

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ДИАГНОСТИКА, РЕМОНТ И УТИЛИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В двух частях

Часть 1

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности «Транспортные средства специального назначения» (специализация: «Наземные транспортные средства и комплексы аэродромно-технического обеспечения полетов авиации»), № 101-У/15-рг109-36 от 01.09.2015

Красноярск
СФУ
2016

УДК 629.36(07)

ББК 39.12я73

Э414

А в т о р ы:

А. В. Лысянников, Ю. Г. Серебrenикова, В. Г. Шрам, Ю. Ф. Кайзер,
Р. Б. Желудевич, Н. Н. Лысянникова, М. А. Плахотникова, М. А. Ковалева

Р е ц е н з е н т ы:

В. А. Ушанов, доктор технических наук, профессор Красноярского государственного аграрного университета;

А. А. Игнатъев, механик транспортной службы филиала ООО «РН-Аэро» в а/п Красноярск

Э414

Эксплуатация, диагностика, ремонт и утилизация транспортных средств специального назначения : курс лекций : в 2 ч.
Ч. 1. Основы технической эксплуатации транспортных средств специального назначения / А. В. Лысянников, Ю. Г. Серебrenикова, В. Г. Шрам [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. – 144 с.

ISBN 978-5-7638-3429-1 (ч. 1)

ISBN 978-5-7638-3431-4

В курсе лекций раскрыты основные вопросы технической эксплуатации транспортных средств специального назначения (ТССН), причины и последствия изменения технического состояния, стратегии и тактики обеспечения работоспособного состояния, свойства и показатели надежности технических систем, причины снижения работоспособности, методы ремонта деталей, нормативы технической эксплуатации, методы оптимизации ресурса и диагностирования транспортных средств.

Предназначен для студентов, обучающихся по специальности «Транспортные средства специального назначения» (специализация «Наземные транспортные средства и комплексы аэродромно-технического обеспечения полетов авиации»). Может использоваться для прикладных целей.

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 629.36(07)
ББК 39.12я73

ISBN 978-5-7638-3429-1 (ч. 1)
ISBN 978-5-7638-3431-4

© Сибирский федеральный
университет, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Лекция 1. Понятие технической эксплуатации транспортных средств специального назначения	6
Лекция 2. Техническое состояние транспортных средств специального назначения. Причины и последствия его изменения	11
2.1. Техническое состояние транспортных средств и методы его определения	11
2.2. Стратегии обеспечения работоспособности	13
2.3. Тактики обеспечения и поддержания работоспособности автомобилей.....	17
Лекция 3. Свойства и показатели надежности технических систем	21
3.1. Понятие качества и технико-эксплуатационные свойства транспортных средств специального назначения	21
3.2. Основные показатели надежности машин	24
3.3. Реализуемые показатели качества автомобилей	28
3.4. Классификация и характеристика отказов и неисправностей автомобилей.....	30
Лекция 4. Причины снижения работоспособности транспортных средств специального назначения в процессе их эксплуатации	35
4.1. Обеспечение надежности при конструировании, производстве и эксплуатации машин	35
4.2. Факторы, влияющие на техническое состояние автомобиля.....	37
Лекция 5. Методы обеспечения работоспособности техники	45
5.1. Процесс восстановления изделий и их совокупностей.....	45
5.2. Практическое значение и методы определения показателей процесса восстановления	47
5.3. Технологические методы ремонта деталей.....	52
Лекция 6. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт транспортных средств специального назначения. Рабочие посты	65
6.1. Назначение системы технического обслуживания и ремонта. Формирование структуры	65
6.2. Содержание и уровни регламентации системы технического обслуживания и ремонта.....	70
6.3. Организация технологического процесса технического обслуживания и текущего ремонта в автотранспортных предприятиях на рабочих постах	75

Лекция 7. Определение нормативов технической эксплуатации транспортных средств специального назначения	87
7.1. Понятие, значение и практическое применение нормативов при планировании и организации технического обслуживания	87
7.2. Определение периодичности технического обслуживания	90
7.3. Определение трудозатрат при технической эксплуатации	96
7.4. Определение потребности в запасных частях	100
7.5. Нормирование и оценка ресурсов агрегатов и автомобилей	101
7.6. Применение статистических испытаний при нормировании и обосновании управленческих решений	104
Лекция 8. Оптимизация ресурса транспортных средств специального назначения	108
8.1. Количественная оценка состояния транспортных средств специального назначения	108
8.2. Связь коэффициента технической готовности с показателями надежности автомобилей	110
8.3. Структурно-производственный анализ показателей эффективности технической эксплуатации	112
Лекция 9. Контроль технического состояния и качества технического обслуживания транспортных средств	117
9.1. Общие представления о технической диагностике автомобилей	117
9.2. Классификация диагностического оборудования	119
9.3. Комплект диагностического оборудования современной станции. Подбор и возможности	121
9.4. Основные виды неразрушающего контроля	126
9.5. Средства реализации метода неразрушающего контроля. Метрологическое обеспечение	131
9.6. Основные методы неразрушающего контроля	133
Заключение	141
Библиографический список	142

