

# ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

## Лекция 1

**Цель и задачи изучения дисциплины. Основные понятия курса: категория условий эксплуатации, надежность транспортных средств, технического состояния и эффективность использования транспорта**

*1.1 Особенности транспортной отрасли народного хозяйства. Цель и задачи курса.*

Транспорт - одна из основных областей материального производства, которая обеспечивает производственные и непроизводственные нужды отраслей экономики и население в перевозках.

Экономика любого государства не может эффективно функционировать без транспорта. Он играет значительную роль в удовлетворении нужд страны в грузовых перевозках.

*К. Маркс назвал транспорт четвертой областью материального производства. Он заметил «что... во всяком процессе производства большую роль играет перемещение предметов труда и необходимые средства труда и рабочая сила... За транспортировкой продуктов из места производства в другое место следует также транспортировка готовых продуктов из сферы производства в сферу потребления. Продукт только тогда готов к потреблению, когда он закончит это передвижение» (К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. т. 24 с. 170)*

Транспорт обеспечивает перевозку грузов, переносит на них свою стоимость и образует новую стоимость. С помощью системы тарифов транспорт не только покрывает свои расходы, но и создает чистую продукцию, увеличивает национальную прибыль страны. Поэтому и труд рабочих, которые заняты на транспорте, является продуктивной работой.

Транспорт имеет все элементы, которые характерны для любого производства:

- а) предметы труда - объекты перевозки (грузы, пассажиры);
- б) средства труда - транспортные средства;
- в) целесообразная деятельность людей - работа.

Основные задачи транспорта – своевременное, качественное и целостное удовлетворение потребностей отраслей экономики и населения в перевозках, повышение эффективности его работы.

Автомобильный транспорт является наиболее массовым видом транспорта. Особенно эффективным и удобным, он является, при перевозках грузов и пассажиров на относительно небольшие расстояния. Экономичная и эффективная работа автомобильного транспорта обеспечивается рациональным использованием многомиллионного парка подвижного состава – грузовых и легковых автомобилей, автобусов, прицепов и полуприцепов.

Основное назначение транспорта — своевременное, качественное и полное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках.

На его долю приходится свыше 80 % всех грузовых и около 80 % пассажирских перевозок, примерно 70 % трудовых ресурсов, свыше 60 % топлив нефтяного происхождения, значительная часть капитальных вложений в основные производственные фонды, более 65 % всех транспортных издержек.

В настоящее время автомобильный парк страны пополняется автотранспортными средствами новой конструкции, использующими альтернативные виды топлива, совершенствуется структура подвижного состава, увеличивается численность дизельного парка, растет число транспортных средств большой грузоподъемности и пассажировместимости.

Однако на содержание автотранспортных средств в технически исправном состоянии, обеспечивающем эффективный транспортный процесс, отрасль несет большие ресурсные издержки. Так, усложнение конструкции автомобилей приводит, как правило, к увеличению объема работ по техническому обслуживанию и ремонту, к росту затрат на обеспечение работоспособности.

Увеличение числа эксплуатируемых автомобилей на дорогах страны ведет к загрязнению окружающей среды отработавшими газами, а снижение токсичности отработавших газов в значительной степени обеспечивается исправностью системы питания и зажигания и уровнем технологии технического обслуживания, средств и методов диагностирования этих систем.

С ростом скоростей и интенсивности движения повышаются требования к

надежности автотранспортных средств, так как неисправные автомобили являются источником дорожно-транспортных происшествий.

Экономия топливных, энергетических, материальных и сырьевых ресурсов в процессе эксплуатации автомобилей существенно зависит от их технического состояния, уровня организации материально-технического снабжения и процессов перевозки, хранения и нормирования расходов автоэксплуатационных материалов запасных частей в автотранспортных предприятиях. Сохранность автотранспортных средств и их готовность осуществлять перевозочные процессы во многом зависит от организации, методов и средств межсменного хранения.

На уровень технической готовности автотранспортных средств, величину единовременных и текущих материальных затрат на их содержание, существенное влияние оказывают методы проектирования новых объектов автомобильного транспорта, а также реконструкции и технического перевооружения действующих автотранспортных, автообслуживающих и авторемонтных предприятий.

