

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«БОРИСОВСКИЙ АГРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

**ТЕМА: КАЧЕСТВО, НАДЁЖНОСТЬ И ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ  
СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ.**

**ДИСЦИПЛИНА «ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА» СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: 23.02.03. «ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА» 3-4 КУРС**

**17-18 лет.**

**ПОДГОТОВИЛ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ СПЕЦ ДИСЦИПЛИН  
БАБИЧ ФЕДОР ИВАНОВИЧ**

---

# **ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

---

## **ТЕМА 6: КАЧЕСТВО, НАДЁЖНОСТЬ И ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ**

---

# Качество, надёжность и технико-эксплуатационные свойства автомобиля

---

- Об изделии, материале, оказываемой услуге обычно судят по их качеству. Качество изделия (автомобиля, агрегата, детали) или материала (топлива, масла и пр.), как правило, изменяется в процессе эксплуатации в результате изменения самого изделия или материала и его составных элементов. Например, расход топлива при перевозке зависит не только от условий эксплуатации или конструкции автомобиля, но и от текущего состояния системы питания и зажигания автомобиля, износа цилиндропоршневой группы, изменения углов установки передних колес и т.д.

- 
- Поэтому очень важные для технической эксплуатации понятия качества, надежности, технического состояния автомобилей необходимо рассматривать во взаимосвязи, т.е. комплексно оценивать их влияние на реализацию целей автомобильного транспорта и его технической эксплуатации по схеме: техническое состояние работоспособность надежность качество цели.
  - **Качество** - это совокупность свойств, определяющих степень пригодности автомобиля, технологического оборудования, агрегата, детали, материала к выполнению заданных функций при их использовании по назначению, т.е. к эксплуатации.
-



Рис. 3.1. Логическая структура понятия качества (пример)

---

*Качество складывается из свойств (рис. 3.1). Каждое свойство характеризуется одним или несколькими параметрами, которые могут принимать при эксплуатации различные количественные значения, называемые показателями.*

**При анализе или оценке качества последовательно рассматривают следующие цепочки:**

- при оценке и испытании изделий: показатели – – параметры – свойства - качество;
  - при предъявлении требований к изделиям: качество – свойства – параметры - показатели.
-

- 
- Примеры развертывания показателей четырех свойств качества приведены на рис. 3.1. Так, одним из параметров топливной экономичности автомобиля (свойство) является контрольный расход топлива, количественное значение которого для конкретной модели (показатель) составляет 7 л/100 км.
-

---

**Обычно рассматривают технико-эксплуатационные свойства (ТЭС) автомобилей, главными из которых являются:**

- масса и габариты;
  - грузоподъемность;
  - вместимость;
  - маневренность;
  - проходимость;
  - безопасность;
  - экологичность;
  - динамичность (тягово-скоростная);
  - производительность;
  - экономичность
  - надежность;
  - топливная экономичность;
  - цена и др.
-

- Техничко-эксплуатационные свойства закладываются при проектировании и производстве;
- реализуются (в разной степени!) при производстве и в эксплуатации.

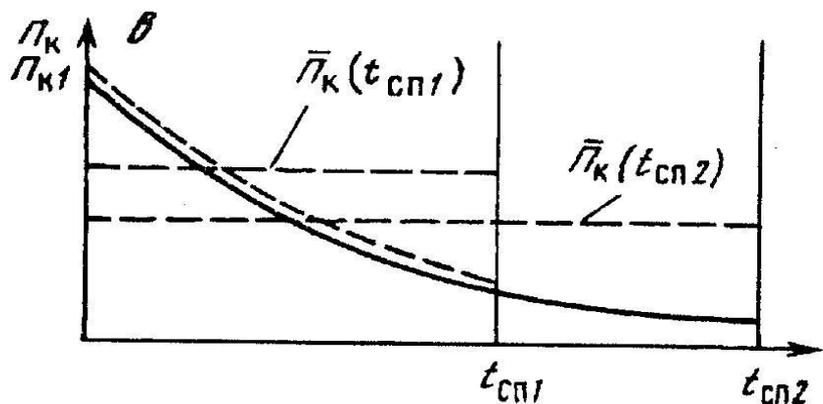
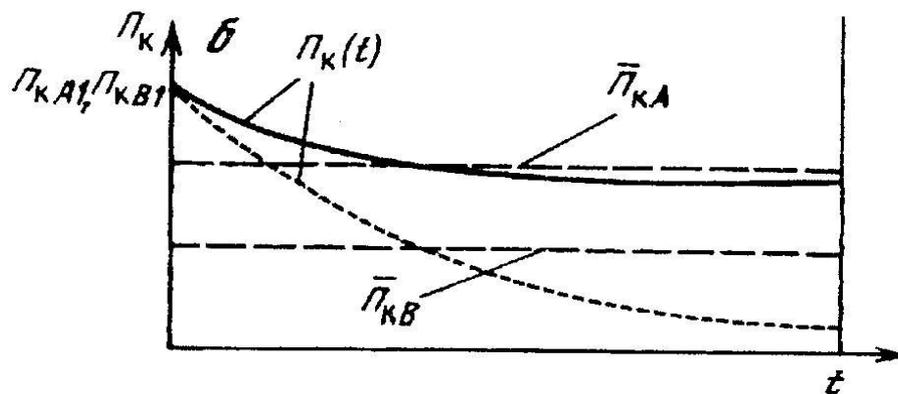
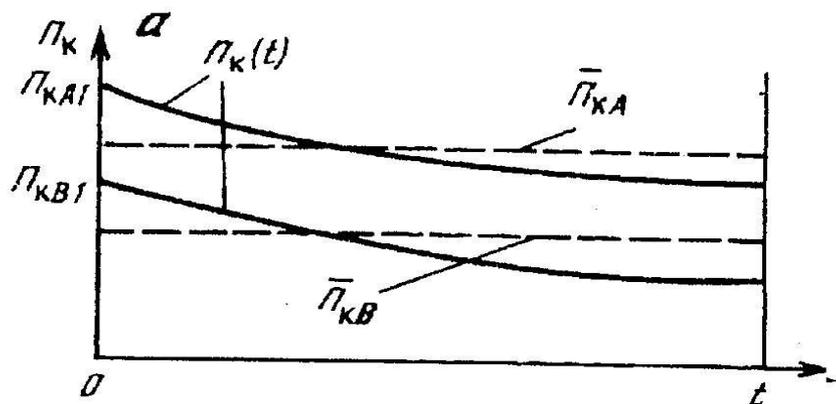


Рис. 3.2. Факторы, влияющие на реализуемый показатель качества автомобилей

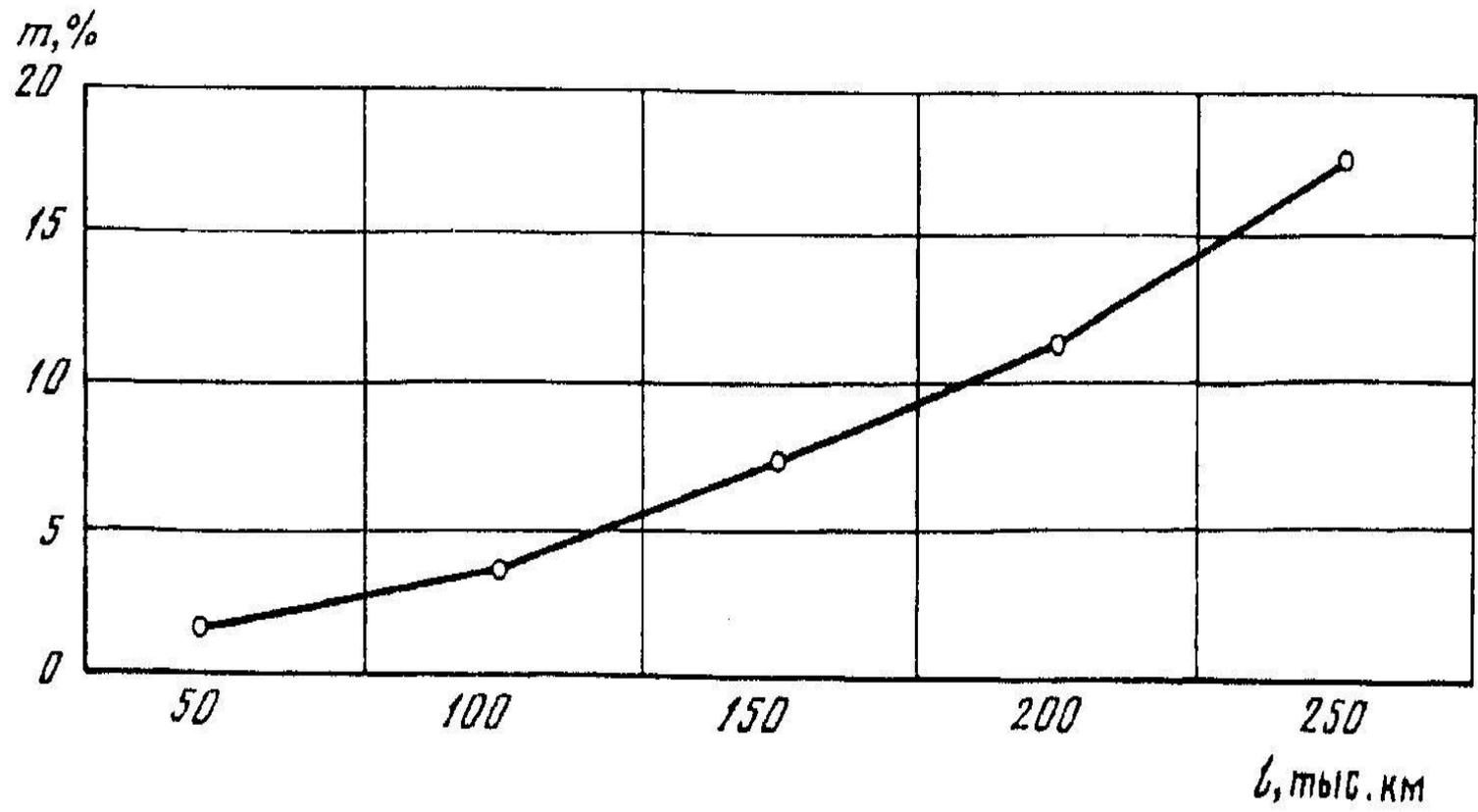
А и В – модели автомобилей; а – начальное значение показателя качества  $P_{k1}$ :  $P_{kA1} > P_{kB1}$ ,  $\bar{P}_{kA} > \bar{P}_{kB}$ ; б – стабильность  $P_k$  – интенсивность изменения  $P_k$  по мере старения изделия:  $P_{kA1} > P_{kB1}$ ,  $\bar{P}_{kA} > \bar{P}_{kB}$ ; в – срок службы до списания  $t_{cп}$ :  $t_{cп1} < t_{cп2}$ ,  $\bar{P}_k(t_{cп1}) > \bar{P}_k(t_{cп2})$

Таблица 3.1

**Изменение некоторых показателей  
качества грузового автомобиля  
 $P_k(t)$ , %**

Время эксплуатации, лет	Годовая производительность	Годовые затраты на обслуживание и ремонт
1	100	100
4	75–80	160–170
8	55–60	200–215
12	45–50	280–300
В среднем	68–73	185–196

- 
- При этом потребителя интересуют два главных показателя ТЭС (рис. 3.2): начальный уровень  $\Pi_{к1}$  и стабильность в процессе эксплуатации, т.е. изменение свойств, описываемое функцией  $\Pi_{к}(t) = \psi(t)$ , где  $t$  - наработка с начала эксплуатации.
  - **Стабильные ТЭС**,  $\Pi_{к}(t) = \text{const}$  практически не изменяются в течение всего срока службы изделия (габаритные и весовые показатели, грузоподъемность, вместимость и др.).
  - **Нестабильные ТЭС**,  $\Pi_{к}(t) \neq \text{const}$  ухудшаются в процессе работы и по мере старения автомобиля или агрегата. Это, например, производительность, затраты на обеспечение работоспособности, интенсивность использования автомобиля и др. (табл. 3.1, рис. 3.3). В значительной степени стабильность ТЭС автомобилей определяется их надежностью.
-



**Рис. 3.3.** Количество отказов бортовой компьютерной системы, %, в зависимости от наработки легкового автомобиля с начала эксплуатации

---

# 6.1 Надёжность автомобилей

---

- **Надежность** - это свойство любого изделия, в том числе и автомобиля, сохранять по наработке (времени, пробегу) в заданных пределах показатели всех параметров, определяющих способность выполнения изделием требуемой функции. Иногда говорят, что надежность - это качество изделия, развернутое во времени.
- Надежность является сложным свойством, которое в зависимости от назначения изделия и условий его применения включает в себя безотказность, долговечность, сохраняемость и ремонтпригодность.

- 
- **Безотказность** - это свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособность в течение определенной наработки (времени или пробега). Для оценки безотказности применяются: вероятность безотказной работы; средняя наработка до отказа и между отказами; интенсивность отказов для невосстанавливаемых изделий; параметр потока отказов для восстанавливаемых изделий.
  - Применительно к автомобилю обычно рассматривают безотказность в течение смены (она особенно важна), в течение заданной наработки (например, для междугородных или международных перевозок) или между очередными видами ТО. В последнем случае показатели безотказности характеризуют эффективность и качество ТО.
-

- 
- **Долговечность** - свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе проведения работ по поддержанию (ТО) и восстановлению (ремонту) работоспособности.
  - К основным показателям долговечности относятся: средний ресурс и средний срок службы; гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы; вероятность достижения предельного состояния. При определении надежности эти показатели обычно рассматриваются как для отдельных деталей, так и для агрегатов и автомобилей в целом.
-

- 
- Для деталей указанные показатели определяются при проведении их ремонта или, что реже, при списании деталей. Для агрегатов определяются ресурсы до ремонта и между ремонтами. Для автомобилей, кроме ресурсов до ремонта, определяются и нормируются, как правило, сроки службы до их списания.
  - **Ремонтопригодность (эксплуатационная технологичность)** - свойство автомобиля, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений, поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения ТО и ремонта. Основными показателями ремонтпригодности являются средние продолжительность и трудоемкость выполнения операций ТО и ремонта, которые применяются при нормировании и сравнении различных автомобилей.
-

- 
- Определяются также вероятность выполнения операций (вида) ТО и ремонта в заданное время и гамма-процентное время выполнения операции (вида) ТО или ремонта. Эти показатели необходимы для определения возможности проведения операций в заданное (или лимитированное) время.
  - Для характеристики ремонтпригодности используется ряд частных показателей, определяющих влияние конструктивных особенностей автомобиля на трудоемкость и продолжительность его обслуживания или ремонта. К ним относятся, например, абсолютное или относительное количество мест (точек) обслуживания на автомобиле (агрегате и т.д.) и их доступность, а также трудоемкость снятия узлов, агрегатов и деталей, число видов применяемых эксплуатационных материалов, номенклатура необходимого оборудования и инструмента и др.
-

- 
- **Сохраняемость** - свойство автомобиля сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и транспортирования.

Сохраняемость характеризуется средним и гамма-процентными сроками сохраняемости изделий. На автомобильном транспорте эти показатели применяются: для автомобилей - при длительном их хранении (консервации), транспортировании; для материалов (масел, жидкостей, красок) и некоторых видов изделий (шин, аккумуляторных батарей и др.) при их кратковременном и длительном хранении.

---

- 
- Для изделий, отказы которых представляют угрозу для людей, персонала и окружающей среды, применяются также понятия «*безопасность*» и «*живучесть*».
  - **Безопасность** - это свойство изделия не создавать или минимизировать угрозу для жизни и здоровья людей, а также окружающей среды. Для автомобиля типичной является дорожная и экологическая безопасность.
  - Под **живучестью** или **отказоустойчивостью** (fail-safe property) понимается свойство изделия и системы его эксплуатации противостоять критическому развитию ситуации в момент и после возникновения отказа. Для характеристики отказоустойчивости в системе оператор-изделие в международных документах применяется термин fool-proof property (дословно «дуракоустойчивость»).
-

Таблица 3.2

## Изменение показателей качества автомобиля-такси, % (извлечение)

Параметр	$P_k$ при наработке*, тыс. км						Реализуемый показатель качества** за наработку, тыс. км	
	50–100	100–150	150–200	200–250	250–300	300–350	150	350
Пробег за рабочий день	98	61	57	54	47	43	86	66
Простои на ТО и в ТР	109	115	125	139	163	184	108	134
Затраты на запчасти	490	836	14 раз	38 раз	51 раз	58 раз	475	2500
Номенклатура запасных частей	232	268	361	442	463	484	200	336
Средняя трудоемкость устранения отказа	204	341	10 раз	6 раз	7,6 раза	17 раз	215	672

\*Показатели  $P_k$  для наработки до 50 км приняты за 100%.

\*\*См. следующий параграф.

- 
- Сочетание свойств безотказности и ремонтпригодности характеризуется готовностью изделия (availability).
  - Имея отчетные данные или ведя наблюдения за изделиями (детальями, агрегатами, автомобилями), можно дать вероятностную характеристику свойствам надежности, а также оценить закономерности изменения технического состояния. Эти характеристики необходимы для решения практических вопросов организации ТО и ремонта автомобилей, в частности для определения нормативов технической эксплуатации.
  - Оценка ТЭС по интервалам пробега в течение всего срока работы автомобиля характеризует темп его старения (табл. 3.2)
-

---

## 6.2 Реализуемые показатели качества автомобилей

---

- Для количественной характеристики стабильности ТЭС используются реализуемые показатели качества автомобиля и парка.
- **1. Реализуемый показатель качества автомобиля** - среднее значение определенного показателя за заданную наработку ( $t$  или  $l$ ):

$$P_k(t, l) = \frac{\sum_{j=1}^n P_{kj}}{n_j},$$

- Где  $\sum_{j=1}^n P_{kj}$  - сумма показателей качества по группам наработки  $j$ ;  $n_j$  - число групп.

- 
- Например, реализуемый показатель качества «пробег за рабочий день автомобиля-такси» (см. табл. 3.2), определяющий размер выручки, при общей наработке с начала эксплуатации 150 тыс. км составляет

$L_k(150) = 86\%$ , т.е. по сравнению с автомобилем, имеющим наработку до 50 тыс. км (100%), снижается на 14%.

При увеличении общей наработки до 350 тыс. км этот показатель еще ниже:  $L_k(350) = 66\%$ .

---

- 
- Обобщающим показателем качества является изменение рыночной цены по мере старения изделия. Например, средняя рыночная цена автомобилей ВАЗ по сравнению с новым автомобилем (100%) составляет по годам с начала эксплуатации: 2-й год - 88%; 4-й - 74%; 6-й - 61%; 8-й - 53%; 10-й-44%; 12-й -37%; 14-й-32%. Этот показатель используется при определении момента замены автомобиля на новый или подержанный, но имеющий меньшую наработку с начала эксплуатации.
  - *Таким образом, можно управлять реализуемым показателем качества автомобиля в эксплуатации, приобретая автомобили с более высокими начальными значениями показателей качества (см. рис.3.2,а), более стабильными в эксплуатации (см. рис. 3.2,б) и изменяя сроки их службы (см. рис. 3.2,в).*
-

- 
- **3. Примеры определения реализуемых показателей качества.**
  - **Автомобиль.** Показатель - годовые затраты на обслуживание и ремонт (см. табл. 3.1).
  - За 12 лет:

$$\overline{\Pi}_R(t = 12) = \frac{100 + 160 + 200 + 280}{4} = 185\%$$

- $\Pi_K(t = 12) = 185\%$  по отношению к новому автомобилю  $\Pi_K(1) = 100\%$ .
  - За 8 лет:
- $$\overline{\Pi}_R(t = 8) = \frac{100 + 160 + 200}{4} = 153\%$$
- Рекомендуемая классификация отказов приведена в табл. 3.4.
-

- 
- Главное внимание специалистов ИТС должно быть уделено анализу и предупреждению следующих отказов и неисправностей: 1.1, 2.3, 3.1, 4.1, 5.1, 5.2, 6.2, 7.1, 7.1.2.
  - При производственном учете отказов и неисправностей автомобилей рекомендуется кодировать признаки отказов для последующего анализа и принятия мер.
  - Данные табл. 3.5 свидетельствуют, что реально влияет на надежность автомобиля ограниченная номенклатура критических по надежности деталей, лимитирующая безотказность, дорожную и экологическую безопасность. Как следствие, такая же неравномерность наблюдается и по номенклатуре необходимых при устранении отказов и неисправностей запасных частей, которые делятся на три группы: А, В, С (рис. 3.6). Например, на 20% необходимой номенклатуры запасных частей (группа А) приходится более 65% общих расходов на запасные части. Это так называемые быстроизнашиваемые детали.
-

Таблица 3.5

## Распределение деталей по влиянию на надежность автомобиля

Номер	Группа деталей	Количество	
		тыс. шт.	%
1	Практически не меняют свои свойства за срок службы автомобиля	8-9	50-53
2	Меняют свои свойства за срок службы автомобиля	7-9	46-50
2.1	Не лимитируют надежность автомобиля: срок службы детали не меньше срока службы автомобиля	4-5	27-28
2.2	Лимитируют надежность автомобиля: срок службы детали меньше срока службы автомобиля	3-4	20-22
2.2.1	Относительно надежные. Лимитируют долговечность – срок службы более года	2,7-3,5	18-19
2.2.2	Критические по надежности. Лимитируют безотказность – срок службы менее года	0,2-0,3	1,3-1,7
2.2.3	Критические по безопасности движения и экологии	0,1-0,2	0,7-1,3

---

## 6.3 Классификация отказов и неисправностей автомобилей

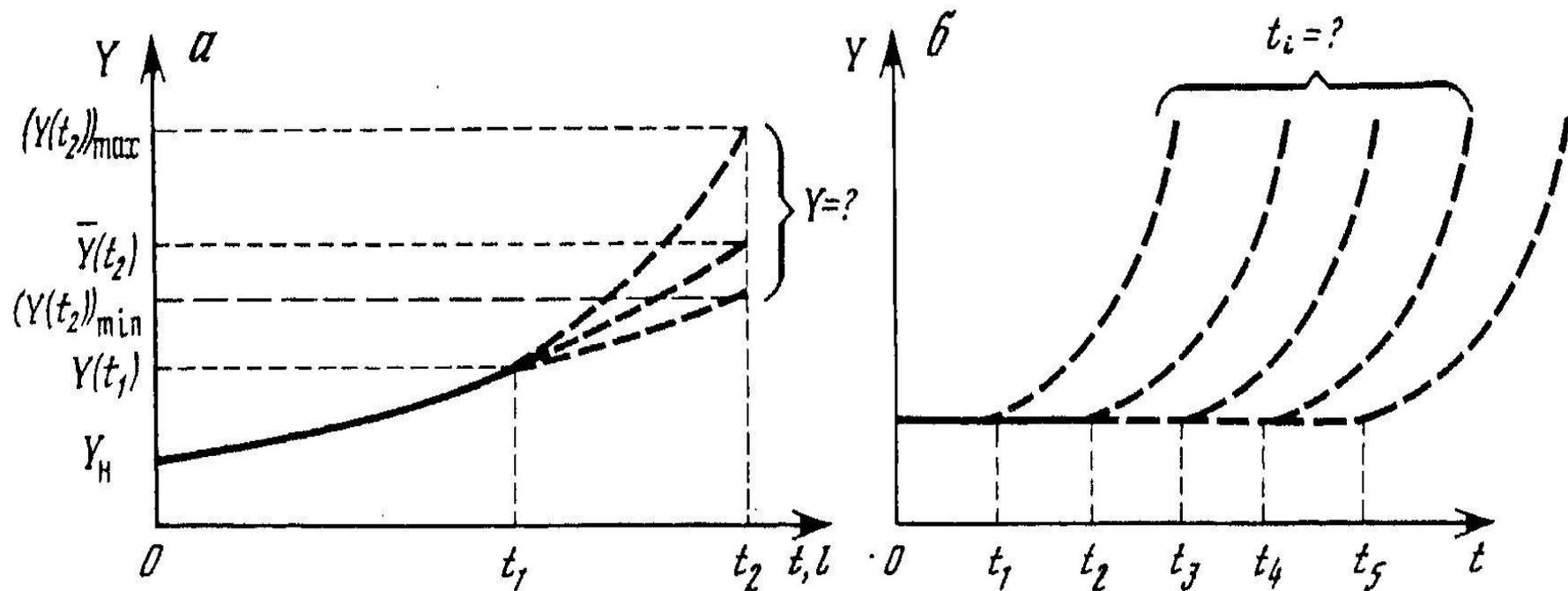
---

- Для предупреждения отказов и неисправностей, а также выявления их источников, предъявления претензий и рекламаций изготовителю необходимо знать причины и механизмы возникновения и проявления отказов, а также их влияние на надежность и работоспособность автомобиля в целом, т.е. на его способность выполнять транспортный процесс (табл. 3.4, 3.5).

Таблица 3.4

## Классификация отказов и неисправностей

Признак	Вид
1. Влияние на работоспособность изделия	1.1. Отказ элемента вызывает отказ автомобиля 1.2. Отказ элемента не вызывает отказ автомобиля (неисправность)
2. Источник возникновения отказа автомобиля	2.1. Конструктивные (недостатки конструкции) 2.2. Производственные (несовершенство или нарушение технологии изготовления) 2.3. Эксплуатационные (нарушение правил перевозок и технической эксплуатации, квалификация персонала)
3. Связь с отказами других элементов	3.1. Зависимые – отказ одного элемента вызван отказом или неисправностью другого элемента 3.2. Независимые – отказ вызван изменением технического состояния или внешними факторами
4. Характер изменения параметра технического состояния (рис. 3.5)	4.1. Постепенные 4.2. Внезапные
5. Частота	5.1. С малой наработкой $x_i < (1,5 \div 2)$ тыс. км 5.2. Со средней наработкой $(2 \div 3) < x \leq (8 \div 15)$ тыс. км 5.3. С большой наработкой $x > (15 \div 20)$ тыс. км
6. Продолжительность устранения	6.1. Не влияют на рабочее время автомобиля 6.2. Влияют на рабочее время автомобиля
7. Место (время) возникновения	7.1. Линейные – возникают в режиме рабочего времени и нарушают транспортный процесс 7.1.1. Устраняемые на линии 7.1.2. Неустраняемые на линии 7.2. Выявленные в нерабочее время автомобиля



**Рис. 3.5.** Изменение параметра технического состояния при постепенных (а) и внезапных (б) отказах

а: монотонные изменения  $Y$ ; возможность в момент  $t_1$  прогнозировать интервал изменения  $Y$  в момент  $t_2$ ; возможность предотвратить отказ профилактическими методами (ТО); б: скачкообразные изменения параметра в случайный момент без явных упреждающих признаков; невозможность прогнозирования для конкретного изделия момента возникновения отказа; невозможность предотвратить отказ профилактическими мерами (ТО)

---

# Контрольные вопросы

---

- Из каких свойств складывается качество автомобиля?
- Какие обычно рассматривают технико-эксплуатационные свойства?
- Что такое надёжность автомобиля?
- Что означает реализуемый показатель качества?
- как классифицируются отказы неисправности?

# Литература

- \* 1. В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин Ремонт автомобилей и двигателей-Москва, Академия-2014г.
- \* 2. В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов Техническое обслуживание и ремонт автомобилей-Москва, Академия-2014г.
- \* 3. В.В. Петросян Ремонт автомобилей и двигателей-8-е издание-Москва, Академия-2014г