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс лекций по дисциплине «Эксплуатация диагностика, ремонт и утилизация транспортных средств специального назначения» состоит из двух частей.

В первой части 1 «Основы технической эксплуатации транспортных средств специального назначения» раскрыты вопросы технической эксплуатации ТССН, рассмотрены причины и последствия изменения технического состояния, свойства и показатели надежности технических систем, работоспособности техники, вопросы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) ТССН, нормативы технической эксплуатации ТССН, процесс оптимизации ресурса машин, причины снижения работоспособности спецмашин в процессе эксплуатации и техника технического диагностирования ТССН.

Во второй части «Технология технического обслуживания транспортных средств специального назначения» будут рассмотрены: понятие технологического процесса, планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта ТССН, конструкции и техническое обслуживание колес и шин транспортных средств, обеспечение работоспособности сборочных единиц машин, классификации эксплуатационных материалов, эксплуатация и утилизация аккумуляторных батарей, особенности сезонной эксплуатации транспортных средств специального назначения для ремонта и содержания аэродромов, основы проектирования эксплуатационных предприятий, производственная и экологическая безопасность при технической эксплуатации транспортных средств специального назначения, техническая эксплуатация в обеспечении экологической безопасности, технология хранения, расконсервации и ввода в эксплуатацию транспортных средств специального назначения.

В основу курса лекций положены материалы монографий и учебных пособий, а также учтены опыт и результаты исследований ряда научно-исследовательских и проектных учреждений и высших учебных заведений, изложенные в вышедшей ранее литературе. Отсутствие современных учебников по тематике транспортных средств специального назначения свидетельствует о необходимости и своевременности издания данной учебной литературы, что приобретает исключительно важное значение для прикладных целей.

Курс лекций предназначен для студентов, обучающихся по специальности «Транспортные средства специального назначения» (специализация «Наземные транспортные средства и комплексы аэродромно-технического обеспечения полетов авиации»).

Лекция 1

ПОНЯТИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Техническая эксплуатация автомобиля (ТЭА) как область практической деятельности – это комплекс взаимосвязанных технических, экономических, организационных и социальных мероприятий, которые обеспечивают:

- своевременную передачу службе перевозок или внешней клиентуре работоспособных автомобилей необходимых номенклатуры и количества и в нужное для клиентуры время;
- поддержание автомобильного парка в работоспособном состоянии при рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов, соблюдении нормативных уровней дорожной и экологической безопасности;
- нормативные условия труда персонала.

ТЭА как *отрасль науки* определяет пути и методы управления техническим состоянием автомобилей и парков для обеспечения регулярности и безопасности перевозок, заданных уровней работоспособности и технического состояния, оптимизации материальных и трудовых затрат, минимума отрицательного влияния автомобильного транспорта на людей и окружающую среду.

В зависимости от вида предприятий и рода их деятельности система технической эксплуатации автомобилей организационно и экономически может выступать в качестве:

1) производственной структуры (подсистемы) конкретного предприятия или их объединений (транспортная компания, холдинг, коммерческое автотранспортное предприятие), осуществляющей наряду с перевозками поддержание парка в работоспособном состоянии;

2) независимого хозяйственного субъекта, оказывающего платные услуги владельцам разнообразных автотранспортных средств всех форм собственности.

В первом случае главный вклад ТЭА состоит в том, что она обеспечивает систему коммерческой эксплуатации предприятия работоспособными и технически исправными транспортными средствами, т. е. обеспечивает саму возможность реализации транспортного процесса.

Во втором случае, широко распространенном в рыночных условиях, система технической эксплуатации трансформируется в сервисную систему (автосервис).

Сервис (сервисная система) – совокупность средств, способов и методов предоставления платных услуг по приобретению, эффективному использованию, обеспечению работоспособности, экономичности, дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств в течение всего срока их службы.