Таким образом, в процессе технической подготовки автотранспортных средств к транспортному процессу обеспечиваются их надежность и предпосылки эффективной эксплуатации. С целью более глубокого и комплексного изучения теоретических основ обеспечения эксплуатационной надежности автомобилей, прогрессивных технологий и форм организации производства по техническому обслуживанию и ремонту, развитию производственно-технической базы и других вопросов, обеспечивающих эксплуатацию автотранспортных средств, и введена данная дисциплина.

В ней сделана попытка изложить в систематизированном виде основной круг проблем, необходимый для квалифицированного руководства производственными процессами по подготовке автотранспортных средств к эксплуатации.

Обеспечение работоспособности и реализация потенциальных свойств автомобиля, заложенных при его создании (в частности, эксплуатационной надежности), снижение затрат на содержание, ТО и ремонт, уменьшение соответствующих простоев, обеспечивающих повышение производительности перевозок при одновременном снижении их себестоимости, т. е. повышение экономичности и обеспечение экологичности — *основные задачи технической эксплуатации подвиж-*

ного состава автомобильного транспорта.

Для их решения необходимо изучение закономерностей изменения технического состояния автомобиля (агрегата, узла, механизма) под влиянием различных факторов в процессе его эксплуатации. Знание этих закономерностей необходимо для разработки и эффективного применения научно обоснованных методов и нормативов поддержания автомобилей в технически исправном состоянии, т. е. управления их работоспособностью. материалов, запасных частей, агрегатов и мероприятия по их экономии, обеспечивающие уменьшение затрат на содержание парка автомобилей. Важной задачей является также рациональная организация технической эксплуатации автомобилей в особых условиях: при работе и хранении в условиях низких температур, эксплуатации в горной местной и в отрыве от производственно -технической базы (на уборке урожая, при освоении новых регионов и т. п.).

Итак, техническая эксплуатация автомобилей как наука определяет пути и методы наиболее эффективного управления техническим состоянием автомобильного парка с целью обеспечения регулярности и безопасности перевозок при наиболее полной реализации технических возможностей конструкции и обеспечении заданных уровней эксплуатационной надежности автомобиля, оптимизации материальных и трудовых затрат, сведении к минимуму отрицательного влияния технического состояния подвижного состава на персонал и окружающую среду.

Техническая эксплуатация автомобилей как область практической деятельности – это комплекс технических, социальных, экономических и организационных мероприятий, обеспечивающих поддержание автомобильного парка в исправном состоянии при рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов и обеспечении нормальных условий труда и быта персонала. Эффективность технической эксплуатации автомобилей обеспечивает инженерно- техническая служба.

Главная задача курса «Основы эксплуатации транспортных средств» заключается в профессиональной подготовке инженеров на основе раскрытия закономерностей изменения технического состояния автомобилей в процессе экс-

плуатации, изучения методов и средств, направленных на поддержание автомобилей в исправном состоянии при экономном расходовании всех видов ресурсов и обеспечении охраны окружающей среды.

В процессе эксплуатации свойства смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей ухудшаются в результате накопления в них продуктов износа, изменения вязкости и потери свойств присадок. Детали и материалы изменяются не только при их использовании, но и при хранении: снижаются прочность и эластичность резинотехнических изделий; у топлива, смазочных материалов и жидкостей наблюдаются процессы окисления, сопровождаемые выпадением осадков.

## 1.2 Основные понятия курса

### 1.2.1 Категории условий эксплуатации

Условия эксплуатации, при которых используется автомобиль, влияют на режимы работы агрегатов и деталей, ускоряя или замедляя изменение параметров их технического состояния. В разных условиях эксплуатации реализуемые значения показателей надежности автомобилей будут различаться, что скажется и на показателях эффективности технической эксплуатации. Учет условий эксплуатации необходим при определении потребности в ресурсах (персонал, производственно-техническая база, запасные части и материалы). При эксплуатации автомобилей различают: дорожные условия; условия движения; природно-климатические и сезонные условия; транспортные условия (или условия перевозки).

*Дорожные условия* определяют режим работы автомобиля. Они характеризуются технической категорией дороги (всего пять категорий), видом и качеством дорожного покрытия, определяющих сопротивление движению автомобиля элементами дороги в плане и профиле (шириной дороги, радиусами закруглений, уклоном подъемов и спусков). В свою очередь, режим работы автомобиля влияет на надежность и другие свойства автомобиля и его агрегатов.

*Условия движения* характеризуются влиянием внешних факторов на режим движения и, следовательно, на режим работы автомобиля и его агрегатов. Так, ре-

жимы работы грузовых автомобилей при интенсивном городском движении отличаются от режимов работы на загородных дорогах (при одинаковом покрытии) следующим образом: скорость в 1-м случае больше на 50—52 %, средняя частота вращения коленчатого вала больше на 130—136 %, число переключения передач больше в 3—3,5 раза, удельная работа трения тормозных механизмов больше в 8—8,5 раза, пробег при криволинейной траектории движения больше в 3,6 раза.

*Условия перевозки* наряду со скоростью движения характеризуются длиной грузовой езды  $l$ , коэффициентом использования пробега  $\beta$ , коэффициентом использования грузоподъемности  $\gamma$ , коэффициентом использования прицепов  $K_{пр}$ , родом перевозимого груза.

Выделяются также три группы условий движения:  $y_1$  — за пределами пригородной зоны;  $y_2$  — в малых городах с числом жителей менее 100 тыс. чел. и в пригородной зоне;  $y_3$  — в больших городах с числом жителей свыше 100 тыс. чел.

Совокупное влияние в реальной эксплуатации возможных сочетаний названных условий, а также рельефа местности учитывается поправочными коэффициентами на нормативы показателей надежности технической эксплуатации для пяти категорий условий эксплуатации (табл. 2.1).

Оценка влияния наиболее важных параметров условий эксплуатации на эксплуатационную надежность автомобилей приведена в табл. 2.1.

Характерно, что значение факторов, определяющих категорию эксплуатации, составляет 70—77 %, а условия перевозок — 23—30 %, что и определяет систему корректирования, т. е. изменения нормативов ТЭА, принятую на автомобильном транспорте нашей страны. Категория условий эксплуатации, объективно одинаковая для всех автомобилей, является основой для ресурсного корректирования нормативов, а другие условия, специфические для каждого АТП, учитываются при оперативном корректировании нормативов.

*Природно-климатические условия* характеризуются температурой окружающего воздуха, влажностью, ветровой нагрузкой, уровнем солнечной радиации и некоторыми другими параметрами.

Природно-климатические условия эксплуатации  $T_c$ , в зависимости от рассмотренных показателей подразделяются на 5 категорий

Таблица 2.1 Классификация условий эксплуатации

Категория условий эксплуатации	Условия движения		
	За пределами пригородной зоны (более 50 км от границы города)	В малых городах (до 100 тыс. жителей) и в пригородной зоне	В больших городах (более 100 тыс. жителей)
I	Д1 – Р1, Р2, Р3	—	—
II	Д1–Р4 Д2– Р1, Р2, Р3, Р4 Д3 – Р1, Р2, Р3	Д1 – Р1, Р2, Р3, Р4 Д2–Р1.	—
III	Д1 –Р5 Д2 – Р5 Д3 – Р4, Р5 Д4 – Р1, Р2, Р3, Р4, Р5	Д1–Р5 Д2– Р2, Р3, Р4, Р5 Д3 – Р1, Р2, Р3, Р4, Р5 Д4 – Р1, Р2, Р3, Р4, Р5	Д1– Р1, Р2, Р3, Р4, Р5 Д2 – Р1, Р2, Р3, Р4 Д3 – Р1, Р2, Р3 Д4–Р1
IV	Д5 – Р1, Р2, Р3, Р4, Р5	Д5 – Р1, Р2, Р3, Р4, Р5	Д2–Р5 Д3 – Р4, Р5 Д4 – Р2, Р3, Р4, Р5 Д5 – Р1, Р2, Р3, Р4, Р5
V	Д6 – Р1, Р2, Р3, Р4, Р5		

1. Условные обозначения дорожных покрытий:

Д1 – цемент-, асфальтобетон, брусчатка, мозаика;

Д2 – битумоминеральные смеси (щебень или гравий, обработанные битумом);

Д3 – щебень (гравий) без обработки, дегтебетон;

Д4 – булыжник, колотый камень, грунт и малопрочный камень, обработанные вяжущими материалами, зимники;

Д5 – грунт, укрепленный или улучшенный местными материалами; лежневое и бревенчатое покрытия;

Д6 –естественные грунтовые дороги; временные внутрикарьерные и отвальные дороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия.

2. Условные обозначения типа рельефа местности (определяется высотой над уровнем моря):

Р1–равнинный (до 200 м);

Р2 – слабохолмистый (свыше 200 до 300 м);

Р3 – холмистый (свыше 300 до 1000 м);

Р4– гористый (свыше 1000 до 2000 м);

Р5 – горный (свыше 2000 м).

### 1.3. Общие понятия

#### 1.3.1 Надежность автотранспортных средств

Безопасность дорожного движения и своевременность доставки грузов и пассажиров, экономические показатели использования автомобилей во многом определяются их надежностью. Проблема особенно актуальна в настоящее время, так как усложняются конструкции автомобильной техники и увеличивается объем автомобильных перевозок. Недостаточная надежность снижает готовность автомобилей к эксплуатации, в результате чего понижается эффективность их использования и повышаются эксплуатационные расходы.

*Надежность — свойство автомобиля выполнять транспортную работу, сохраняя во времени или по пробегу эксплуатационные показатели в требуемых пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания (ТО), ремонтов, хранения и транспортирования.*

Надежность автомобиля закладывается при его проектировании и доводке опытного образца, обеспечивается в процессе производства и как одно из важнейших эксплуатационных свойств проявляется и поддерживается в эксплуатации. Поэтому различают конструктивную, производственную и эксплуатационную надежности автомобиля.

В теории надежности автомобилей (ее изучают методами теории надежности технических изделий) рассматривают следующие вопросы: теорию физико-химического старения; статистическую теорию надежности (методы оценки и расчета надежности, сбора и анализа данных об отказах и неисправностях); конструирование надежных автомобилей (методы экономического анализа надежности, техническую психофизиологию, методы учета воздействия окружающей среды), производство автомобилей (методы оценки качества деталей по показателям надежности, культуру производства, экономику производства); обеспечение надежности в условиях эксплуатации (обоснование режимов ТО, ремонта); экономику надежности автомобилей. Таким образом, в теории надежности рассматриваются во взаимосвязи различные вопросы создания и эксплуатации автомобилей.



Решение сложных проблем надежности современных автомобилей невозможно без глубокого теоретического изучения физикохимических процессов, вызывающих изнашивание и поломку деталей автомобиля, разработки на этой базе соответствующих практических рекомендаций по конструированию, производству и эксплуатации автомобилей.

Надежность автомобиля не остается постоянной в течение всего срока службы. По мере изнашивания деталей, накопления в них необратимых процессов (усталостных явлений, изнашивания, коррозии) увеличивается вероятность появления неисправностей и отказов. Новые автомобили имеют более высокую надежность по сравнению с автомобилями, имеющими большой пробег или прошедшими капитальный ремонт.

Для того чтобы улучшить эксплуатационные свойства автомобиля и повысить технико-экономические показатели (безопасность движения, производительность, экономичность, рентабельность), необходимо знать причины и закономерность изменения его технического состояния, которые зависят от надежности агрегатов, узлов, систем и автомобиля в целом.

### **1.3.2 Эффективность использования и работоспособность автомобиля**

*Эффективность использования автомобиля зависит от его качества. Качество — совокупность свойств, определяющих степень пригодности автомобиля (агрегата, механизма, узла) к выполнению заданных функций при использовании по назначению. Оно не остается постоянным в эксплуатации, а изменяется во времени и пространстве.*

В связи со сложностью автомобиля, многообразием некоторых его свойств и особенностей конструкций, а также различных их сочетаний, разной зависимостью от условий эксплуатации и вида перевозок оценить автомобиль каким-либо одним обобщающим показателем, однозначно выражающим его качество, довольно трудно. В настоящее время качество автомобиля определяется комплексом наиболее показательных его эксплуатационных свойств: вместимостью, использованием массы, скоростью движения, проходимостью, безопасностью (тормозными свойствами, устойчивостью, управляемостью, обзорностью, эффективно-

стью сигнализации, загрязнением окружающей среды, бесшумностью), топливной экономичностью, надежностью, удобством использования (плавностью хода, комфортабельностью, простотой управления и путевого обслуживания, маневренностью), простотой ТО.

Комплекс этих качеств позволяет полно и всесторонне дать общую оценку автомобилю как транспортному средству. Технически исправный автомобиль должен обладать определенным уровнем эксплуатационных качеств. Однако автомобиль по различным причинам (усталость, коррозия, изнашивание, неквалифицированное вождение) теряет некоторые эксплуатационные качества (скорость движения, безопасность, топливную экономичность и др.). Это снижает его производительность, увеличивает затраты на перевозки, приводит к увеличению трудоемкости и энергоемкости перевозок и, в конечном счете, к снижению безопасности для окружающей среды, пассажиров и водителя. Автомобиль теряет работоспособность.

*Работоспособность* — состояние подвижного состава, при котором значения всех параметров, характеризующих способность его выполнять транспортную работу, соответствуют требованиям нормативно-технической документации. Работоспособность автомобиля связана не только со способностью его выполнять необходимые функции, но и с тем, чтобы при этом эксплуатационные качества находились в допустимых пределах. Поскольку автомобиль является восстанавливаемой системой, определение тактики и стратегии восстановления его работоспособности имеет большое значение. Работоспособный подвижной состав, заправленный смазочными материалами и жидкостями, должен быть готовым к работе на линии без дополнительного проведения каких-либо подготовительных работ, за исключением заправки топливом и тепловой подготовки в зимнее время.

*Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния подвижного состава, называется отказом.* Он может произойти вследствие разрушения, деформации или изнашивания деталей, нарушения регулировки механизмов и систем, прекращения подачи топлива и смазочных материалов, а также при изменении рабочих характеристик автомобиля (потери мощности, увеличении тормозного пути), когда они выходят за пределы норм, допустимых по техническим усло-

виям.

Критерии, отказов и предельных состояний устанавливаются в нормативно-технических документах с целью достоверного определения технического состояния автомобиля разработчиком, изготовителем и потребителем. Критерии отказов автомобиля и его элементов определяют по одному отличительному признаку или по совокупности признаков неработоспособного состояния.

Критерии предельных состояний автомобиля и его элементов устанавливаются по таким отличительным признакам, на основании которых следует считать невозможным дальнейшее использование его по следующим причинам: неустраняемых нарушений требований безопасности и выхода заданных параметров за допускаемые пределы; недопустимого снижения эффективности эксплуатации; необходимости капитального ремонта.

Признаками отказов и предельных состояний автомобиля являются: прекращение (полное или частичное) выполнения автомобилем заданных функций; отклонения заданных показателей качества за пределы установленных норм; отказы и предельные состояния составных частей автомобиля, которые приводят к прекращению (полному или частичному) функционирования автомобиля или выходу его показателей качества за установленные нормы; возникновение процессов, препятствующих функционированию автомобиля; достижение автомобилем назначенного ресурса или срока службы; технико-экономические факторы.

**Пример.** Автомобиль состоит из следующих систем: ресурсных (несущая система, двигатель, ходовая система и др.), истечение ресурса которых приводит к истечению ресурса автомобиля; нересурсных (электрооборудование и приборы, вспомогательные элементы двигателя, кабина и элементы оперения), ресурс которых истекает одновременно с истечением ресурса автомобиля.

Критерии отказов и предельных состояний автомобиля в целом и некоторых его составных частей приведены ниже:

#### *Автомобиль*

Критерии отказов: отказ ресурсных и нересурсных систем.

Критерии предельных состояний: предельные состояния ресурсных систем.

## *Двигатель*

Критерии отказов: снижение мощности ниже допускаемой; одноразовые отказы отдельных деталей цилиндропоршневой группы и т. д.

Критерии предельных состояний; предельный износ шеек коленчатого вала; предельный износ комплекта деталей цилиндропоршневой группы и т. д.

*Неисправность* — состояние подвижного состава, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативнотехнической документации. Существуют неисправности, не приводящие к отказам (разрушение окраски или деформация кузова автомобиля) и вызывающие их (поломка одного из листов рессоры).

Подвижной состав с неисправными составными частями, состояние которых не соответствует установленным требованиям безопасности или вызывает повышенное изнашивание деталей, не должен продолжать транспортную работу или выпускаться на линию. Другие неисправности могут быть устранены после завершения транспортной работы в пределах сменного или суточного задания.

Работоспособное состояние подвижного состава обеспечивается производственно-технической службой, которая несет ответственность за своевременное и хорошего качества выполнение ТО и ремонта с соблюдением установленных нормативов, эффективную организацию труда ремонтно-обслуживающего персонала, соблюдение нормативно-технической документации по ТО и ремонту.

### 1.3.3 Качество, техническое состояние и работоспособность автомобиля

Большинство задач, решаемых технической эксплуатацией, связано с понятием качества изделия или материала, т. е. автомобиля, агрегата, детали, технологического оборудования, эксплуатационных материалов при их функционировании или использовании в определенных условиях эксплуатации. *Качество* — это совокупность свойств, определяющих степень пригодности автомобиля, агрегата, материала к выполнению заданных функций при использовании по назначению. Каждое свойство характеризуется одним или несколькими показателями, которые могут принимать различные количественные значения.

Например, одним из показателей долговечности автомобиля является ресурс до капитального ремонта. Группа свойств может объединяться в одно комплексное свойство. Например, надежность является сложным свойством, состоящим из таких свойств, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Часть показателей свойств автомобиля, например габаритные размеры, грузоподъемность или вместимость, остаются практически неизменными в течение всего периода эксплуатации. Однако показатели большинства свойств, определяющих качество автомобилей, например экономичности, безопасности, динамичности, производительности, комфортабельности, изменяются в процессе работы (старения) автомобилей. Эти свойства можно поддерживать и восстанавливать, т.е. управлять ими при условии знания закономерностей их изменения.

Автомобиль представляет собой сложную систему, совокупность действующих элементов — сборочных единиц и деталей, обеспечивающих выполнение ее функций. По отношению к автомобилю элементами являются агрегаты, узлы и механизмы, а по отношению к последним — детали. Автомобиль, агрегат, механизм, деталь могут объединяться общим понятием — объект или изделие.

В процессе эксплуатации автомобиль взаимодействует с окружающей средой, а его элементы взаимодействуют между собой. Это взаимодействие вызывает нагружение деталей, их взаимные перемещения, вызывающие трение, нагрев, химические и другие преобразования и, как следствие, изменение в процессе работы физико-химических свойств и конструктивных параметров: состояния поверхно-

стей, размеров деталей и их взаимного расположения, зазоров, электрических и других свойств. Техническое состояние автомобиля или его элемента определяется совокупностью изменяющихся свойств, характеризуемых текущими значениями, т. е. количественными показателями конструктивных параметров:  $U_1, U_2, U_3, \dots U_n$ . Например, для двигателя это размеры деталей цилиндро-поршневой группы и кривошипношатунного механизма, для тормозов — размеры тормозных накладок, барабанов и зазоры между ними.

Возможность непосредственного измерения конструктивных параметров без частичной или полной разборки узла чаще всего ограничена. Для этих изделий при определении технического состояния пользуются косвенными величинами, так называемыми *внешними* или *диагностическими* параметрами, которые связаны с конструктивными и дают о них определенную информацию. Например, о техническом состоянии двигателя можно судить по изменению его мощности-расходу масла, компрессии; содержанию продуктов износа в масле.

Различают параметры *выходных рабочих* процессов, определяющие основные функциональные свойства автомобиля или агрегата (мощность двигателя, тормозной путь автомобиля); параметры *сопутствующих* процессов (температура нагрева, уровень вибрации, содержание продуктов износа в масле); *геометрические (конструктивные)* параметры, определяющие связи между деталями в сборочной единице и между отдельными агрегатами и механизмами (зазор, ход, посадка и др.).

В процессе работы автомобиля показатели его технического состояния изменяются от *начальных* или *номинальных* значений  $u_n$  сначала до *предельно допустимых*  $u_{п.д}$ , а затем и до *предельных*  $u_{п}$ , что обуславливает соответствующее изменение и диагностических параметров от  $S_n$  до  $S_{п.д}$  и  $S_{п}$ . Значения  $u_{п}$  и  $S_{п}$  соответствуют предельному состоянию изделия, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно. Например, при работе тормозов в результате изнашивания тормозных накладок и барабанов происходит увеличение зазора  $u$  между накладками и тормозными барабанами, что вызывает рост тормозного пути  $S_t$ . Предельному значению тормозного пути  $S_{т.п}$ , который регламентирован технической документацией (в данном случае Правилами дорожного движения), соответствует предельное значение зазора  $u_{п}$  в тормозном механизме.

Этому зазору, в свою очередь, соответствует пробег  $l_p$ , при котором зазор и тормозной путь достигают предельного значения. Продолжительность работы изделия, измеряемая в часах или километрах пробега, а в ряде случаев в единицах выполненной работы, называется *наработкой*. Нарботка до предельного состояния, оговоренного технической документацией, называется *ресурсом*. Таким образом, в рассматриваемом примере  $l_p$  — это ресурс, а в интервале пробега  $0 \leq l_i \leq l$  (зона работоспособности) изделие по этому показателю исправно и может выполнять свои функции.