;

• оператор-руководитель – организаторы, руководители различных уровней, лица, принимающие ответственные решения (ЛПР).

По типу машинного звена условно можно выделить два вида признаков:

•информационные – машины, обеспечивающие обработку информации;

• материальные – машины, обрабатывающие материальные носители.

По типу взаимодействия компонентов системы в ЧМС выделяют два вида:

• информационное – взаимодействие, обусловленное передачей информации между машиной и человеком;

• сенсомоторное – материальное взаимодействие (воздействие), направленное от человека к машине для выполнения поставленной цели.

2 Роль человека в системах управления

Все управляющие ЧМС могут быть как ручными, так и автоматическими.

Первые реализуются, например, водителем на основе данных, полученных им непосредственно на основе восприятия объекта своими органами чувств, и путем воздействия своими органами деятельности на органы управления объекта. Управление ведется на основе модели, возникающей в сознании человека на основе его наблюдения за объектом, а управляющие воздействия вырабатываются человеком на базе знаний и опыта деятельности в соответствующих ситуациях.

В автоматической системе предусмотрен специальный блок, в котором на основе информации, поступающей от датчиков, на базе заранее заложенной модели поведения объекта вырабатывается управляющее решение и на исполнительные органы передаются управляющие воздействия, оптимальные по заданному критерию эффективности. Роль человека в этих системах сводиться к контролю за правильностью функционирования всей системы, а также к изменению значения критерия эффективности.

Между двумя этими системами располагаются автоматизированные системы управления (АСУ), в которых участие человека в контуре управления обязательно. В них часть функций управления выполняется аппаратно-программным комплексом, а остальная часть функций управления – человеком.

На основании информационной модели в сознании человека формируется концептуальная модель объекта, с помощью которой он оценивает ситуацию, сложившуюся на объекте управления, и на основе знаний и профессионального опыта вырабатывает управляющее воздействие, передавая его через пульт управления на исполнительные органы, тем самым вмешиваясь в процесс функционирования системы.

При этом реализуется система решения задачи управления оператором представленного на рисунке 10.1.

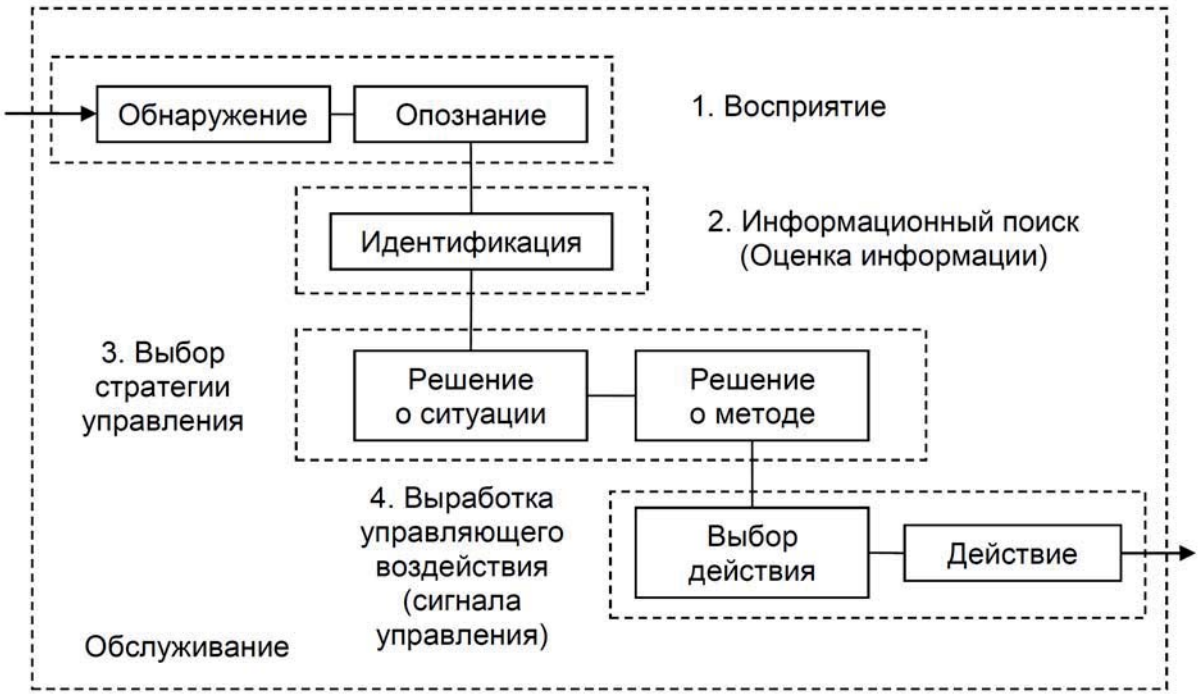


Рисунок 10.1 – Схема решения задач управления оператором

На первом этапе оператор осуществляет восприятие информации через обнаружение и опознание.

На втором этапе оператор оценивает информацию, проводит ее анализ и сравнение с заданными значениями контролируемых параметров объекта управления.

На третьем этапе оператор на основе предвидения или мысленного прогнозирования поведения объекта управления вырабатывается стратегия управления.

Четвертый этап включает в себя операции, совокупность которых обеспечивает приведение принятого решения в исполнение через ввод управляющих сигналов.

Система «человек-техника» может функционировать в автоматизированном режиме эффективно, если, во-первых, эффективны ее компоненты, и, во-вторых, если они взаимодействуют по определенным, известным и понятным правилам.

Основным режимом работы АСУ является режим реального масштаба времени при непосредственном взаимодействии с административно-управленческим персоналом системы. Такие АСУ позволяют лицу, принимающему решения (ЛПР), вырабатывать систему действий при возникновении той или иной ситуации в производственном процессе.

Автоматизация производства и управления с использованием ЭВМ выдвинула на передний план проблему организации эффективного взаимодей-

ствия машины и человека, распределения функций между человеком и машиной с учетом особенностей человека как звена системы управления и создания наилучших условий его работы.

3 Распределение функций между человеком и машиной

При проектировании ЧМС особое внимание уделяется распределению функций между человеком и машиной, т.е. какие виды действий (или функций) передаются человеку, а какие автоматизируются (рисунок 10.2). От этого зависит, какова будет рабочая нагрузка на человека-оператора, насколько хорошо будет работать сама ЧМС, а также какое будет качество условий работы персонала, который должен трудиться в рамках этой системы [1].



Рисунок 10.2 – Схематическое представление ЧМС

Правая половина схемы представляет подсистему машины. Органы управления позволяют оператору вносить изменения в состояние оборудования. Эти два блока представляют важнейшие эргономические аспекты машины, а все остальное объединяется в отдельный блок, обозначенный «Состояние оборудования».

Подсистема человека представлена с левой стороны схемы. Информация воспринимается со средств отображения и обрабатывается, после чего принимаются решения. На основании этих решений формируются управляющие воздействия на органы управления.

Наиболее важная часть – это центральная зона (вертикальные линии,

разделяющие подсистему «машина» и подсистему «человек»). Информация проходит через эту область в обоих направлениях: от машины к человеку и от человека к машине. Граница, через которую осуществляется взаимодействие между человеком и техникой внутри социально-технической системы, называется интерфейсом. Таким образом, схема представляет собой замкнутый контур.

Опыт создания и эксплуатации сложных ЧМС свидетельствует о том, что возможности современной вычислительной техники, используемой в автоматизированных системах для контроля, значительно превосходят возможности человека при приеме, переработке, хранении и отображении информации.

В то же время при планировании и управлении человек способен адаптироваться к условиям неполной или недостоверной информации, в непредвиденных и непредусмотренных должностными инструкциями ситуациях и др. Поэтому принятие управляющих решений в АСУ целиком возложено на человека.

Это и обусловило появление проблемы, как распределение функций между человеком и техникой в АСУ.

Таблица 10.1 – Сравнение преимуществ человека и машины

Функция	Элемент системы «машина»	Элемент системы «человек»
1	2	3
Скорость	Намного выше, чем у человека	Запаздывание по сравнению с машиной на 1 с
Мощность	Постоянная	1,47 кВт в течение 10 с; 0,37 кВт в течение нескольких минут; 0,15 кВт при непрерывной работе в течение дня
Стабильность	Идеальна для однообразной повторяющейся, требующей точности работы	Ненадежен. Должен контролироваться техническими средствами
Сложные виды деятельности	Многоканальная деятельность	Только одноканальная деятельность
Память	Наиболее эффективна для точного воспроизведения и краткосрочного хранения информации	Многоаспектная, с большим объемом. Наиболее эффективна для выбора принципов и стратегий деятельности

Продолжение таблицы 10.1

Способность к выводам	Дедуктивный вывод (частные заключения выводятся из общих положений)	Индуктивный вывод (переход от частного положения - к общему умозаключению)
Вычислительные операции	Выполняет точно и быстро Плохо исправляет ошибки	Выполняет медленно. Возможны ошибки. Хорошо исправляет ошибки
Функция	Элемент системы «машина»	Элемент системы «человек»
Чувствительность на входе	Воспринимает стимулы, которые не воспримет ни один из органов чувств человека. Нечувствительна к воздействию внешней среды. Плохо распознает образы	Каждый орган чувств способен воспринимать разнообразный круг стимулов в широком диапазоне (глаз, например, - одновременно местоположение, движение и цвет). Подвержен воздействию жары, холода, шума, вибрации. Хорошо распознает образы. Может обнаруживать сигналы при высоком уровне шума
Надежность при перегрузках	Возможен внезапный выход из строя	Постепенно снижается работоспособность в допустимых пределах
Способность мыслить	Отсутствует	Может действовать в непредвиденных и непредсказуемых обстоятельствах. Способен к прогнозированию
Способности к манипулированию	Специфические	Весьма разнообразные

В зависимости от назначения системы на человека могут быть возложены различные функции, в частности:

• обнаружения сигналов, наблюдения и обобщения информации – обнаружение, наблюдение, классификация сигналов по признакам, которые не могут учесть автоматические устройства; обобщение информации, ее согласование с пропускной способностью каналов связи, возможностями и задачами потребителей и др.;

• командно-диспетчерские – ввод исходных данных, выдача команд на пуск системы, принятие решений в неопределенных ситуациях, прогнозирование обстановки при недостаточности информации, контроль результатов работы системы и др.;

• связи – выбор каналов и технических средств связи в зависимости от обстановки; классификация информации, ее передача и др.;

• технологические – контроль за выполнением операций, реализуемых в автоматическом режиме; принятие решения об их переводе на ручное управление и др.

Следует указать, что перечни преимуществ и недостатков в условиях развития техники и технологии быстро морально устаревают.

Наиболее эффективно распределены функции в режиме полного диалога, когда задачу осуществляют поочередно человек и машина. Это один из способов реализации адаптивных свойств ЧМС.

4 Ошибки социальной системы. Понятие и классификация ошибок

Первой книгой на русском языке по вопросам безопасности работы человека в системе управления было изданное в 1808 г. «Краткое наставление разного рода ремесленникам, как предохранить себя от угрожающих здоровью опасностей». Наряду с гигиеническими и медицинскими советами в книге приводились и рекомендации психологического порядка [1].

Непосредственный интерес в обществе к вопросам безошибочности и безопасности управления техническими системами возник в связи с развитием железнодорожного транспорта.

Слово «ошибка», согласно толковому словарю русского языка В.И. Даля, происходит от старинного русского слова «обивать» (т.е. что-то сбивать, обивать, скалывать ударом), а по своему содержанию трактуется как неправильность, неверность. В более современных словарях русского языка это понятие уточняется: «неправильность в действиях, суждениях».

Понятие «ошибка» относится в основном к действиям человека [11]. Однако иногда его используют и применительно к сбоям в работе техники – говорят, например, об ошибках индикаторных приборов или в работе ЭВМ. Понятие «ошибка» в деятельности оператора или в работе технического устройства должно всегда сочетаться с понятием «погрешность». Любые отклонения регулируемых оператором параметров, находящиеся в пределах дозволенного «коридора», называют погрешностью управления и считают нормой. Когда же оператор допускает отклонения значений этих параметров

за пределы установленных ограничений, подобные события классифицируются уже как ошибки в работе человека. Поскольку деятельность оператора регламентирована определенными правилами, инструкциями, указаниями по управлению и поведению, всякое его действие (или бездействие), не укладывающееся в эти ограничения, по тому же принципу считается ошибочным.

Ошибка оператора и ее последствия для управляемой системы – совершенно разные категории. Одно дело, была или не была допущена оператором ошибка, а другое дело – к чему она привела. Даже если она не повлекла за собой каких-то последствий, нельзя утверждать, что ее не было. Таким образом, ошибка оператора – это такое действие или бездействие, которое привело к отклонению управляемых параметров технической части системы за допустимые пределы или запрещено правилами.

Необходимость классификации ошибок возникла в середине 40-х годов XX в. в связи с развитием инженерной психологии. В самом общем виде ошибки человека-оператора можно разделить на две категории: систематические и случайные. **Систематические ошибки** возникают под влиянием постоянно действующих факторов (например, нарушения правил отсчета индикаторного прибора) и обычно неоднократно повторяются. **Случайные ошибки** допускают из-за нестабильно действующих факторов, появление которых трудно заранее предусмотреть (в связи с изменением физического или психического состояния оператора, под влиянием помех из окружающей среды и пр.).

Американские психологи П. Фиттс и Р. Джонс, проведя классификацию ошибок оператора, выделили шесть категорий ошибок (рисунок 10.3).

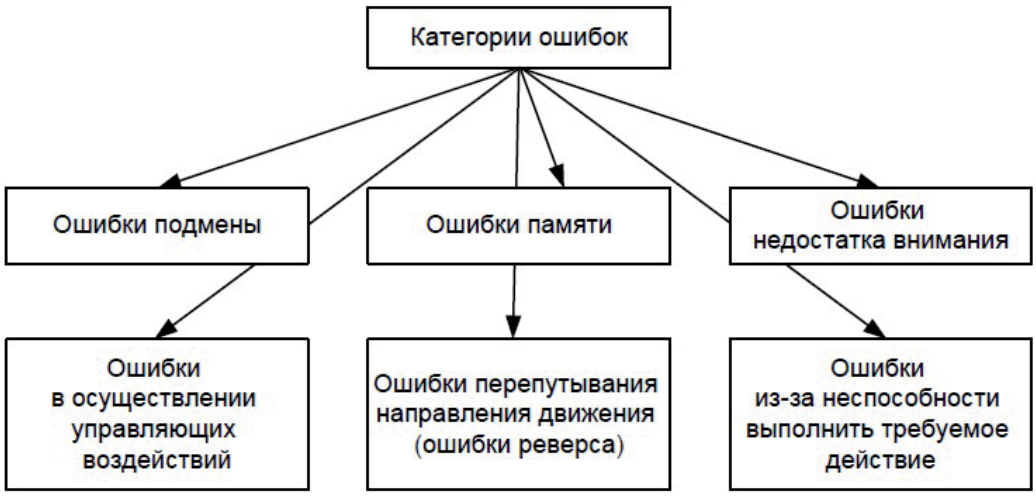


Рисунок 10.3 – Категории ошибок оператора

• Ошибки подмены – когда вместо требуемого управляющего действия

выполнялось другое действие или оператор вообще не считал нужным совершать какое-либо действие. Эту категорию ошибок (50 % от общего их числа) авторы связали с недостатком восприятия приборной информации или плохим ее представлением оператору.

• Ошибки в осуществлении управляющих воздействий (18 % от общего их числа). К ним относятся излишне поспешные или слишком медленные действия, нарушения требуемой последовательности действий. Такие ошибки связаны с недостатком органов управления или с плохой реализацией управляющего воздействия.

• Ошибки памяти – забывчивость (невыполнение требуемых действий или несвоевременная их проверка) (18 %).

• Ошибки перепутывания направления движения (ошибки реверса) – когда органы управления переставлялись оператором в обратном направлении по отношению к требуемому (6 %).

• Ошибки недостатка внимания проявлялись как в сфере восприятия сигналов (в виде их необнаружения), так и в сфере выполнения управляющих действий и составляли около 5 %.

• Ошибки, связанные с неспособностью выполнить требуемое действие по причине сильной растерянности, оцепенения, испуга (3 %).

Авторы пришли к выводу, что главная причина всех ошибок таится не в человеке-операторе, а в плохой инженерно-психологической согласованности инструментария с его психофизиологическими возможностями.

И именно технический путь они считали главным в деле снижения числа подобных ошибочных действий.

Английский эргономист В. Синглтон позднее выделил девять причин ошибок (рисунок 9.4).

Таким образом, ошибки могут быть обусловлены и человеческим фактором, и техникой, но большинство из них, как утверждают авторы исследования, являются результатом инженерно-психологического несовершенства инструментария. Дж. Альтман, классифицируя ошибки оператора, выделил три наиболее важных аспекта: вероятные последствия ошибки, возможность ее своевременного обнаружения и возможность своевременного устранения ее последствий. Для каждого из перечисленных аспектов рассматривались разные варианты.

Возможность обнаружения ошибки: ошибка обнаруживается обычным путем, обнаруживается при специальном контроле и не обнаруживается.

Возможность устранения последствий ошибки: устраняются текущей коррекцией, устраняются после специального вмешательства, невозможно устранить в данном задании и вообще неустранимые.

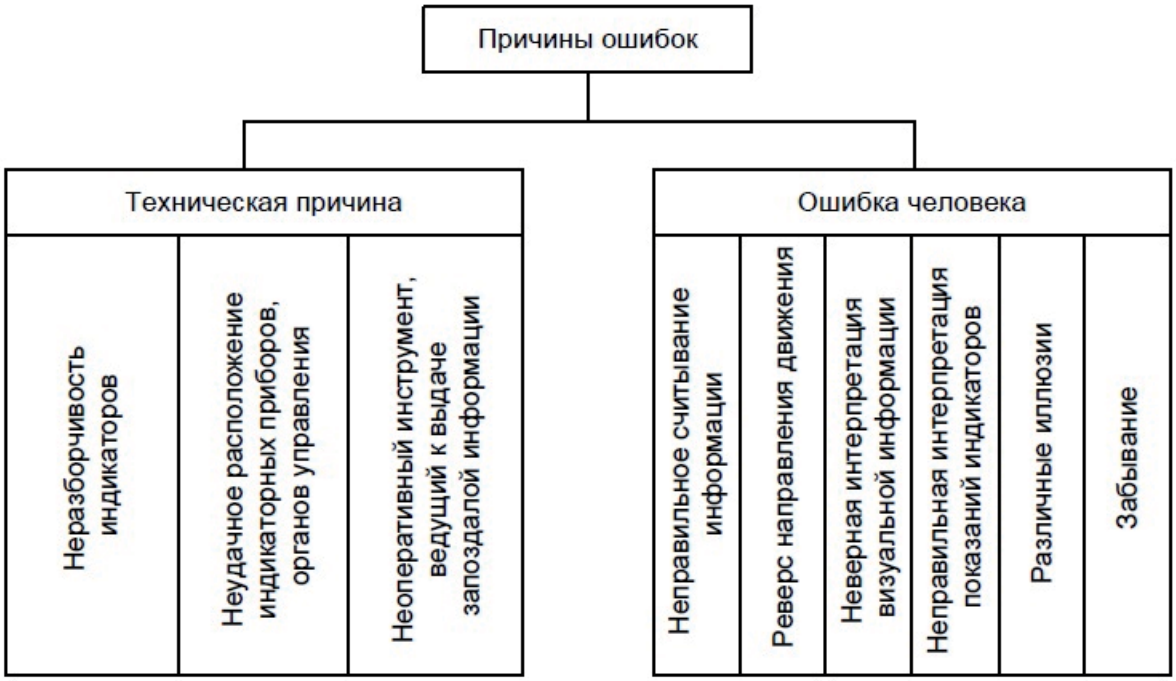


Рисунок 10.4 – Причины ошибок оператора

Возможные последствия: без существенных последствий, опоздание с выполнением задания, понижение качества выполнения задания, материальный ущерб и повреждение людей.

5 Пропускная способность человека-оператора

При оценке деятельности человека-оператора, занятого в системе управления, большое значение имеет пропускная способность оператора и прежде всего его пропускная способность по приему и переработке информации [1].

Прием информации – совокупность психических процессов, с помощью которых осуществляется восприятие человеком сигналов внешнего мира. Выделим четыре основных режима работы оператора при приеме информации:

- поиск и обнаружение сигналов (выделение сигналов из шума);
- различение сигналов;
- идентификация (установление тождества сигналов);
- опознание – соотношение поступающих сигналов с заданной системой эталонов или признаков с последующим декодированием сигналов.

Органы чувств человека воспринимают ограниченное количество информации, определяемое пропускной способностью человека.

Пропускную способность человека в некоторых случаях можно выра-

зить в унифицированных единицах, например в битах. Уменьшение частоты поступления сигналов снижает активность оператора и увеличивает его ошибки так же, как и увеличение количества поступающей в систему информации.

Оценка согласованности потока перерабатываемой информации и пропускной способности человека является одной из важнейших задач эргономики. Условие согласования количества информации, поступающей к человеку $J_{вх}$, бит, и перерабатываемой им $J_{пер}$, бит, следующее:

$$J_{вх} \leq J_{пер}. \quad (10.1)$$

Общее количество информации, поступающей к человеку-оператору, воспринимаемой им, перерабатываемой и передаваемой,

$$J_{вх} = J_{сои} + J_{реч} + J_{пис}, \quad (10.2)$$

где $J_{сои}$ – информация, поступающая на средства отображения информации;

$J_{реч}$ – речевая информация, поступающая по селектору, телефону, радиосвязи или лично в виде указаний, разрешений, приказов;

$J_{пис}$ – письменная информация, поступающая в виде приказов, распоряжений, справок.

В эргономике при проектировании операторской деятельности с информационными моделями используют понятие потока информации, бит/с,

$$F_{инф} = \frac{J_{вх}}{T_{см}} \quad (10.3)$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, с.

Пропускная способность (скорость переработки) человека-оператора – наибольший объем принимаемой и перерабатываемой информации, которую человек может пропустить «через себя» при заданной технической оснащенности рабочего места и определенных знаниях и умениях самого человека.

Пропускная способность характеризует степень приспособленности человека к потоку информации. Оптимальная скорость приема и переработки информации V = 0,5–5 бит/с.

Условие согласования потока информации, поступающего на средства отображения информации $F_{инф}$ и перерабатываемого человеком-оператором $F_{чел}$, бит/с, следующее:

$$F_{инф} \leq F_{чел}. \quad (10.4)$$

Если $F_{инф} > F_{чел}$, то человек-оператор начинает пропускать сигналы, задерживать их передачу или воспроизведение, т.е. допускать ошибки, снижающие общую эффективность работы или вообще останавливающие её.

Приняв поступающую информацию, оператор, так или иначе, её обрабатывает, и в процессе обработки информации решающая роль принадлежит памяти.

Память – способность к воспроизведению прошлого опыта, одно из основных свойств нервной системы, выражающееся в способности хранить информацию о событиях внешнего мира и реакциях организма.

Память служит основой приобретения знаний, навыков и умений и их последующего использования.

В зависимости от продолжительности закрепления и сохранения запоминаемого материала различают долговременную, кратковременную и оперативную память.

Долговременная память – подсистема памяти, обеспечивающая длительное, соизмеримое с продолжительностью жизни сохранение временных связей (умений и навыков). Долговременная память устойчива к чрезвычайным воздействиям и не всегда доступна сознанию.

Считается, что ёмкость долговременной памяти практически неограниченна. Можно сказать, что принцип действия долговременной памяти «запомнил–помню».

Кратковременная память – подсистема памяти, обеспечивающая непродолжительное сохранение материала после его восприятия.

Кратковременная память участвует:

– в получении и обработке информации извне;

– извлечении информации из долговременной памяти;

– выработке адекватных реакций.

Кратковременная память считается уязвимой к чрезвычайным воздействиям, которые приводят к ее нарушению и развитию ретроградной амнезии. Принцип действия долговременной памяти «запомнил–помню–забыл».

Оперативная память – подсистема памяти, которая непосредственно включается в регулирование деятельности человека для удержания и фиксации ее промежуточных результатов. По мере продвижения к конечному результату этот промежуточный материал может забываться.

Оперативная память складывается из актуальных на данный момент образов, поступающих из долговременной и краткосрочной памяти.

Считается, что объем оперативной памяти взрослого человека составляет 7 ± 2 смысловые единицы. Принцип действия оперативной памяти «запомнил–забыл», т.е. информация запоминается только на период времени, который требуется для решения конкретной задачи.

В связи с ограниченным объёмом оперативной памяти необходимо при подаче сигналов следовать правилам:

- количество информации, поступающей к человеку-оператору, должно соответствовать объему его оперативной памяти (7 ± 2 смысловые единицы);
- так как информация к человеку-оператору поступает в основном в закодированном виде, интервал между подачей порций информации должен быть не менее времени, необходимого на раскодирование сигнала;
- повышение надежности и скорости запоминания сигналов может быть достигнуто путем сворачивания информации в крупные информационные структуры, которые при необходимости можно легко развернуть и раскодировать;
- для устойчивого запоминания информации необходимо своевременно освобождать оперативную память от ставшей ненужной информации.

Соотношение между видами памяти зависит от характера решаемых задач, структуры деятельности оператора и степени важности воспринимаемой и запоминаемой информации.

Пропускная способность является функцией большого количества факторов. Она зависит от возможности органов чувств по обнаружению, различению и опознанию сигналов, типа и характера решаемой задачи, степени участия оператора в работе СЧМ, объёма и вида выводимой на средства отображения информации, способа кодирования, значимости поступающих сигналов, наличия помех, уровня тренированности, работоспособности, состояния среды и других параметров [13].

В системах управления «человек–машина–среда» человек и техническое средство выступают как союзники, и их действия направлены на достижение общей цели. В связи с этим СЧМ удобно рассматривать как систему массового обслуживания (СМО), потоком требований (заявок) для которой на уровне пооперационного анализа могут быть элементы алгоритма трудовой деятельности. Прибором, обслуживающим требования, является человек-оператор. Тогда как в любой СМО оптимизируемыми показателями функционирования такой системы могут быть среднее время нахождения требования в ожидании обслуживания $\bar{t}_{ож}$ и среднее время нахождения требования в системе в целом $\bar{t}_{с}$.

Пропускную способность человека-оператора в такой системе может

охарактеризовать коэффициент загрузки человека-оператора $K_з$, значение которого для систем «человек–машина» диспетчерского типа не должно превышать 0,75–0,8 (в зависимости от класса системы):

$$К_з = \frac{N_{тр}\bar{t}_с}{T_{тр}} \le 0{,}75 \div 0{,}8, \qquad (10.5)$$

где $N_{тр}$ – число требований, поступивших за период трудовой деятельности;

$T_{тр}$ – продолжительность периода трудовой деятельности (рабочая смена);

$\bar{t}_с$ – среднее время нахождения требования в системе.

Если условие $К_з \le 0{,}75 \div 0{,}8$ не выполняется, то сокращаются резервные возможности организма человека-оператора, что приводит к снижению работоспособности и продуктивности трудовой деятельности, увеличению утомления и соответственно росту количества ошибок, цена которых в управляющих системах различных видах транспорта очень высока.

По результатам расчета коэффициента загрузки $К_з$ делается вывод о способности человека-оператора принять и переработать всю необходимую информацию, выполнить все управляющие действия и, в случае необходимости, даются предложения по снижению $К_з$.

6 Эффективность и надежность социально-технических систем

Под **эффективностью системы** понимают комплексную характеристику, состоящую в приспособленности её к достижению цели. На эффективность работы социально-технических систем влияют следующие свойства:

– быстродействие;
– точность;
– безошибочность;
– безотказность,

а также свойства, не связанные с ее функционированием:

– сложность;
– объем.

Качество системы трудно адекватно выразить количественными соотношениями, поэтому социально-технические системы оценивают эффективностью одного из ее свойств. Для облегчения задачи выделяют одно наиболее важное свойство, накладывая на остальные ограничения. Из-за сложности социально-технических систем строгая оптимизация заменяется

на сравнение и выбор одного из нескольких вариантов рассматриваемых свойств. Особое значение приобретает обоснование показателей, по которым производится такое сравнение.

Выбирая самый рациональный из проектируемых вариантов системы, обычно делают несколько принципиально важных упрощений в расчетах:

– переходят от абсолютной оценки эффективности к сравнительной;

– сравнивают варианты не по показателям эффективности, а по свойствам системы (например, безошибочность, быстродействие, точность);

– отказываются от определения вида и вычисления значений распределений, ограничиваясь моментными характеристиками (например, математическим ожиданием и дисперсией).

Критерий эффективности социально-технических систем должен содержать не только технико-экономическую оценку, но должен учитывать и человеческий критерий эффективности. Человек как звено социально-технической системы управления имеет сложные вероятностные характеристики и свойства деятельности.

Под эффективностью деятельности человека в системе управления следует понимать способность решать возложенные на него задачи своевременно и точно на протяжении заданного времени с минимальными затратами сил, средств, энергии. При этом эффективность складывается из двух составляющих: собственно решения задач и использования резервов, как материально-энергетических, так и психофизиологических.

Надежность социально-технических систем – это способность системы или ее элементов выполнять свои функции в течение заданного времени. Критерии надежности объединяются в группы: безотказность, восстанавливаемость, готовность и своевременность. Основные из них включают следующие показатели:

– вероятность безотказной работы;

– среднее время восстановления;

– коэффициент готовности.

Любые нарушения в работе системы, вызывающие частичную или полную утрату ее работоспособности, определяются как отказ.

Отказ – состояние, при котором человек не может выполнить возложенные на него функции из-за утомления, временной утраты работоспособности. Отказ может быть:

– временным неустойчивым – ошибкой;

– временным устойчивым, для устранения которого требуется предоставление специального времени или условий;

– окончательным – неустранимым;

– оперативным, заключающимся в недостижении цели из-за дефицита времени.

Ошибки и отказы используют в расчетах показателей надежности человека и системы в целом. В деятельности человека-оператора выделяют ряд функций, которые он выполняет с неодинаковой надежностью. Это прием информации, принятие решения, формирование результата, реализация решения. Сбои и ошибки, влекущие за собой производственные трудности и даже аварии, распределены по этим функциям неравномерно.

Большое число ошибок происходит из-за отказов органов чувств. Так, ошибок в восприятии сигналов на одноцветном пульте управления на 15–17 % больше, чем на разноцветном. Чем больше функций (в пределах возможностей оперативной памяти, мышления) выполняет чело век-оператор одновременно, тем чаще он допускает ошибки.

Одна из причин ошибок оператора (поездной диспетчер, авиадиспетчер, оператор АЭС и др.) – высокий динамизм условий его деятельности. Поэтому важная особенность функционирования системы – зависимость ее надежности от времени, необходимого на реализацию человеком алгоритма работы.

Снижение надежности оператора во временной области происходит не только вследствие дефицита времени, но и из-за переполнения оперативной памяти человека. Чтобы повысить надежность системы, необходимо обеспечить человеку надлежащую временную избыточность, т.е. возможность выполнения поставленных перед ним задач в определенное время. Оценивают эту избыточность коэффициентом напряженности оператора

$$К_{н} = \frac{\tau}{t_{р}} \qquad (10.6)$$

где τ – длительность безошибочного решения задачи в нормальных условиях;

$t_{р}$ – время, которым располагает человек для ее решения.

Многие характеристики надежности человека-оператора можно получить, моделируя его деятельность как систему массового обслуживания (СМО). В СМО человек рассматривается как одноканальная система с ожиданием. Показатель надежности функционирования такой системы – вероятность ошибки человека

$$Р_{ош} = \sum_{i=1}^{n} Р_{i} \cdot Р_{ош/i} \qquad (10.7)$$

где P_i – вероятность наступления i -го состояния СЧМ;

$P_{ош/i}$ – условная вероятность безошибочной работы оператора в i -м состоянии системы (i = 1, 2…n).

При расчетах надежности эргатических систем необходимо учитывать и качественные характеристики надежности, которые обусловлены:

– эргономическим соответствием техники и характера решаемых задач возможностям и потребностям человека;

– обученностью человека-оператора, соответствием его профессионального уровня сложностям и требованиям выполняемой работы;

– индивидуальными особенностями человека (здоровье, состояние нервной системы и др.) и их согласованностью с требованиями профессии.

Частные количественные показатели, используемые при определении надежности человекомашинных систем, следующие:

– машина – вероятность безотказной работы $P_т$, коэффициент готовности $K_т$, вероятность восстановления отказа $P_{восст}$;

– человек-оператор – вероятность безошибочной работы $P_{оп}$, коэффициент готовности $K_{оп}$, вероятность своевременного решения задачи $P_{св}$, вероятность исправления ошибки $P_{исп}$.

После их вычисления в соответствии с общими правилами нахождения вероятностей сложных событий можно найти вероятность выполнения задачи всей системы в целом:

$$P_{счтс} = K_{оп} K_т P_т P_{оп} P_{св} + (1 – K_т P_т) P_{вос} P_т + (1 – P_{оп}) P_т P_{исп}. \qquad (10.8)$$

Недостаточная надежность существующих технических средств и недостаточное их число компенсируются только возрастающим использованием возможностей человека. Неудовлетворительные организация и проектирование СЧМ маскируют увеличение загрузки и, следовательно, износ человека. Пока успешно решаются лишь начальные этапы помощи оператору: машинные сбор, представление и документирование информации. Однако они не снижают плотности потока сообщений, а только преобразуют его. Именно по этой причине или по крайней мере в большей степени из-за нее оператор параллельно с машинами обрабатывает информацию. Это дань реальному уровню развития техники, главным образом, ее надежности. Но полная надежность техники неосуществима, поэтому единственный выход – развитие технических устройств управления, передача им все большей части объема обработки информации, предоставление комплексной информации в сжатой форме. И все-таки человек останется единственным (а иногда единоличным) звеном, от которого зависят надежность и эффективность человеко-

машинной системы в целом. Требования к таким его личным качествам, как производительность, точность, надежность и эффективность, будут постоянно повышаться.

В практическую деятельность СТС часто включают коллективы людей (экипаж, бригада, смена и др.). Качество функционирования их определяется не только характеристикой отдельных операторов, но и коллектива. Оно зависит от слаженности действий операторов, их психологической совместимости, структуры связей, распределения функций.

Контрольные вопросы

1. Назовите ошибки социальной системы, каковы пути их предупреждения? Дайте основные понятия, приведите классификацию ошибок.
2. Назовите показатели безошибочной работы человека в социально-технических системах.
3. Каково влияние личностных качеств и функционального состояния человека на его ошибки?
4. Проанализируйте причины ошибок человека в социально-технических системах.
5. Как распределяются функции между человеком и машиной?

ТЕМА 11. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ И ОБНОВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

План лекции:

1. Полный жизненный цикл технической системы
2. Жизненный цикл элементов технической системы
3. Возрастная структура и показатели качества автомобиля и парка
4. Рекомендации по формированию ВСП

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).

Всё это составляет жизненный цикл технической системы и её отдельных элементов, которые могут не совпадать друг с другом.

Пример: большая система – парк автомобилей определенной марки, например автобусов ПАЗ-3205. Он существует уже более 25 лет (с 1989 г.).

Элемент данной системы – отдельные автобусы, срок службы которых в городских условиях составляет 7-8 лет.

1 Полный жизненный цикл технической системы

Полный жизненный цикл технической системы (ПЖЦ), охватывает науку – технику – производство – эксплуатацию – списание – утилизацию, и включает следующие основные этапы [12]:

1) Возникновение идеи нововведения на основании осознания потребностей рынка и потребителя, научного предположения, гипотезы или открытия.

Например, идея применения газомоторного топлива на транспорте, диктуемая дороговизной жидкого топлива и экологическими требованиями.

2) Выдвижение теории, а применительно к техническим, технологическим и организационным решениям – концепции проекта – т.е. известной комбинации существующих и новых знаний, методов, технологических, экономических 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 моделирования (математического и физического), лабораторного эксперимента и т.п.

4) Опытная проверка – подтверждение получения полезного эффекта в практическом использовании.

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

5) Эксплуатационные испытания или рыночная апробация – проверка работоспособности нового технического средства или процесса, возможности достижения заданных целевых нормативов, востребованности услуги потенциальным потребителем и уточнение возможного спроса. На этом этапе определяется необходимость доработки изделия или услуги, уточняются требования к условиям эксплуатации.

Пример: применительно к газомоторному топливу: создание сети газозаправочных пунктов, переоборудование автомобилей, приспособление производственно-технической базы к обслуживанию газобаллонных автомобилей, подготовка персонала и др.

6) Промышленное освоение – начало производства нового технического средства или предоставления новой услуги, после подтверждения их готовности к практическому применению.

7) Широкое внедрение нововведений - позволяет оценить действительный эффект и рыночную нишу с учетом тех факторов, которые невозможно было учесть на предыдущих стадиях, и полностью подготовить эксплуатационную инфраструктуру.

Выход объемов производства на уровень, обеспечивающий его безубыточность.

8) Постепенная замена (вытеснение) предшественников (изделий, услуг, технологий) нововведениями – формирование новой или обновленной большой системы.

Стабилизация объемов производимых изделий (услуг).

9) Устаревание нововведения – вывод из эксплуатации старых элементов системы и их постепенная замена элементами следующего поколения.

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

Жизненный цикл большой системы – парка автомобилей может составить 25-30 лет.

2 Жизненный цикл элементов технической системы

Жизненный цикл элементов системы проще и короче жизненного цикла самой системы. Например, жизненный цикл элемента большой системы (автомобильного парка) – автомобиля складывается из следующих этапов:

1) Этап создания – включает добычу и переработку сырья, производство конструкционных материалов, из которых состоит АТС, расходных эксплуатационных материалов (ГСМ и т.п.).

2) Этап производства – включает изготовление узлов, деталей, сборку АТС, его обкатку и т.д.

3) Этап приобретения и обкатки

4) Этап использования (эксплуатации) – включает выполнение транспортной работы в период нормативного срока службы АТС.

5) Этап восстановления работоспособности – предусматривает проведение технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств с восстановлением деталей, узлов, агрегатов, выработавших ресурс, их замену, модернизацию составных частей АТС (при необходимости).

6) Этап списания (перепродажи) и утилизации – предусматривает списание АТС, его разборку (ликвидацию), переработку непригодных к восстановлению узлов и деталей, повторное использование пригодных узлов, а также конструкционных и эксплуатационных материалов (регенерация, рециклирование) на предыдущих этапах ПЖЦ АТС или в других технических системах, захоронение отходов.

В странах Евросоюза в конце 2000 г. была принята Директива ЕС 2000/53/ЕС «Транспортные средства, вышедшие из эксплуатации». Цель ее принятия – установление мер по предотвращению образования отходов, связанных с выводом из эксплуатации транспортных средств, а также с их повторным использованием, рециклированием и другими формами восстановления транспортных средств и их узлов. Производитель автомобиля перед поставкой его на рынок должен произвести оценку степени рециклируемости.

Согласно директиве 2000/53/ЕС, государства-участники ЕС должны обеспечить следующие цели:

- с 01.01.06 повторное использование материалов, отдельных узлов и деталей должно составлять не менее 85% от массы автомобиля, а материалов, узлов и деталей для рециклирования – не менее 80%, с 01.01.15 – не менее 95 и 85%, соответственно;

- с 01.06.03 в поступающих на рынок материалах и компонентах ТС не должно быть кадмия, а свинец, ртуть и шестивалентный хром допускаются лишь в определенных директивой узлах и количествах;

- с 21.10.01 должны быть разработаны стандарты на кодовое обозначение узлов и материалов с идентификацией деталей и материалов, пригодных для повторного использования, и единые требования по оформлению акта на разрушение АТС и снятие его с регистрации по окончании эксплуатации.

Государства-члены ЕС обязаны предпринять меры для организации бесплатной (для последнего владельца) доставки ТС, когда оно не имеет рыночной цены, на предприятие по переработке. Производители автомобилей должны оплачивать полную стоимость (или ее значительную часть) данного мероприятия или сами принимать на переработку отслужившие автомобили.

7) Этапы поставки (приобретения), транспортировки и хранения – являются промежуточными и относятся как к сырью, материалам, так и к АТС.

Показателем ПЖЦ элемента системы является его ресурс, т.е. наработка (часы, км) от приобретения до списания (реализации).

Жизненный цикл элемента системы составляет для автомобилей в среднем 7 – 12 лет, в течение которых его технико-эксплуатационные показатели ухудшаются (таблица).

Таблица 11.1 – Технико-эксплуатационные показатели работы городских автобусов

Пробег с начала эксплуатации, тыс. км.	Наработка на отказ, %	Удельный простой в ремонте, %	Доходы на один автобус, %
0-100	100	100	100
101-200	68	122	99
201-300	52	176	82
301-400	30	250	64
свыше 400	24	297	41

Обобщающим показателем качества подержанных автомобилей может являться их рыночная цена, которая по отношению к новым автомобилям семейств ВАЗ составила по годам эксплуатации (%):

2-й год – 85...88;
4-й – 70...74;
6-й – 60...63;
8-й – 50...53;
10-й – 38. ..44;
12-й – 30...37;
14-й – 25...30 %.

Таким образом:

- обновление большой системы происходит через многократные замены ее элементов;

- чем чаще заменяются элементы, тем «моложе» их совокупность в

большой системе;

- чем «моложе» элементы, т.е. эффективнее большая система.

Следовательно, эффективность большой системы во многом определяется эффективностью ее элементов.

Эффективность элементов системы зависит от трёх основных факторов:

1) начального уровня технико-экономических свойств;

2) темпов снижения технико-эксплуатационных свойств элемента при его старении, т.е. увеличении наработки с начала эксплуатации.

3) сроков службы элемента.

3 Возрастная структура и показатели качества автомобиля и парка

Рассмотрим эти понятия на характерном для больших систем примере автомобилей и парков.

3.1 Возрастная структура парка

В любом парке эксплуатируются элементы (автомобили), имеющие различную наработку с начала эксплуатации от новых до изделий, подлежащих списанию. Наработка может исчисляться временем t (часы, месяцы, годы), в циклах, объёмами выполненной работы, километрами пробега (L) и т.д.

Обычно при анализе весь парк разбивается по наработке с начала эксплуатации до списания ($t_{сп}$; $L_{сп}$) на «возрастные группы» и определяется количество элементов например, автомобилей (A_i), принадлежащих к конкретной возрастной группе j (от j=1, до $j_{сп}$) в календарный момент времени i (например, на 01.01.2009 г.).

Под возрастной структурой автомобильного парка понимается количественное или процентное распределение его автомобилей по имеющимся возрастным группам.

Удельный вес автомобилей данной возрастной группы *j* в парке в момент времени *i* определяется

$$a_{ij} = \frac{A_{ij}}{A_i}, \qquad (11.1)$$

где A_i - размер парка в момент времени i, шт.;

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

Естественно, что $\sum a_{ij} = 1$.

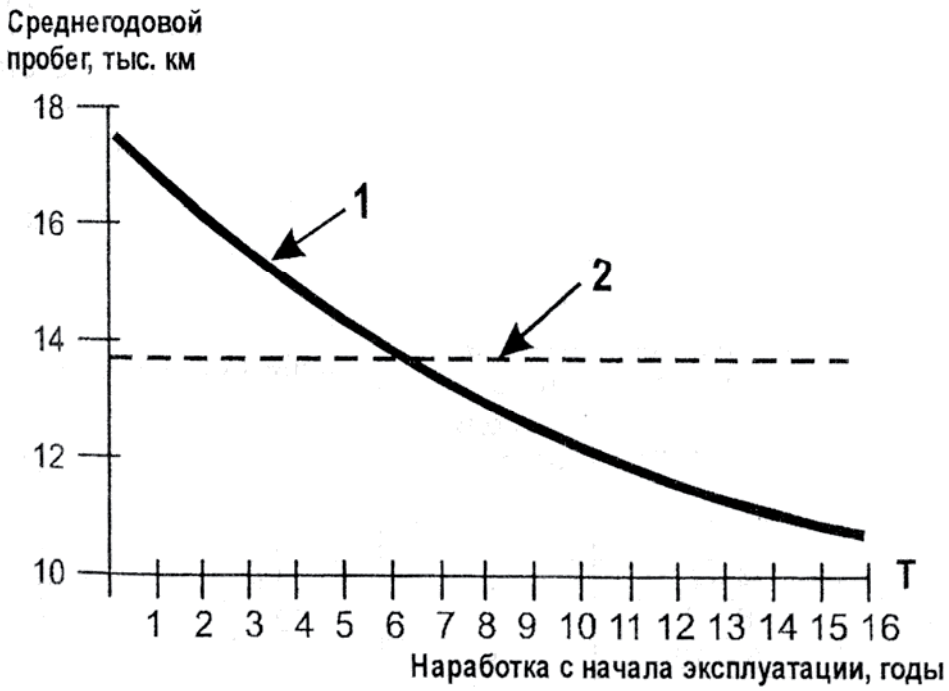
Возрастная группа j может исчисляться в годах или км пробега.

Возрастная группировка парка по пробегу (км) лучше отражает надежностные свойства автомобилей, но более сложна в расчетах из-за падения годовой наработки в км при старении автомобилей (рисунок 10.1).

Специалисту необходимо знать и следить за возрастной структурой парка по следующим причинам:

1) она не постоянна и изменяется во времени в зависимости от соотношений поставок и списания автомобилей;

2) при увеличении наработки автомобиля с начала эксплуатации большинство его технико-эксплуатационных свойств ухудшается.



1 – $L_г = \int (T)$; 2 – $L_г$ – среднегодовой пробег за T = 16 лет (реализуемый показатель)

Рисунок 11.1 – Изменение годового пробега ($L_г$) легкового автомобиля в зависимости от наработки с начала эксплуатации

Поэтому, оценивая показатели качества автомобилей или парков, следует учитывать возраст автомобиля и парка и использовать понятие реализуемые показатели качества.

3.2 Реализуемые показатели качества автомобиля и парка

Потребителя интересуют не только начальные значения показателей

качества, но и то, как они изменяются по мере эксплуатации изделия.

Реализуемый показатель качества элемента системы $\overline{П}_{кj}$ (t, L) – это средний показатель конкретного его свойства, определённый за заданную наработку (обычно – наработку до списания $t_{сп}$ или продажи).

$$\overline{П}_{кj} = \frac{\sum_{j=1}^{j} П_{кj}}{n_j}, \qquad (11.2)$$

где $П_{кj}$ – показатель качества элемента j-той возрастной группы (среднегодовой пробег, удельный простой в ремонте, и т.д.);

n_j – число возрастных групп, для которых определяется $\overline{П}_{кj}$.

Реализуемый показатель качества парка (как системы) определяется реализуемыми показателями качества элементов различных возрастных групп ($П_{кj}$), формирующих парк, и возрастной структурой парка в момент i

$$\overline{П}_{кi} = \sum_{j=1}^{j_{сп}=t_{сп}} П_{кj} \cdot a_{ij}, \qquad (11.3)$$

где $j_{сп}$ – последняя возрастная группа, подлежащая списанию ($j_{сп} = t_{сп}$).

Следовательно, при стабильных свойствах автомобиля как элемента системы (т.е. значениях $П_{kj}$, $t_{сп}$ реализуемый показатель качества автомобиля постоянен $\overline{П} = \text{const}$, а для парка (системы) он зависит от его возрастной структуры a_{ij}, т.е. $\overline{П} \neq \text{const}$.

На этом основано управление реализуемыми показателями качества парка.

3.3 Управление возрастной структурой парка (ВСП)

Средний возраст и возрастная структура (ВСП) 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;
- производительности автомобилей,
- потребности в рабочей силе и базе,
- запасных частях,

т.е. возрастная структура парка влияет на работу ИТС и автомобильно-

го транспорта в целом.

Поэтому необходимо:

- прогнозировать характер изменения возрастной структуры парка;
- уметь управлять возрастной структурой.

Под управлением ВСП понимается такое её изменение, которое обеспечивает получение в момент времени i заданных реализуемых показателей качества парка $\overline{П}_{кi}$.

На формирование ВСП влияют 4 основных фактора:

1) исходная ВСП, т.е. распределение парка по возрастным группам j в начальный момент времени i=1: a_{11}, a_{12}, a_{13},... a_{1j};

2) размер поставки новых автомобилей в момент i $A_{пi}$ (i= 1, 2, 3,...i);

3) размер списания автомобилей в этот же момент $A_{спi}$.

Факторы 2 и 3 характеризуются:

коэффициентом пополнения в i-м году r_i

$$r_i = \frac{A_{пi}}{A_i}, \qquad (11.4)$$

коэффициентом списания или выбытия в i-м году b_i:

$$b_i = \frac{A_{спi}}{A_i}, \qquad (11.5)$$

При: $r_i = b_j$ имеет место простое восстановление;

$r_i > b_i$ – расширенное восстановление (парк автомобилей постоянно увеличивается);

$r_i < b_i$ происходит сокращение (деградация) парка.

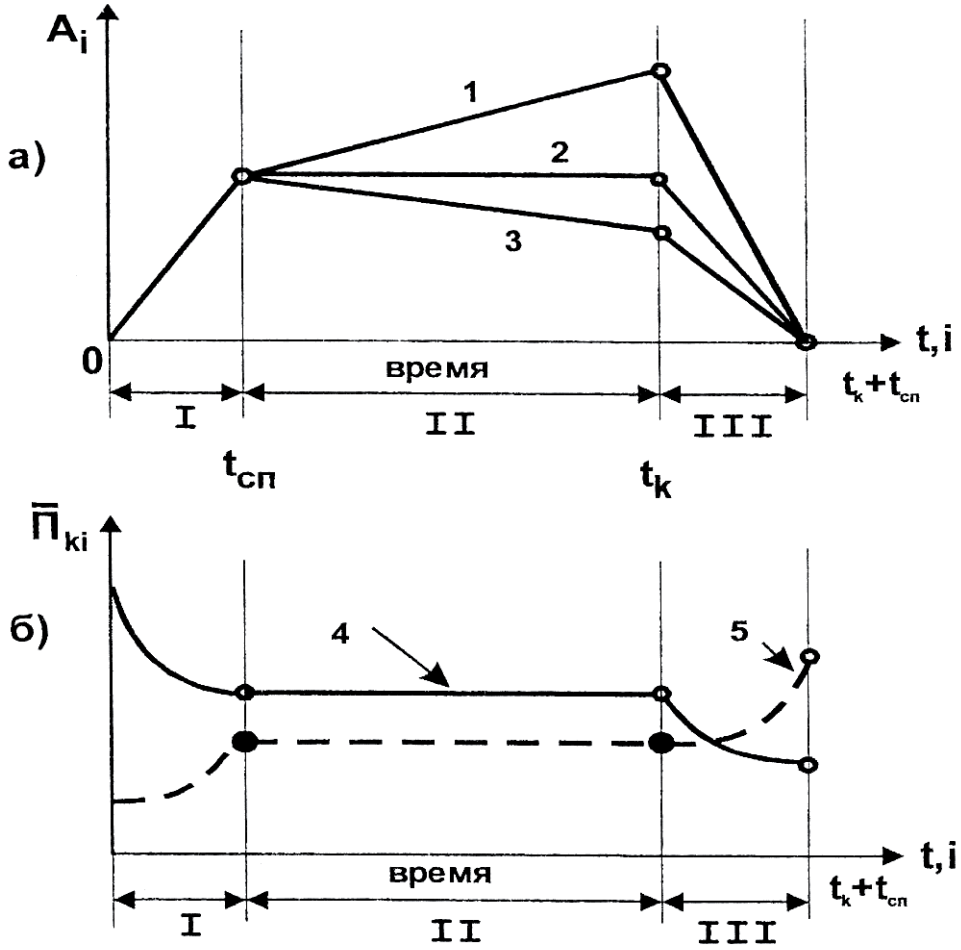
Для автомобильного парка США за последние 10 лет коэффициенты r и b составили в % к парку: легковые автомобили – 6,9 и 5,9; грузовые автомобили – 8,4 и 5,6.

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

Рассмотрим схему изменения размера вновь образованного в момент t=0 парка A_i при различном соотношении коэффициентов r_i (пополнения) и b_i (списания) и фиксированном сроке службы автомобиля ($t_{сп}$ = Const) → так называемое дискретное списание (рисунок 10.2).

При этом наблюдаются 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;



A_i – размер парка; $П_{ki}$ – реализуемые показатели качества; 4 – коэффициент технической готовности $a_т$; 5 – затраты на обеспечение работоспособности

Рисунок 11.2 – Схема изменения размера (а) и реализуемого показателя качества (б) парка

II – от $t=t_{сп}$ до момента окончания производства (или приобретения данной транспортной фирмой) автомобилей определенной модели (t_K).

На этом этапе зависимости от соотношения r и b может наблюдаться:

- рост парка r > b (1, рисунок 11.2),
- его стабилизациz r = b (2, рисунок 11.2);
- сокращение парка r < b (3, рисунок 11.2);

III – от t_K до $t_K + t_{сп}$ (рисунок 11.2) – постепенная ликвидация парка данных автомобилей (r = 0; b > 0).

Изменение таких реализуемых показателей качества $\overline{П}_{ki}$ как коэффициент технической готовности, затраты на обеспечение работоспособности) приведено на рисунке 2 «б» (при r=b на втором этапе).

Следует различать регулирование и управление возрастом и возрастной структурой парков.

Регулирование ВСП проводится на общегосударственном уровне и сводится к установлению такой амортизационной, налоговой, таможенной и лизинговой политики, которая способствует или препятствует (при плохой законодательной базе) быстрому обновлению парков.

Управление ВСП проводится на уровне конкретных предприятий и фирм и сводится к установлению в парке такого соотношения АТС разных возрастных групп, при котором достигается требуемый (заданный) для парка объем транспортной работы при минимальных затратах или максимальной прибыли.

Так, при сокращении сроков службы:

- уменьшаются затраты на ТО и ремонт, потребность в персонале и ПТБ для ТО и ремонта, потребность и затраты на запасные части.

- одновременно увеличивается поставка новых автомобилей, т.е. растут амортизационные отчисления для АТП и капиталовложения в промышленность для расширения производства автомобилей.

Данные показывают, что $t_{сп}^{опт} = 5...7$ лет $\rightarrow \min$ суммарные затраты на перевозки.

4 Рекомендации по формированию ВСП

Необходимость «омоложения» автомобильных парков диктуется безопасностью движения, экологическими и экономическими требованиями. Сокращение сроков службы интенсифицирует внедрение новых конструкций автомобилей, т. е. способствует НТП.

Методы управление ВСП зависят от принятого способа списания и поставки изделий:

Дискретное списание – по достижении установленной или принятой в данном предприятии наработки (срока службы $t_{сп}$ или пробега $L_{сп}$) 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 (международные, междугородные, пассажирские перевозки, экстренная доставка ценных грузов и т.д.).

Случайное списание характеризуется различной фактической наработкой до списания $t_{спi}$ или $L_{спi}$.

По этой схеме списание производится на основании контроля за определенными показателями работы автомобиля, например, по изменению производительности, уменьшению прибыли, расходу запасных частей и т.д.

Практические рекомендации по формированию ВСП.

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

Прогноз изменения возрастной структуры парка рекомендуется проводить, как минимум, ежегодно.

2) Изменение ВСП зависит от исходной структуры, темпов списания и пополнения, а также установленного срока службы автомобилей. Поэтому применительно к управлению ВСП недопустимо планирование по достигнутому уровню (размеру списания в предыдущие периоды).

3) Укрупнённым индикатором состояния парка является динамика изменения среднего возраста. В реальных системах средний возраст реагирует на экономическое состояние системы (предприятия, отрасли, страны), уровень жизни, повышение и сокращение надёжности, уровень эксплуатационных затрат и другие показатели. Существенное изменение среднего возраста является сигналом для тщательного анализа ВСП.

Например, в США рост среднего возраста парков в 1941-1946 гг. связан с практическим прекращением поставки автомобилей на внутренний рынок, а повышение возраста парка с середины 70-х годов объясняется повышением надёжности производимых автомобилей и качества их обслуживания в эксплуатации.

4) 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.

5) 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.

Ухудшаются свойства подвижного состава, непосредственно не связанные с надежностью, но влияющие на конкурентоспособность в рыночных условиях: внешний вид, комфортабельность, экологичность и др.

6) Существенного улучшения показателей работы парка можно добиться в результате его омоложения, т.е. своевременного списания автомобилей,

выработавших ресурс. Разовые поставки партий новых автомобилей приводят к временному улучшению показателей парка в целом, с последующим резким ухудшением этих показателей до момента списания этой группы автомобилей.

7) Обновление парка способствует улучшению показателей эффективности и повышает интенсивность внедрения автомобилей новых конструкций, т.е. мероприятий научно-технического прогресса, но является ресурсоемким фактором.

В рыночных условиях одним из распространенных и эффективных методов сокращения больших разовых инвестиций при обновлении парков являются различные формы лизинга.

Контрольные вопросы

1. Перечислите этапы, охватывающие полный жизненный цикл технической системы.
2. Из каких этапов складывается жизненный цикл элементов системы?
3. Для чего необходимо знать и следить за возрастной структурой парка?
4. Какие факторы влияют на формирование возрастной структуры парка?
5. Дайте рекомендации по формированию возрастной структуры парка.

Вопросы к зачету по дисциплине
«Управление социально-техническими системами»

1. Наиболее серьезные ошибки управления социально-техническими системами
2. Особенности состояния автомобильного транспорта на современном этапе
3. Управленческие последствия рыночного развития автотранспорта
4. Основные черты и свойства систем
5. Классификация систем
6. Элементы системы, требования к ним
7. Структура системы
8. Понятие об управлении
9. Основные этапы управления
10. Итеративный характер управления
11. Управляющие и управляемые элементы
12. Жесткое управление
13. Управление с обратной информационной связью
14. Регулирование спроса и предложения в рыночных условиях («паутинная модель»)
15. Реактивный и программно-целевой метод управления
16. Цели системы, целевая функция
17. Понятие о дереве целей
18. Построение дерева целей транспортного подразделения с/х предприятия
19. Понятие о дереве систем
20. Классификация подсистем и факторов дерева систем
21. Классификация управленческих решений по способу (ситуации) принятия
22. Классификация управленческих решений по объему имеющейся информации
23. Классификация управленческих решений по аппарату принятия
24. Принятие решений в условиях дефицита информации
25. Модели и их виды
26. Понятие об имитационном моделировании
27. Последовательность имитационного моделирования
28. Использование имитационного моделирования при определении периодичности ТО
29. Понятие о деловых играх

30. Классификация деловых игр по назначению
31. Классификация деловых игр по количеству участников
32. Классификация деловых игр по способу получения информации
33. Классификация методов экспертных оценок
34. Методы получения экспертных оценок
35. Особенности индивидуальной работы экспертов
36. Экспертиза по «методу комиссий»
37. Экспертиза по «методу суда»
38. Экспертиза по методу «мозговой атаки»
39. Метод Дельфи
40. Основные понятия теории игр
41. Интенсивное и экстенсивное развитие социально-технических систем
42. Кривая эффективности нововведений
43. Этапы подготовки и реализации нововведений
44. Риски нововведений
45. Полный жизненный цикл большой социально-технической системы
46. Жизненный цикл элементов социально-технической системы
47. Возрастная структура парка
48. Реализуемые показатели качества автомобиля и парка
49. Управление возрастной структурой автопарка (ВСП)
50. Рекомендации по формированию ВСП
51. Понятие о лизинге
52. Экономические предпосылки лизинга
53. Типы и виды лизинга
54. Этапы лизингового процесса
55. Преимущества и недостатки лизинга
56. Линейные ОСУ
57. Функциональные ОСУ
58. Линейно-функциональные ОСУ
59. Матричные ОСУ
60. Штабные ОСУ
61. Уровни управления производством
62. Оценочные показатели при анализе организационных структур управления
63. Сравнительный анализ организационных структур управления

Литература

1. Миротин, Л.Б. Управление социально-техническими системами [Текст]: учеб. пособие / Л.Б. Миротин, А.К. Покровский, А.Г. Некрасов. – Москва: ИЦ Академия, 2014. – 208 с.

2. Кузнецов, Е.С. Управление техническими системами [Текст]: Учебное пособие. - Изд. 4-е, перераб. и доп. / Е.С. Кузнецов. – М.: МАДИ (ТУ), 2003.

3. Еремеева, Л.Э. Управление социально-техническими системами: [Самостоятельное учебное электронное издание]: учеб. пособие / Л.Э. Еремеева – Сыктывкар: Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» (СЛИ), 2014. – 228 с.

4. Джерихов, В.Б. Управление техническими системами: [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов-выпускников специальности 190601 - Автомобили и автомобильное хозяйство – Электрон. дан. - СПб.: СПбГАСУ, 2007. - 51 с. – Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/177/67177/files/Djerichow_uch_metjod1.pdf.

5. Филатов, С.К. Организационно-производственные структуры транспорта [Текст]: учебное пособие / С.К. Филатов. – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2008. – 103 с.

6. Воронов, Ю.Е. Основы системного анализа [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов специальности 190701.01 Организация перевозок и управление на транспорте (Автомобильный транспорт) / Ю.Е. Воронов. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2011. – 78 с. – Режим доступа: http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90628&type=utchposob:common.

7. Клепцова, Л.Н. Менеджмент транспортного процесса [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов специальности 190701.01 Организация перевозок и управление на транспорте (Автомобильный транспорт) / Л.Н. Клепцова. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2011. . – 116 с. – Режим доступа: http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90511&type=utchposob:common.

8. Одуденко, Т.А. Управление социально-техническими системами [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Одуденко, А.Г. Какунина, Г.В. Санькова. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 82 с.

9. Юкаева, В.С. Управленческие решения [Текст]: учеб. пособие / В.С. Юкаева. – 4-е изд. – М. : Дашков и К°, 2009. – 324 с.

10. Беляев, В.М. Основы менеджмента на транспорте: учебник для студентов высш. учеб. заведений [Текст] / В.М. Беляев, Л.Б. Миротин, А.К. Покровский. – М. : Изд. центр «Академия», 2010. – 320 с.

11. Балдин, К.В. Управленческие решения [Электронный ресурс]: учебник / К.В. Балдин, В.Б. Уткин, С.Н. Воробьев. – М. : Дашков и К°, 2012. – 495 с. // ЭБС «Книгафонд». – Режим доступа: http://www.knigafund.ru.

12. Котик, М.А. Природа ошибок человека-оператора [Текст] / М.А. Котик, А.М. Емельянов. – М., 1993.

13. Бауэр, В.И. Методические указания к практическим работам «Анализ возрастной структуры автомобильных парков» по дисциплине «Управление техническими системами» для студентов специальности 15.02.00 «автомобили и автомобильное хозяйство» очной и заочной форм обучения (ч. 4) / Бауэр В.И., Оганесян Г. Ф., Осипенко А.М. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2002. – 24 с.

14. Филатов С.К. Сертификация автотранспортных средств [Текст]: учебное пособие / С.К. Филатов. – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2004. – 128 с.

15. Широков, А.П. Основы эргономики [Текст] : учеб. пособие / А.П. Широков. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2005. – 124 с.

Учебное издание

Филатов Сергей Константинович
канд. техн. наук, доцент

Сенькевич Анна Александровна
канд. техн. наук, доцент

УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Курс лекций

Авторская редакция

Объем ЭИ: 2,1 Мб.
Формат ЭИ: Portable Document Format (PDF).