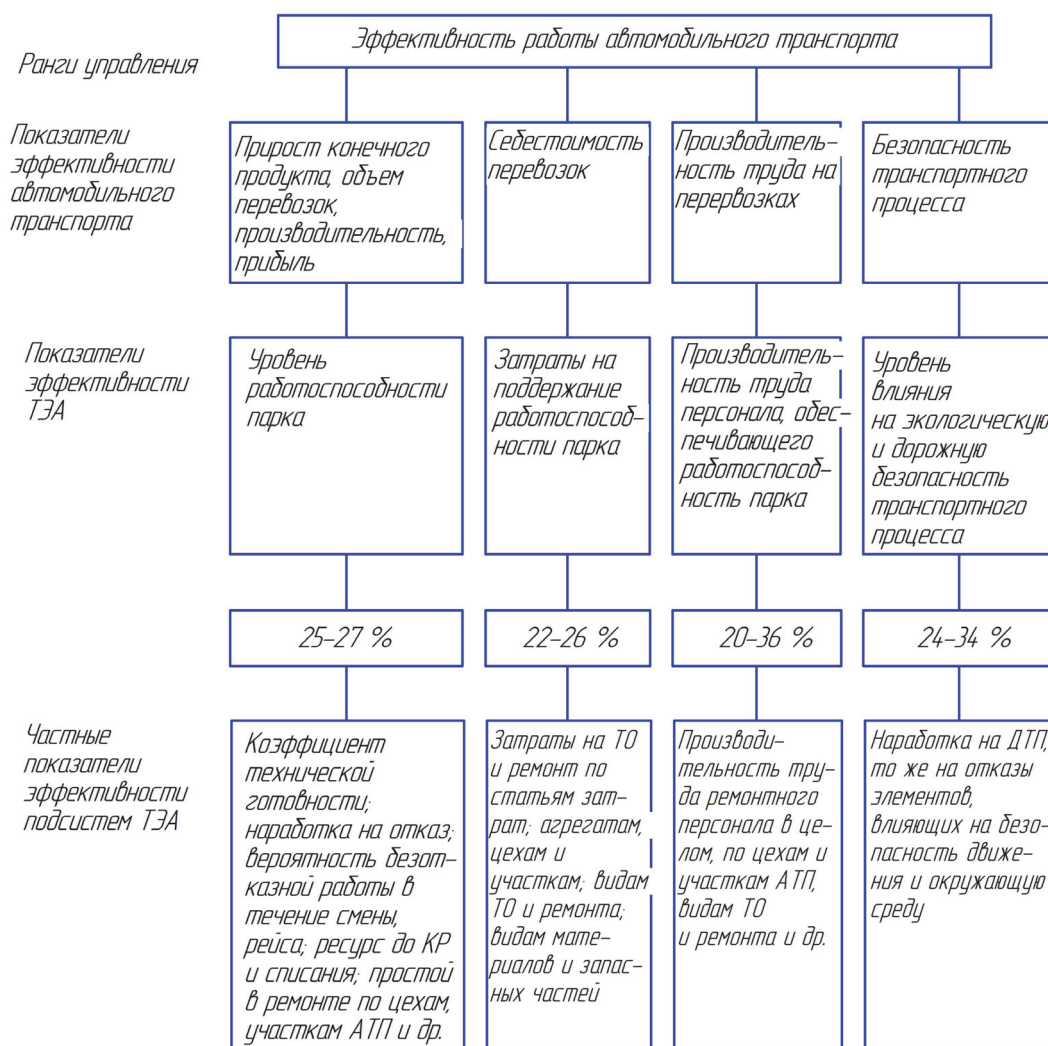


Рис. Связь показателей эффективности работы автомобильного транспорта и его подсистемы технической эксплуатации: ДТП – дорожно-транспортные происшествия; КР – капитальный ремонт

Техническая эксплуатация и сервис обычно включают в различных для разных предприятий комбинациях следующие основные *виды работ и услуг*:

- подбор и доставку необходимых для предприятия или клиента автотранспортных средств, оборудования, запасных частей и материалов;
- куплю и продажу новых и подержанных автотранспортных средств и агрегатов, их оценку;
- предпродажное обслуживание и гарантийный ремонт;

- заправку, мойку, уборку и хранение;
- техническое обслуживание (ТО) и ремонт автотранспортных средств в течение их эксплуатации;
- инструментальный технический осмотр и подготовку к нему;
- продажу запасных частей, материалов, комплектующих изделий и принадлежностей;
- предоставление автотранспортных средств в прокат и лизинг;
- техническую помощь на линии, эвакуацию;
- модернизацию, переоборудование и дооснащение автотранспортных средств, тюнинг;
- сбор и утилизацию отходов, образующихся при эксплуатации автотранспортных средств, включая прием и направление на переработку списанных изделий;
- информационное обеспечение владельцев автотранспортных средств;
- обучение и консультацию персонала автотранспортных предприятий (АТП), предпринимателей, физических лиц – владельцев автотранспортных средств.

Система технической эксплуатации автомобилей способствует повышению эффективности работы автомобильного транспорта, влияет на объем транспортной работы, прибыль, производительность труда персонала и безопасность транспортного и сопутствующих процессов (см. рис.). Это влияние обеспечивается ТЭА в целом и ее подсистемами, которые называются *целереализующими*.

Наиболее важными из них являются *подсистемы*:

C_{01} – анализ и формирование потребности в услугах и воздействиях по техническому обслуживанию, ремонту и подготовке автомобилей к эксплуатации (внешние потребности – рынок и внутренние потребности предприятия, диверсификация, корректирование производственной программы);

C_{02} – нормативно-технологическое обеспечение и организация поддержания и восстановления работоспособности автомобилей и парков: система и виды ТО и ремонта, соответствующие нормативы, технологические процессы технического обслуживания, ремонта, хранения, заправки подвижного состава и др.;

C_{03} – производственно-техническая база, включающая предприятия (АТП, гаражи, станции технического обслуживания (СТО), мастерские, склады и т. д.), здания, сооружения, технологическое оборудование, используемые при хранении, заправке, техническом обслуживании и ремонте;

C_{04} – персонал, состоящий из ремонтных и вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников и частично водителей (при их

участии в ТО и ремонте), выполняющий работы по техническому обслуживанию, ремонту, хранению и подготовке автомобилей к эксплуатации;

С₀₅ – снабжение и резервирование, характеризующиеся каналами получения, хранения и методами доставки потребителям запасных частей и материалов, включая топливо, структурой дистрибьюторской сети, порядком расчетов за расходуемые запасные части и материалы и др.;

С₀₆ – эксплуатационные материалы и подвижной состав, качество, конструктивное совершенствование, уровень надежности, возрастная структура которых фактически определяют объемы и содержание работ по поддержанию и восстановлению работоспособности парков и отдельных автомобилей;

С₀₇ – условия эксплуатации подвижного состава (дорожные, природно-климатические, транспортные и др.), влияющие на объем и содержание работ по поддержанию и восстановлению работоспособности парков и отдельных автомобилей.

Тест

1. Эксплуатация автомобильного транспорта как совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности направлена:
 - а) на обеспечение работоспособности автомобильного транспорта;
 - б) эффективное использование автомобильного транспорта;
 - в) утилизацию автомобильного транспорта.
2. Область практической деятельности ТЭА – это:
 - а) обеспечение работоспособности автомобилей при их технической эксплуатации;
 - б) поддержание дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств при производстве и эксплуатации;
 - в) комплекс взаимосвязанных технических, экономических, организационных и социальных мероприятий.
3. Как отрасль науки ТЭА определяет:
 - а) пути и методы управления техническим состоянием автомобилей и парков;
 - б) комплекс взаимосвязанных технических, экономических, организационных и социальных мероприятий;
 - в) требования к техническому состоянию автомобилей и парков.
4. Как отрасль науки ТЭА не обеспечивает:
 - а) регулярность и безопасность перевозок при наиболее полной реализации технико-эксплуатационных свойств автомобилей;
 - б) оптимизацию материальных и трудовых затрат;
 - в) организацию хранения и расконсервации транспортных средств.

- 5.** Совокупность средств, способов и методов предоставления платных услуг по приобретению, эффективному использованию, обеспечению работоспособности, экономичности, дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств в течение всего срока их службы называется:
- а) сервисной системой;
 - б) эксплуатацией;
 - в) инженерно-технической службой.
- 6.** В основные виды работ и услуг технической эксплуатации и сервиса не входят:
- а) подбор и доставка необходимых для предприятия или клиента автотранспортных средств, оборудования, запасных частей и материалов;
 - б) техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств в течение их эксплуатации;
 - в) подготовка требований к техническому состоянию автомобилей и парков.

Лекция 2

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ

2.1. Техническое состояние транспортных средств и методы его определения

Техническое состояние автомобиля – состояние, характеризующее совокупностью его эксплуатационных свойств, изменяющихся в процессе эксплуатации, измеренных и оцененных количественно. К основным эксплуатационным свойствам автомобиля относятся надежность, топливная экономичность, динамичность и безопасность движения.

При эксплуатации изделия за пределами ресурса наступает отказ – нарушение или потеря работоспособности.

Отказ автомобиля – это такое изменение его технического состояния, которое приводит к невозможности начать транспортный процесс или к прекращению уже начатого процесса.

Отказ автомобиля обуславливает:

- несвоевременный выход транспортного средства на линию;
- прекращение транспортного процесса (сход с линии);
- неполное выполнение задания;
- недопущение к работе или прекращение работы автомобиля на линии ответственными работниками предприятия, сотрудниками ГИБДД или транспортной инспекцией.

Все остальные отклонения технического состояния автомобиля классифицируются как *неисправность* транспортного средства.

Автомобили используются циклически, и время их непосредственной работы чередуется с техническими или организационными простоями. Поэтому классификация отказов автомобиля связана не только с техническим событием, но и с моментом возникновения этого события и продолжительностью восстановления работоспособности.

В зависимости от момента и места возникновения различают:

- *линейные отказы*, возникающие на линии в течение рабочего времени автомобиля, нарушающие транспортный процесс;
- *нелинейные отказы*, выявленные в межсменное время автомобиля.

Все линейные отказы подразделяются на устраняемые на линии с потерей рабочего времени и не устраняемые на линии и требующие транспортировки автомобиля для устранения отказа (сход с линии).

Техническое состояние изделия определяется текущими значениями конструктивных параметров с использованием прямого и косвенного методов (табл. 2.1). При *прямом методе* производят непосредственное измерение конструктивных параметров, а при *косвенном* о техническом состоянии судят по косвенным диагностическим параметрам.

Таблица 2.1

Достоинства и недостатки методов технического обслуживания

Метод	Достоинства	Недостатки
Прямой	Точность, достоверность, наглядность, использование простого инструмента, простые технологии	Необходимость частичной или полной разборки, нарушение приработки элементов, большая трудоемкость, отсутствие комплексного контроля сложных систем
Косвенный	Оперативность, небольшая трудоемкость, отсутствие необходимости в разборке системы, возможность комплексного контроля сложных систем	Сложность и большая стоимость диагностического оборудования, необходимость метрологического контроля оборудования, высокие требования к персоналу

Функциональные свойства автомобиля, агрегата, узла, системы характеризуют *диагностические параметры выходных рабочих процессов* – скорость движения, расход топлива.

Работу двигателя, агрегата сопровождают *диагностические параметры сопутствующих процессов* – давление масла, температура узла, количество оборотов и т. д.

Используются два метода диагностирования. При первом в процессе диагностирования на объект, не находящийся в рабочем состоянии, осуществляются определенные электрические, механические и другие воздействия и с помощью датчиков фиксируются его реакции в виде диагностических сигналов. При втором методе объект диагностирования выводится на заданный режим работы и с помощью датчиков от него воспринимаются сигналы, характеризующие диагностические параметры. Эти сигналы преобразуются в электрические и поступают в средства отображения информации, где считываются оператором. В сложных диагностических приборах сначала осуществляется анализ полученной информация, а затем она передается в средства отображения.

Приоритетным при выборе прямого или косвенного метода диагностирования является решение, обеспечивающее наименьшее значение

суммарных затрат на предупреждение, выявление и устранение отказов и неисправностей, а также продолжительность выполняемых работ.

2.2. Стратегии обеспечения работоспособности

В настоящее время для обеспечения работоспособности автомобилей применяют три стратегии (табл. 2.2). Выбор стратегии обеспечения работоспособности производится на основе использования обобщенных закономерностей, учитывающих влияние технического состояния на экономические, эксплуатационные и экологические параметры.

Таблица 2.2

Стратегии обеспечения работоспособности автомобилей

Номер стратегии	Метод воздействия	Воздействие
I	Поддержание заданного уровня (интервала) работоспособности	ТО
II	Восстановление утраченной работоспособности	Ремонт
III	Комбинация I и II стратегий	ТО и Р

Рассмотрим взаимоотношения этих стратегий на примере постепенного изменения параметра технического состояния тормозного механизма (рис. 2.1).

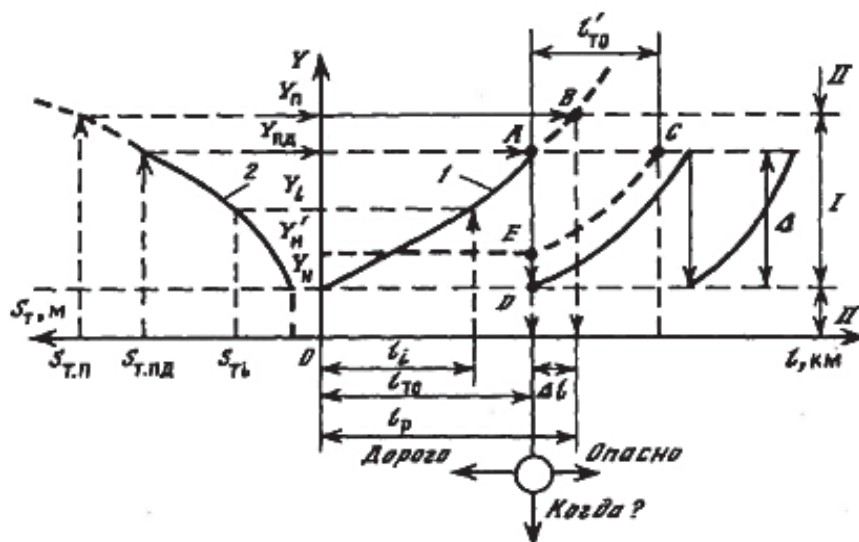


Рис. 2.1. Закономерность изменения и восстановления технического состояния тормозного механизма автомобиля: $l_{\text{ТО}}$, $l_{\text{Р}}$ – периодичность ТО и регулирования тормозного механизма; I, II – зоны работоспособности (I) и отказов (II)

Идентификация и разграничение этих стратегий производится на основе **закономерностей ТЭА третьего вида**.

Следует отметить, что закономерности ТЭА третьего вида отражают процесс возникновения и устранения отказов и неисправностей во времени. Предположим, что происходит наблюдение за техническим состоянием тормозных механизмов автомобиля. При торможении автомобиля сопрягаемые детали тормозные накладки – тормозной барабан изнашиваются и зазор между ними возрастает (рис. 2.1, кривая 1), а тормозной путь (рис. 2.1, кривая 2) увеличивается. При этом достижение конструктивным параметром Y_i предельного значения Y_n вызывает отказ тормозного механизма, внешним проявлением которого служит резкое увеличение тормозного пути. В результате повышается вероятность дорожно-транспортного происшествия. Чтобы предупредить это событие, необходимо до его наступления при наработке $l_{TO} < l_p$ вернуть тормозной механизм в исходное состояние AD ($Y_{пд} \rightarrow Y_n$) или близкое к нему ($Y_{пд} \rightarrow Y'_n$). Для чего необходимо методом регулирования уменьшить зазор между накладками и барабаном на величину $\Delta = Y_{пд} - Y_n$ или $\Delta' = Y_{пд} - Y'_n$. Далее такая работа по предупреждению отказа (стратегия I) может выполняться многократно и является типичным примером профилактики, которая заключается в проведении технического обслуживания с периодичностью l_{TO} . В саморегулирующихся тормозных механизмах подобная работа происходит также с определенной периодичностью, но автоматически. Разница $Y_n - Y_{пд}$ (предотказная зона) необходима, чтобы свести вероятность возникновения отказа из-за неучтенных или неизвестных факторов (разные условия эксплуатации, качество материала, режимы эксплуатации) к минимуму. При этом величина $\Delta l = l_p - l_{TO}$ определяет запас ресурса тормозного механизма при принятой периодичности ТО. Если увеличивать Δl , то сокращается периодичность ТО l_{TO} , что обеспечивает рост безопасности работы механизма и одновременно повышает затраты на ТО, которое приходится проводить чаще.

Если увеличивать периодичность ТО l_{TO} , то сокращаются затраты на ТО (оно проводится реже), но одновременно повышается риск отказа тормозного механизма, т. е. наступления события $Y_i > Y_n$ и связанные с ним затраты на возмещение ущерба от дорожно-транспортного происшествия, нарушения транспортного процесса и т. д.). Из вышеизложенного следует, что для поддержания автомобиля в работоспособном состоянии важной задачей является определение рациональной периодичности его ТО l_{TO} . Если известна интенсивность изменения параметра технического состояния a из наблюдений, опыта, технической документации, то среднюю величину ресурса l_p или периодичность ТО l_{TO} можно рассчитать по формулам: