

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
им. Т. Ф. Горбачёва»

В. Л. Жданов
Е. А. Григорьева

ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 190702 «Организация и безопасность
движения» в качестве электронного учебного пособия**



Кемерово 2012

Рецензенты

д-р техн. наук, проф. *Ю. Е. Воронов*
канд. техн. наук, доц. *А. В. Косолапов*

В. Л. Жданов составитель гл. 1–5

Е. А. Григорьева составитель гл. 6, 7

Жданов Вячеслав Леонидович, Григорьева Елена Анатольевна. Организация и безопасность дорожного движения : учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Кемерово : КузГТУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; зв. ; цв. ; 12 см. – Систем. требования : Pentium IV ; ОЗУ 8 Мб ; Windows 2003 ; (CD-ROM-дисковод) ; мышь. – Загл. с экрана.

В издании раскрываются базовые аспекты процесса функционирования системы дорожного движения и методологические основы его оптимизации. Основные составляющие безопасности на базе самой актуальной информации систематизированы по отдельным элементам системы дорожного движения.

Издание предназначено для студентов и аспирантов автомобильных специальностей по дисциплинам «Организация движения», «Технические средства организации движения», «Проектирование схем организации движения», «Методы оценки эффективности функционирования транспортно-дорожного комплекса» может быть использовано специалистами в области организации и обеспечения безопасности дорожного движения.

© Жданов В. Л.,
Григорьева Е. А., 2012
© КузГТУ, 2012

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>
АСУДД	автоматизированные системы управления дорожным движением
АТ	автомобильный транспорт
АТП	автотранспортное предприятие
АТС	автотранспортные средства
ВАДС	система «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда»
ГОСТ	государственный стандарт
ДД	дорожное движение
ДТП	дорожно-транспортные происшествия
ДТС	дорожно-транспортная ситуация
ДУ	дорожные условия
КПД	коэффициент полезного действия
КЧМ	критическая частота мелькания
МПТ	маршрутный пассажирский транспорт
ОБДД	организация и безопасность дорожного движения
ОГ	отработавшие газы
ОДД	организация дорожного движения
ОС	окружающая среда
ОУ	органы управления
ТП	транспортные потоки
СНиП	строительные нормы и правила
СОИ	системы отображения информации
ТСОДД	технические средства организации дорожного движения
УДС	улично-дорожная сеть
УиОДД	управление и организация дорожного движения
ЭН	экологическая нагрузка

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	10
1.1. Нормативные документы по организации и безопасности дорожного движения.....	10
1.2. Основные направления деятельности по обеспечению организации и безопасности дорожного движения.....	14
1.3. Государственная инспекция безопасности дорожного движения.....	19
2. ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ, ИХ УЧЁТ И АНАЛИЗ.....	22
2.1. Классификация дорожно-транспортных происшествий.....	22
2.2. Учёт дорожно-транспортных происшествий.....	24
2.3. Анализ дорожно-транспортных происшествий.....	27
2.4. Служебное расследование дорожно-транспортных происшествий.....	36
2.5. Автотехническая экспертиза дорожно-транспортных происшествий.....	45
3. ВОДИТЕЛЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ.....	64
3.1. Психофизиологические основы деятельности водителя.....	64
3.2. Психофизиологические характеристики водителя.....	70
3.3. Основы стратегии и тактики управления автомобилем.....	113
3.4. Подготовка водителей.....	119
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	127
4.1. Виды безопасности транспортного средства.....	127
4.2. Тягово-скоростные и тормозные свойства.....	129
4.3. Устойчивость и управляемость.....	139
4.4. Информативные и компоновочные параметры.....	150
4.5. Рабочее место водителя.....	162
4.6. Пассивная безопасность.....	168
4.7. Послеаварийная безопасность.....	171
4.8. Экологическая безопасность.....	172
5. ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ.....	178
5.1. Дорога и улично-дорожная сеть как системы.....	178
5.2. Влияние элементов автомобильной дороги на безопасность движения.....	183
5.3. Принципы устранения опасных участков дороги.....	187
5.4. Влияние эксплуатационных свойств дороги на безопасность движения.....	191

6. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	196
6.1. Характеристики транспортных потоков.....	196
6.2. Характеристики пешеходного движения.....	207
6.3. Соотношения между характеристиками транспортного потока	210
6.4. Пропускная способность дороги и уровни удобства движения	218
6.5. Методические основы организации дорожного движения.....	224
6.5.1. Разделение движения в пространстве.....	225
6.5.2. Разделение движения во времени.....	231
6.5.3. Формирование однородных транспортных потоков.....	234
6.5.4. Оптимизация скоростных режимов движения.....	237
6.5.5. Оптимизация стояночного режима.....	245
6.5.6. Обеспечение безопасности и удобства пешеходов.....	255
6.5.7. Внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением.....	268
6.5.8. Движение маршрутного пассажирского транспорта.....	269
7. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ СЛУЖБ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ.....	287
7.1. Задачи служб по обеспечению безопасности движения.....	287
7.2. Организация кабинета безопасности движения.....	290
7.3. Деловые игры в организации и безопасности дорожного движения.....	294
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	305
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	307

ВВЕДЕНИЕ

Транспорт (от лат. *transporto* – переношу, перемещаю, перевожу) – одна из важнейших и крупнейших отраслей общественного производства, огромная сфера приложения человеческого труда и потребления материальных ресурсов, гигантская динамическая система [13].

Транспорт является:

- средством обеспечения территориальных связей;
- крупным потребителем трудовых и материальных ресурсов;
- фактором, определяющим эффективность развития и размещения производительных сил в различных регионах страны;
- средством воздействия на социальную и экономическую структуру самого общества;
- фактором, играющим важную роль в решении внешнеполитических задач;
- фактором, влияющим на взаимоотношения между отдельными гражданами и между гражданами и общественными организациями;
- средством мобильности, обеспечивающим соответствующий образ жизни человека;
- фактором, повышающим культурный уровень общества.

Этот широчайший спектр влияния транспорта на все сферы человеческой деятельности и на развитие общества в целом предъявляет многоплановые требования к обеспечению нормального функционирования дорожного движения (ДД), являющегося сложной динамической системой взаимодействия транспортных и пешеходных потоков. Сложность управления такой системой заключается в необходимости обеспечения своеобразного «равенства» в состоянии и развитии каждого отдельного элемента, входящего в эту систему. В противном случае, и это подтверждает практика, возникающая диспропорция образует «узкое» место в работе всей системы. В силу специфики транспорта эта диспропорция приводит к снижению показателей работы всего автомобильного транспорта (АТ). Условия движения, особенно в горо-

дах, характеризуются все возрастающей сложностью. Высокая и все увеличивающаяся интенсивность движения – результат диспропорции между ростом автомобильного парка и сетью автомобильных дорог. Высокий уровень аварийности, связанный с человеческим фактором – результат диспропорции между уровнями подготовки и транспортной культуры участников движения и массовости профессий водителя.

Увеличение интенсивности, изменение структуры и скоростных режимов транспортных потоков (ТП) предъявляют все более жесткие требования к средствам управления и организации дорожного движения (УиОДД), призванным обеспечить необходимый уровень эффективности и безопасности движения при безусловном выполнении заданного объема перевозок. Резко возрастает цена ошибки не только участников движения, но и специалистов по организации и безопасности дорожного движения (ОБДД).

Обеспечение необходимого уровня эффективности и безопасности дорожного движения осуществляется методами организации дорожного движения (ОДД), которые включают научные, инженерные и организационные мероприятия.

Специфика ДД заключается во взаимодействии технического и человеческого факторов, особая трудность организации которого состоит в том, что в ДД участвуют миллионы людей, каждый из которых обладает определенными психофизиологическими характеристиками, навыками, опытом, знаниями. Кроме того, наряду с профессиональными водителями в ДД участвуют тысячи непрофессиональных водителей, психофизиологические характеристики которых имеют более широкий, чем у профессионалов, спектр. Постоянно сопровождающее водителя сочетание характерных для его деятельности трех негативных факторов: значительный объем информации, требующей непрерывного её анализа и синтеза, хронический дефицит времени, высокий уровень ответственности за принимаемые решения – затрудняет формирование мероприятий по ОДД, обеспечивающих эффективность и безопасность для всех условий движения. Конечной целью ОДД является обеспечение эффективности и безопасности движения. Они могут быть достигнуты при своевременном и полном информировании участников движения об изменениях

условий движения, дорожно-транспортных ситуаций, что в конечном итоге позволит им выбрать правильное направление и безопасный режим движения. Средства ОДД в определенной степени являются связующим звеном между замыслом организатора движения и его участниками. Причем этот замысел реализуется в двух направлениях: техническом, обеспечивающем работу этих средств (контроллеров, детекторов, источников освещения, рефлекторов и пр.), и информационном, обеспечивающем непосредственных участников движения знаниями о решениях организатора движения. Очевидно, что если какое-либо из составляющих неудовлетворительно или малоэффективно, то сам замысел может не дойти до участника движения [1].

Дорожное движение в силу совокупности причин, особенно в последние три десятилетия, сопровождается значительными социальными, экономическими и экологическими негативными последствиями. В дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) погибают ежегодно сотни тысяч человек, десятки миллионов получают ранения. Скорость движения в периоды пик снижается до 5-10 км/ч, дискредитируя саму идею, заложенную в автомобиль при его создании, – экономия времени доставки пассажиров и грузов в результате высокой скорости сообщения. Уровень загазованности в городах превышает допустимый в десятки раз. Шум на магистралях больших городов достигает 100 дБ, что приводит к превышению допустимого уровня шума в домах на 40-50 дБ. Вибрации зданий и сооружений, вызываемые движением автомобилей, приводят к их интенсивному разрушению [1].

Кроме того, автомобиль требует огромных энергетических и сырьевых ресурсов, значительных площадей земли; возникают радио и телепомехи; происходит снижение подвижности человека (гиподинамия) и т. д.

Необходимо отметить, что продолжающийся рост производства автомобилей усугубляет возникшие негативные последствия. Однако понимание настоящей необходимости незамедлительного вмешательства человека в этот развивающийся процесс позволило сформулировать в общем виде направление по решению этой проблемы: определение причинно-следственных связей взаимодействия транспортных систем с природой и обществом для разработки и реализации мероприятий

по достижению необходимой эффективности транспортного процесса при исключении негативных последствий. Общие требования к системе ОБДД заключаются в минимизации времени на осуществление транспортного процесса при условии соблюдения безопасности движения и обеспечения защиты окружающей среды (ОС). Эти требования могут быть реализованы при осуществлении последовательного комплекса мероприятий, которые можно объединить в следующие пять основных групп [12, 13, 20].

- ❖ Повышение транспортной культуры всех участников дорожного движения.

- ❖ Совершенствование конструктивных и эксплуатационных характеристик транспортных средств; создание «безопасных» автомобилей; разработка, создание и внедрение альтернативных видов наземных транспортных средств.

- ❖ Совершенствование архитектурно-планировочных решений при строительстве и реконструкции городов (транспортные пересечения в разных уровнях, объездные пути вокруг городов, создание «бестранспортных» зон и пр.)

- ❖ Совершенствование и разработка новых методов управления и организации дорожного движения; разработка и создание единой автоматизированной информационной транспортной системы.

- ❖ Поэтапная разработка принципиально новых способов перемещения пассажиров и грузов – высокоскоростной наземный транспорт, транспортные средства на магнитной подушке, многоуровневый наземный транспорт, использование в качестве движителя гравитационного поля земли и др.

Реализация этих мероприятий должна осуществляться на общегосударственном уровне с привлечением различных ведомств и организаций, объединяющих специалистов, в сферу непосредственной деятельности которых входит широкий круг затронутых вопросов. Их деятельность в конечном итоге призвана снизить негативные последствия автомобилизации при полном и эффективном обеспечении страны необходимым объемом пассажирских и грузовых перевозок.

1. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.1. Нормативные документы по организации и безопасности дорожного движения

Дорожное движение – сложная динамическая система взаимодействия транспортных и пешеходных потоков. Упорядочение этого процесса осуществляется на основе системы нормативных положений. Создание такой системы законодательных и нормативно-правовых актов началось практически одновременно с появлением автомобилей. Уже в конце XIX века в Москве и Санкт-Петербурге существовали правила, регламентирующие движение автомобилей по городским улицам.

В настоящее время основным документом, осуществляющим правовое регулирование в сфере ОБДД в Российской Федерации, является федеральный закон № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения». Этот закон призван обеспечить охрану жизни, здоровья и имущества граждан, защиту их прав и законных интересов, защиту интересов общества и государства путем предупреждения дорожно-транспортных происшествий, снижения тяжести их последствий. Закон предусматривает совершенствование системы управления безопасностью движения, регламентирует основные права, обязанности и ответственность всех участников дорожного движения, устанавливает целевое планирование и управление обеспечением безопасности движения.

Законом введена следующая терминология в сфере безопасности дорожного движения:

дорожное движение – совокупность общественных отношений, возникающих в процессе перемещения людей и грузов с помощью транспортных средств или без таковых в пределах дорог;

безопасность дорожного движения – состояние данного процесса, отражающее степень защищенности его участников от дорожно-транспортных происшествий и их последствий;

дорожно-транспортное происшествие – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, поврежде-

ны транспортные средства, сооружения, грузы либо причинён иной материальный ущерб;

обеспечение безопасности дорожного движения – деятельность, направленная на предупреждение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий, снижение тяжести их последствий;

участник дорожного движения – лицо, принимающее непосредственное участие в процессе дорожного движения в качестве водителя транспортного средства, пешехода, пассажира транспортного средства;

организация дорожного движения – комплекс организационно-правовых, организационно-технических мероприятий и распорядительных действий по управлению движением на дорогах;

дорога – обустроенная или приспособленная и используемая для движения транспортных средств полоса земли, либо поверхность искусственного сооружения. Дорога включает в себя одну или несколько проезжих частей, а также трамвайные пути, тротуары, обочины и разделительные полосы при их наличии;

транспортное средство – устройство, предназначенное для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем.

Законом о безопасности дорожного движения установлен приоритет жизни и здоровья граждан, участвующих в дорожном движении, над экономическими результатами хозяйственной деятельности и приоритет ответственности государства над ответственностью граждан, участвующих в дорожном движении.

В законе указаны виды транспортной деятельности, которые подлежат лицензированию в целях обеспечения безопасности дорожного движения: перевозка пассажиров и грузов, транспортно-экспедиционное обслуживание юридических и физических лиц, ремонт и техническое обслуживание автотранспортных средств, осуществляемые на коммерческой основе, и т. д.

Закон устанавливает основные требования по обеспечению безопасности в отношении всех составляющих дорожного движения – автомобиля, водителя, дороги. Проектирование, строительство, реконструкция, ремонт и содержание дорог должны обеспечивать безопасность дорожного движения. Техническое

состояние транспортных средств, система технического обслуживания и ремонта, государственный технический осмотр транспортных средств в совокупности должны обеспечить соблюдение условий безопасности движения при эксплуатации транспортных средств. Медицинское обеспечение безопасности дорожного движения заключается в обязательном медицинском освидетельствовании кандидатов в водители и водителей с целью выявления медицинских противопоказаний или ограничений к водительской деятельности, оказании до врачебной помощи на месте ДТП, квалифицированной медицинской помощи в пути следования в лечебное учреждение и в лечебном учреждении.

Следовательно, закон «О безопасности дорожного движения» создал единую правовую основу для формирования и реализации государственной политики в области обеспечения безопасности дорожного движения.

Другим основным нормативным актом являются Правила дорожного движения, определяющие единый порядок дорожного движения на территории Российской Федерации. Первые Правила движения были введены в 1920 г. декретом «Об автодвижении в г. Москве и ее окрестностях». Наряду с регламентацией движения (ограничением скоростей, порядком движения и пр.) многие пункты декрета были направлены на борьбу с саботажем и расточительством. Постепенно на основании этих правил во многих городах разрабатывались свои правила движения. В 1940 г. были утверждены первые Типовые правила движения по улицам городов СССР, на основании которых разрабатывались правила движения на местах. С 1 января 1961 г. были введены первые единые Правила движения по улицам и дорогам СССР. В дальнейшем Правила дорожного движения неоднократно подвергались корректировке. Важным отличием ныне действующих в Российской Федерации Правил дорожного движения является то, что они утверждены правительственным постановлением, а не на ведомственном уровне (МВД), как ранее.

Важную группу нормативных документов составляют Государственные стандарты (ГОСТ), устанавливающие технические требования по обеспечению безопасности движения и экологической безопасности. Государственные стандарты регламентируют требования к дорожным знакам и разметке, техническим средст-

вам организации дорожного движения и автоматизированным системам управления дорожным движением, конструктивной безопасности автомобилей, токсичным выбросам и шуму транспортных средств.

Строительные нормы и правила (СНиП) содержат требования по обеспечению безопасности движения при проектировании, строительстве, реконструкции и содержании автомобильных дорог [12].

Отраслевые директивные, инструктивные и методические материалы по обеспечению безопасности движения затрагивают все аспекты ДД: права и обязанности Госавтоинспекции и Российской транспортной инспекции по обеспечению безопасности движения, порядок учёта ДТП, основные положения по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности движения и т. д.

К важнейшим международным нормативным документам относятся Конвенция о дорожном движении и Конвенция о дорожных знаках и сигналах. Эти документы были приняты в 1968 г. в Вене на конференции ООН по дорожному движению. В 1971 г. были приняты Европейские соглашения, дополняющие указанные конвенции.

В Конвенции о дорожном движении содержатся: общие положения по ОДД; требования к транспортным средствам, допускаемым к международному движению; требования к образцам водительских удостоверений и порядок их выдачи; требования к водителям; порядок и процедура присоединения государств к конвенции. Кроме того, приводятся определения терминов. Конвенция о дорожных знаках определяет соответствующие термины и обозначения, устанавливает общие требования к дорожным знакам, сигналам, указателям, разметке дорог.

Международные нормативные документы по ОБДД разрабатываются следующими организациями:

- комитетом по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН);
- международной федерацией обществ автомобильных инженеров и техников (FISTA), объединяющей профессиональные

организации автомобильных инженеров различных стран (SAE – США, SBIA – Бельгия, SIA – Франция, IME – Англия, VDI – Франция);

- международной организацией стандартизации – ISO;
- крупными фирмами, выпускающими отдельные агрегаты, узлы, изделия автомобилей (SIBIE – Франция, CARELLO – Италия, LUKAS – Англия и т.д.) [13].

1.2. Основные направления деятельности по обеспечению организации и безопасности дорожного движения

Для обеспечения эффективного и безопасного функционирования системы «Водитель–Автомобиль–Дорога–Среда» (ВАДС) необходимо совершенствовать подготовку водителей, улучшать конструкцию и техническое состояние транспортных средств, расширять строительство улиц и дорог, оптимально организовывать процесс дорожного движения.

С позиции системного подхода эта деятельность может быть рассмотрена как последовательно осуществляемая на трех уровнях управления, конечной целью которого является безопасность движения (рис. 1.1).

1-й уровень предусматривает создание системы законодательных и иных нормативных правовых актов, а также стандартов, технических правил, содержащих общие требования безопасности по всем компонентам системы ВАДС.

2-й уровень предусматривает непосредственную реализацию требований системы законодательных и иных нормативных правовых актов 1-го уровня в процессе создания транспортных средств, строительства, реконструкции и содержания улично-дорожной сети (УДС), организации дорожного движения, а также при подготовке водителей и обучении населения правилам безопасности движения.

3-й уровень предусматривает организацию контроля надежности функционирования всех компонентов системы ВАДС в процессе дорожного движения и принятие соответствующих мер для восстановления должного уровня безопасности системы.



Рис. 1.1. Схема управления системой ВАДС

Исходя из требований Федерального закона № 196-ФЗ, основные направления по обеспечению безопасности ДД можно сгруппировать в следующие семь блоков.

1. Установление полномочий и ответственности правительства, федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Федерации;

2. Разработка и утверждение законодательных и иных нормативных правовых актов в сфере ОБДД;

3. Регулирование деятельности на автомобильном, городском транспорте, в дорожном хозяйстве, осуществление деятельности по ОДД;

4. Организация подготовки водителей транспортных средств, обучение населения правилам ДД;

5. Проведение комплекса мероприятий по медицинскому обеспечению безопасности ДД;

6. Сертификация объектов, продукции и услуг транспорта и дорожного хозяйства, лицензирование деятельности, связанной с обеспечением безопасности ДД;

7. Осуществление надзора и контроля выполнения законодательства, действующего в сфере обеспечения безопасности ДД.

Каждый из блоков представляет определенные направления деятельности, участниками которой могут быть как государственные, так и иные структуры любых форм собственности, функционирующие в рамках закона.

На государственном уровне решаются наиболее фундаментальные проблемы дорожного движения – разработка законодательных и иных нормативных актов, планирование развития автомобилизации, принятие решений о структуре органов управления в рассматриваемой сфере, разработка программ дорожного строительства, утверждение государственных стандартов на дороги, улицы, автомобили и т.п.

На уровне субъектов Федерации рассматриваются практические вопросы обеспечения функционирования системы ВАДС. Все они входят в компетенцию соответствующих структур управления и подведомственных им организаций и решаются применительно к конкретному региону. Эти направления охватывают основные виды деятельности по обеспечению эффективного функционирования системы ВАДС, главным образом, применительно к задачам, которые должны решаться специалистами по ОДД. В числе названных направлений важное значение имеют также деятельность медицинских служб по оказанию помощи пострадавшим в ДТП, работа средств массовой информации (газеты, радио, телевидение) по пропаганде безопасности движения, обучение различных категорий населения в школах, других учебных заведениях правилам ДД, работа органов страхования и др.

Таким образом, инженеру по ОДД придется сталкиваться с весьма широким спектром вопросов, охватывающих самые разные области знаний. Для решения проблем ДД необходимы познания в области юриспруденции, экономики, психологии, педагогики, инженерных наук, включая специальные познания в градостроительстве, дорожном и автомобильном деле.

Естественно, что деятельность по обеспечению эффективного функционирования комплекса ВАДС не может быть сосредото-

точена в каком-то одном ведомстве или учреждении. С ростом автомобилизации все большее значение приобретает деятельность по обеспечению оптимальной ОДД, обычно осуществляемая на ведомственном и местном уровнях.

На основе анализа отечественного и зарубежного опыта инженерная деятельность по ОДД может быть представлена в виде пяти укрупнённых блоков (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Структура инженерной деятельности по ОБДД

1. Основой для разработки мероприятий по ОДД является информация о состоянии существующей организации движения и данные об интенсивности, составе транспортных и пешеходных потоков, другая информация о ДД. Такую информацию обычно собирает организация (проектная, дорожно-эксплуатационная, коммунальная), которой поручено разработать комплекс мер по совершенствованию ОДД. Эту информацию собирают в процессе периодических обследований УДС и ДД.

2. К «узким» местам на УДС относят: места концентрации ДТП, геометрическое сужение проезжей части, участки с ограниченной пропускной способностью, участки со сложными режимами движения и задержками транспортных и пешеходных потоков. Работа по их выявлению базируется на данных статистики ДТП, сведениях ГИБДД о нарушениях Правил ДД Российской Федерации, оценке пропускной способности отдельных элементов УДС, результатах изучения условий движения с помощью ходовых лабораторий. В плане выявления опасных мест эту рабо-

ту должны систематически выполнять подразделения ГИБДД, обслуживающие данную городскую территорию или дорогу. Изучение «узких» мест и оценку пропускной способности могут проводить как сотрудники ГИБДД, так и организация, которой поручена разработка предложений (проектов) по совершенствованию ДД.

3. На основе информации о состоянии УДС, ОДД, данных о ДТП и местах их концентрации, наличии «узких» мест разрабатываются (с необходимым экономическим и экологическим обоснованием) проекты ОДД. В зависимости от поставленной задачи проект разрабатывается для локального участка (перекрёсток, участок улицы) либо для города (городского района), автомобильной дороги или городской магистрали в целом.

Исполнителем при разработке проекта может быть только специализированная проектная организация. Задание на проектирование, как правило, должно разрабатывать соответствующее подразделение местной администрации при участии подразделения ГИБДД, обслуживающего данную территорию или дорогу.

4. Непосредственное участие в реализации разработанных мероприятий по совершенствованию ОДД, осуществляемое в порядке авторского надзора, даёт возможность корректировать при необходимости проектные решения и одновременно с этим проверять их на практике.

Разработка и реализация любых мероприятий по ОДД подразумевают наличие определённых правил, регламентирующих поведение всех участников ДД. Поэтому Правила ДД РФ принято считать основой ОДД. Дорожные знаки и разметка, светофорная сигнализация являются дополнительными и весьма важными инструментами, с помощью которых обеспечивается оптимальная организация движения.

5. Оперативные изменения ОДД необходимы при проведении массовых мероприятий (митингов, демонстраций, спортивных соревнований, праздничных шествий), а также в случае возникновения на отдельных участках УДС заторов, в местах ДТП, при проведении аварийно-спасательных работ. Как правило, места проведения массовых мероприятий заранее известны, и поэтому службы ОДД должны иметь проработанные и согласованные с

заинтересованными организациями схемы объезда временно закрываемых для движения участков УДС.

1.3. Государственная инспекция безопасности дорожного движения

Ведущее место в реализации мероприятий по обеспечению безопасности ДД на общегосударственном уровне занимает Государственная инспекция безопасности дорожного движения (ГИБДД). Госавтоинспекция была создана в 1935 г. и первоначально входила в структуру Центрального управления шоссейных и грунтовых дорог и автомобильного транспорта при Совнаркомом СССР. В функции ГИБДД на этом этапе входило осуществление государственного надзора за эксплуатацией автотранспорта. В 1936 г. Совнаркомом СССР было утверждено «Положение о Государственной автомобильной инспекции Главного управления Рабоче-Крестьянской милиции НКВД СССР». Соответственно были существенно расширены функции ГАИ-ГИБДД: борьба с ДТП, контроль за использованием транспортных средств, разработка нормативных документов и т. д.

С развитием автомобилизации и усложнением задач по обеспечению безопасности ДД видоизменялись и функции Госавтоинспекции. Главной задачей ГИБДД является обеспечение соблюдения министерствами, ведомствами, организациями, учреждениями, предприятиями независимо от форм собственности, общественными объединениями, должностными лицами, а также гражданами нормативов и стандартов в сфере обеспечения безопасности ДД с целью сохранения жизни и здоровья граждан. В соответствии с этим ГИБДД осуществляет комплекс мероприятий по ОДД, надзор за техническим состоянием транспортных средств, учёт и регистрацию транспортных средств и т. д.

Увеличение численности автопарка и усложнение условий движения потребовало более активных действий по регулированию ДД. Поэтому в 1969 г. в структуре ГИБДД появились подразделения по ОДД и дорожному надзору. В функции этих подразделений была включена реализация всего комплекса мероприятий по ОДД: обследование параметров ДД и УДС, проекти-

рование схем ОДД, выявление мест концентрации и детальный анализ ДТП.

Дальнейшее развитие функций по ОДД произошло в 1972 г., когда в системе Госавтоинспекции были созданы специализированные монтажно-эксплуатационные подразделения. Эти подразделения обеспечивают внедрение и эксплуатацию технических средств управления дорожным движением.

В 1991 г. в общегосударственной системе создана еще одна организация, в функции которой входит контроль за обеспечением безопасности дорожного движения – Российская транспортная инспекция (РТИ) Министерства транспорта Российской Федерации. К числу решаемых этим подразделением задач отнесены контроль за соблюдением транспортного законодательства, правил безопасности движения, экологических требований при эксплуатации транспорта и лицензирование транспортной деятельности.

Для координации деятельности по обеспечению безопасности ДД в 1976 г. была создана комиссия по безопасности ДД. Первоначально эта комиссия входила в структуру МВД, но затем она была переименована во Всесоюзную комиссию по безопасности ДД с соответствующим расширением функций и полномочий. В настоящее время в России действует Правительственная комиссия Российской Федерации по обеспечению безопасности дорожного движения, решения которой имеют статус правительственных директивных документов. На уровне субъектов Федерации и местных органов власти функционируют региональные и городские районные комиссии по безопасности движения.

В настоящее время в структуру ГИБДД России входят следующие подразделения: дорожно-патрульной службы, автотехнической инспекции, пропаганды безопасности дорожного движения, регистрационно-экзаменационной работы, организации дорожного движения, информационного обеспечения и внедрения технических средств, секретариаты комиссий по безопасности дорожного движения, диагностические станции.

С созданием ГИБДД России усилился процесс реализации концепции совершенствования государственного надзора и инспекционной деятельности. В сферу этой деятельности включаются контроль и надзор за выполнением должностными лицами

органов власти и местного самоуправления, хозяйствующими субъектами правил, стандартов, технических норм и других нормативных документов в области обеспечения безопасности дорожного движения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение дорожного движения, безопасности дорожного движения, организации дорожного движения.
2. На каком уровне осуществляется разработка законодательных и иных нормативных актов в области организации и безопасности дорожного движения?
3. Каково содержание Конвенции о дорожном движении, дорожных знаках и сигналах?
4. Какие участки на улично-дорожной сети относят к «узким» местам?
5. В чём заключаются основные функции ГИБДД, Российской транспортной инспекции?
6. Назовите год образования ГАИ-ГИБДД.

2. ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ, ИХ УЧЁТ И АНАЛИЗ

2.1. Классификация дорожно-транспортных происшествий

Определение дорожно-транспортного происшествия (ДТП) в Российской Федерации введено федеральным законом № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» (см. п.1.1). Как правило, обстоятельства возникновения ДТП чрезвычайно разнообразны. Однако анализ этих обстоятельств позволил выявить некоторые общие их черты, что дало возможность разработать классификацию ДТП по различным признакам (рис. 2.1.).



Рис. 2.1. Классификация ДТП

По механизму образования ДТП различают следующим образом:

- *столкновение*, когда движущиеся механические транспортные средства столкнулись между собой или с подвижным составом железных дорог;
- *опрокидывание*, когда механическое транспортное средство потеряло устойчивость и опрокинулось. К этому виду происшествий не относятся опрокидывания, вызванные столкновением механических транспортных средств или наездами на не-

подвижные предметы;

- *наезд на неподвижное препятствие*, когда механическое транспортное средство наехало или ударилось о неподвижный предмет (опору моста, столб, дерево, ограждение и т. п.);

- *наезд на стоящее транспортное средство*, когда механическое транспортное средство наехало или ударилось о стоящее механическое транспортное средство;

- *наезд на пешехода*, когда механическое транспортное средство наехало на человека или он сам натолкнулся на движущееся механическое транспортное средство, получив травму;

- *наезд на велосипедиста*, когда механическое транспортное средство наехало на человека, передвигавшегося на велосипеде (без подвесного двигателя), или он сам натолкнулся на движущееся механическое транспортное средство, получив травму;

- *наезд на гужевой транспорт*, когда механическое транспортное средство наехало на упряжных, вьючных, верховых животных либо на повозки, транспортируемые этими животными;

- *наезд на животных*, когда механическое транспортное средство наехало на диких или домашних животных;

- *прочие происшествия*, т. е. происшествия, не относящиеся к перечисленным выше видам. К этому виду происшествий относятся сходы трамваев с рельсов (не вызвавшие столкновения или опрокидывания), падение перевозимого груза на людей и др.

По тяжести последствий ДТП различают следующим образом:

- *с материальным ущербом*, когда в результате происшествия не выявлено пострадавших;

- *с лёгкими ранениями*, когда пострадавшим в результате происшествия либо назначено амбулаторное лечение после оказания первой медицинской помощи, либо потребовалась госпитализация, но прерывание рабочего стажа при этом не превышает 7 суток;

- *с тяжёлыми ранениями, не приведшими к инвалидности*, когда пострадавшим в результате происшествия после ока-

зания первой медицинской помощи потребовалась госпитализация с прерыванием рабочего стажа более 7 суток, но в результате лечения человеку не была присвоена какая-либо группа инвалидности;

➤ *с тяжёлыми ранениями, приведшими к инвалидности*, когда в результате лечения после происшествия человеку была присвоена какая-либо группа инвалидности;

➤ *с летальным исходом*, когда человек погиб непосредственно на месте происшествия либо в течение 30 суток с момента происшествия.

К ДТП не относят следующие происшествия:

- с тракторами и другими самоходными механизмами во время выполнения ими основных производственных операций, для которых они предназначены (пахота, рытье траншей и т. п.), вследствие нарушения правил эксплуатации и техники безопасности;

- вызвавшие пожары на движущихся механических транспортных средствах, не связанные с их технической неисправностью;

- возникшие в результате умышленных действий, направленных на причинение ущерба здоровью или жизни людей, материального ущерба;

- явившиеся следствием попытки пострадавшего покончить жизнь самоубийством;

- возникшие в результате стихийных бедствий;

- на закрытых территориях предприятий, учреждений, аэродромов, воинских частей и других охраняемых объектов;

- возникшие во время спортивных соревнований, когда по собственной вине пострадали водители-спортсмены или другие участники соревнований.

2.2. Учёт дорожно-транспортных происшествий

Эффективность деятельности по обеспечению безопасности ДД во многом зависит от полноты и достоверности информации о ДТП. Это обеспечивается наличием системы учёта ДТП и выполнением Правил учёта ДТП всеми организациями, осуществ-

ляющими все виды транспортной деятельности или обслуживание путей сообщения.

В соответствии с Законом о безопасности дорожного движения на территории Российской Федерации осуществляется государственный учёт основных показателей оценки безопасности ДД. К таким показателям относят количество ДТП, пострадавших в них граждан, транспортных средств, водителей, число нарушителей Правил ДД, количество административных правонарушений и уголовных преступлений в области ДД.

Учёту подлежат ДТП с участием хотя бы одного находящегося в движении транспортного средства, повлекшие гибель, телесные повреждения людей либо повреждения транспортных средств, грузов, дорог, дорожных и других сооружений или иного имущества.

К транспортным средствам относятся автомобили, мотоциклы, мотороллеры, мотоколяски, мопеды, велосипеды с подвесными двигателями, трамваи, троллейбусы и другие самоходные механизмы независимо от мощности двигателя и максимальной скорости, а также гужевого транспорт (за исключением вьючных и верховых животных).

Дорожно-транспортные происшествия, в которых погибли или получили ранения люди, включаются в государственную статистическую отчётность. Таким образом, учитывая, что для составления первичных материалов ДТП требуется выезд на место происшествия сотрудников ГИБДД, регистрация и анализ ДТП имеют значительную трудоёмкость, полная документация и отчётность в ГИБДД ведется не по всем ДТП, а только по тем, в которых имеются раненые или погибшие.

Правила учёта ДТП в РФ предусматривают его ведение органами ГИБДД. В ГИБДД на каждое отчётное ДТП заполняют карточку учёта ДТП, которую хранят в течение двух лет. На региональном уровне первый экземпляр карточки направляется городскими или районными подразделениями в ГИБДД субъекта Российской Федерации. Эта операция может быть автоматизирована при наличии региональной информационной сети. ГИБДД субъектов РФ передаёт сведения о ДТП на федеральный уровень в Главный информационный центр МВД России. База данных о

ДТП хранится на региональном и федеральном уровнях в течение 6 лет.

Учётная карточка ДТП составляется на основании первичных документов, оформляемых дежурной группой ГИБДД на месте ДТП (протокол или справка о ДТП, схема ДТП, протокол осмотра транспортных средств, протокол осмотра места ДТП, объяснения водителей, показания свидетелей). В дальнейшем карточка служит основным исходным документом для анализа.

Карточка учёта ДТП включает следующие основные положения:

- общие данные о ДТП (республика, край, область, год, месяц, число, время происшествия, день недели, участок дороги, населенный пункт и т. д.);
- вид происшествия (столкновение, опрокидывание и т. д.);
- данные о транспортных средствах и их состоянии (марка, год выпуска, исправен, неисправен и пр.);
- элементы плана и профиля дороги, улицы (горизонтальная прямая дорога, спуск на прямой и пр.);
- освещение и состояние проезжей части (сухая, мокрая, загрязненная и пр.);
- метеоусловия (ясно, пасмурно, ливень и пр.);
- данные о водителях и их состоянии (квалификация, стаж, возраст, на каком часу работы за рулем и пр.);
- данные о пострадавших участниках ДТП (погибло, ранено).

Причины ДТП и факторы, способствовавшие его возникновению, сгруппированы в соответствии с представлениями о системе ДД: участники движения, транспортные средства, дорога. В свою очередь, участники движения классифицированы следующим образом:

❖ водители (превышение скорости движения в опасных условиях, нарушение правил обгона, несоблюдение очередности проезда, неподача или неправильная подача сигналов, нарушение требований сигналов и пр.);

❖ велосипедисты (несоблюдение очередности проезда, неподача или неправильная подача сигналов, внезапный выезд из ряда и др.);

- ❖ водители (нетрезвое состояние, другие нарушения правил движения);
- ❖ пешеходы (переход в не установленном месте, ходьба вдоль проезжей части при наличии тротуара, переход перед близко идущим транспортным средством и т. д.);
- ❖ пассажиры (вход или выход из транспортного средства во время движения, проезд на подножках и выступах и др.)

В качестве причин ДТП, относящихся к транспортным средствам, в карточке может быть зафиксированы все технические неисправности, приведшими к возникновению ДТП.

Причины, относящиеся к дорожным условиям, включают в себя неудовлетворительное эксплуатационное состояние покрытия и неудовлетворительные геометрические параметры дороги.

Кроме того, в карточке учёта ДТП указывается материальный ущерб, приводится схема и описание происшествия, а также сведения о привлечённых к ответственности.

Поскольку наиболее полная информация о ДТП находится в ГИБДД, владельцы транспорта (юридические лица), дорожные и коммунальные службы должны производить в ГИБДД сверку данных о ДТП. ГИБДД не реже одного раза в месяц предоставляет возможность для сверки следующих данных: вид ДТП, характеристики места ДТП, дорожные условия, транспортные средства, участвовавшие в ДТП, характер нарушений Правил дорожного движения, количество пострадавших.

2.3. Анализ дорожно-транспортных происшествий

Детальный анализ всех видов ДТП невозможен без выявления факторов и причин, их вызывающих. Взгляды на факторы и причины, лежащие в основе ДТП, меняются по мере накопления опыта ОДД и исследовательских работ в области безопасности движения [12, 13, 20, 21, 26].

В соответствии с целями и задачами анализа ДТП различают три основных метода анализа: количественный, качественный, топографический.

Количественный анализ ДТП оценивает уровень аварийности по месту (пересечение, магистральная улица, город, регион, страна, весь мир) и времени их совершения (час, день, месяц, год

и пр.). Таким образом, на выходе количественного анализа получают значения параметров оценки уровня аварийности. Условно можно рассмотреть следующую классификацию параметров количественного анализа ДТП (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Параметры количественного анализа ДТП

Как видно из рис. 2.2, абсолютные показатели дают общее представление об уровне аварийности, позволяют проводить сравнительный анализ во времени для определенного региона и показывают тенденции изменения этого уровня. Однако при сравнительной оценке уровня аварийности в различных городах, регионах, государствах с различным уровнем автомобилизации, численности населения наиболее объективную оценку дают относительные показатели аварийности.

Прежде всего, при реализации метода количественного анализа ДТП устанавливается удельный вес каждого вида ДТП. Это позволяет получить объективную картину по структуре аварийности на исследуемом объекте (перекресток, улица, дорога, район городской УДС, регион, страна и т.д.). Для выявления структурных изменений целесообразно производить анализ вариации удельного веса ДТП каждого вида. Усреднённое распределение ДТП по видам в Российской Федерации с использованием официальной статистической информации по аварийности приведено на рис. 2.3 [1, 4, 13, 20, 21, 25].

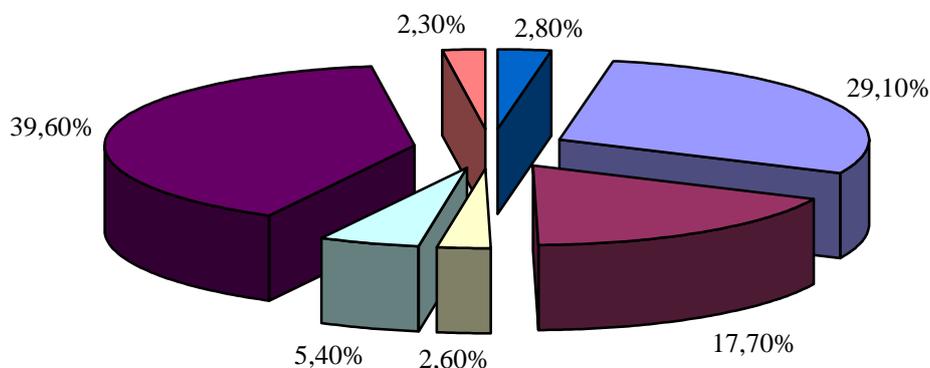
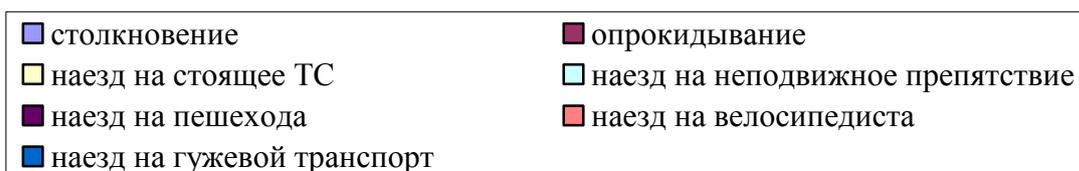


Рис. 2.3. Распределение ДТП по видам в РФ

Из перечисленных показателей наиболее распространенным и объективным является показатель K_a относительной аварийности, учитывающий пробег транспортных средств [12, 13, 20, 21]

$$K_a = \frac{n_{RTA}}{L} \cdot 10^6, \text{ ДТП/млн. км,} \quad (2.1)$$

где n_{RTA} - число ДТП за рассматриваемый период; L - суммарный пробег транспортных средств за этот же период, км.

С учётом среднесуточной интенсивности q_s движения транспортных средств в течение года на участке магистрали протяженностью l показатель относительной аварийности K_a

$$K_a = \frac{n_{RTA}}{365 \cdot q_s \cdot l} \cdot 10^6, \text{ ДТП/млн. км.} \quad (2.2)$$

Число ДТП, приведённое к численности населения N_{nas} , оценивает риск попадания человека в ДТП R_a вне зависимости от уровня автомобилизации. Обычно используют этот показатель в расчёте на 1 млн. человек.

$$R_a = \frac{n_{RTA}}{N_{nas}} \cdot 10^6, \text{ ДТП/млн. чел.} \quad (2.3.)$$

Усреднённые сравнительные значения данного показателя приведены на рис. 2.4.

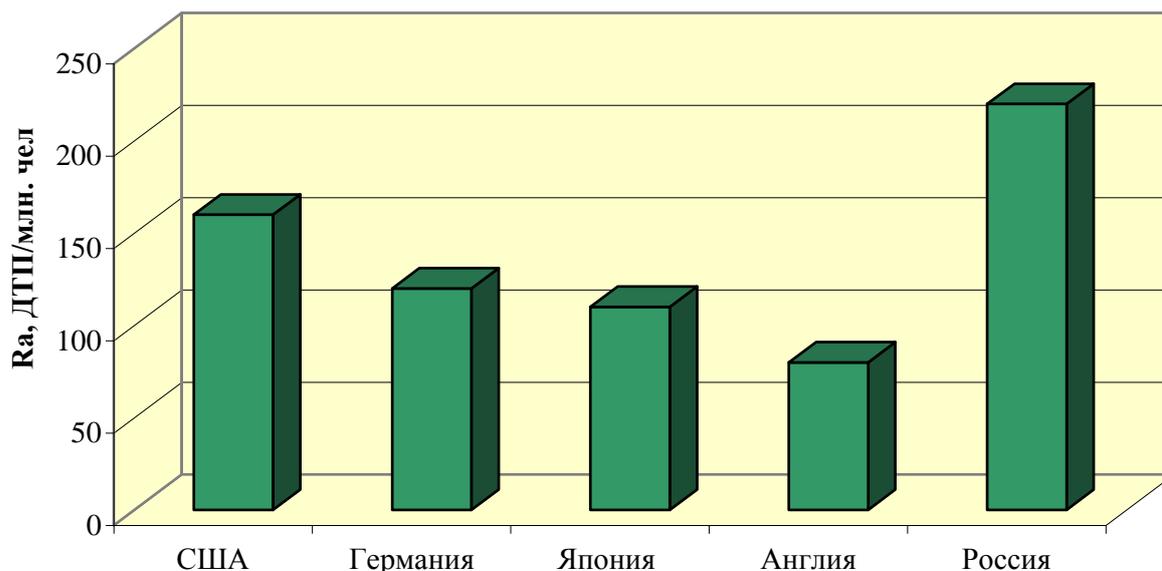


Рис. 2.4. Величина риска попадания человека в ДТП

В связи с различной степенью тяжести последствий ДТП для возможности сравнительной оценки и анализа различных ДТП применяют коэффициент тяжести ДТП K_T

$$K_T = \frac{n_d}{n_r}, \quad (2.4)$$

где n_d – число погибших в ДТП за определённый период времени; n_r – число раненых в ДТП за тот же период времени.

Однако коэффициент тяжести ДТП K_T , определённый по выражению (2.4), не способен оценить количество пострадавших в общем количестве ДТП. Для решения этой задачи используют следующие разновидности коэффициента тяжести ДТП:

$$K_{T1} = \frac{n_d}{n_{RTA}}, \quad K_{T2} = \frac{n_r}{n_{RTA}}, \quad K_{T3} = \frac{n_d + n_r}{n_{RTA}}. \quad (2.5)$$

В Российской Федерации в государственной статистике степень тяжести оценивается числом погибших на 100 пострадавших и определяется, соответственно, следующим образом

$$K_T^{RF} = \frac{n_d}{n_d + n_r} \cdot 100. \quad (2.6)$$

Для оценки тяжести отдельного вида ДТП (столкновение, опрокидывание и пр.) может быть использован показатель, пред-

ставляющий собой отношение числа погибших (раненых) к числу ДТП данного вида.

Иногда в практике ОДД приходится решать задачу сравнения между собой по степени опасности различные элементы УДС (перегоны, перекрёстки и т.д.) В этом случае можно воспользоваться показателем опасности участка УДС (показатель Рейнгольда) Z

$$Z = \sum_{i=0}^3 n_i \cdot p_i, \quad (2.7)$$

где n_i – число ДТП i -й тяжести, p_i – весовой коэффициент ДТП i -й тяжести.

Количество сумм в выражении (2.7) определяется количеством групп ДТП при их дифференциации по тяжести последствий. Рейнгольд предложил следующие значения p_i :

- ДТП с материальным ущербом – $p_0=1$;
- ДТП с лёгкими ранениями – $p_1=5$;
- ДТП с тяжёлыми ранениями – $p_2=70$;
- ДТП с летальным исходом – $p_3=130$.

В Российской Федерации используется несколько иной принцип дифференциации ДТП по тяжести последствий, в результате применяются иные значения p_i , а именно:

- ДТП с материальным ущербом – $p_0=1$;
- ДТП с лёгкими ранениями – $p_1=4$;
- ДТП с тяжёлыми ранениями, не приведшими к инвалидности – $p_{2(1)}=7$;
- ДТП с тяжёлыми ранениями, приведшими к инвалидности – $p_{2(2)}=70$;
- ДТП с летальным исходом – $p_3=100$.

На основе показателя Рейнгольда производится интегральная оценка опасности, отдельных элементов УДС с учётом тяжести последствий ДТП

$$K_{int} = \frac{Z}{365 \cdot q_s \cdot l} \cdot 10^6. \quad (2.8)$$

Для оценки экономического аспекта количественного анализа ДТП разработаны различные методики расчёта материального ущерба от ДТП. Общий принцип следующий: потери условно делят на *прямые* и *косвенные*.

К *прямым* относят материальные потери, произошедшие в результате:

- ❖ повреждения или уничтожения материальных ценностей (транспортных средств, перевозимых грузов, ТСОДД и элементов обустройства дорог);
- ❖ транспортировки и восстановления транспортных средств;
- ❖ ремонта дорожных сооружений и элементов обустройства дорог;
- ❖ оказания помощи и лечения людей;
- ❖ выплаты денежных пособий и пенсий пострадавшим и их семьям;
- ❖ задержек движения (потери времени транспортными средствами, перерасход топлива, увеличение протяжённости маршрута, потери времени пассажирами и пр.)

К *косвенным* потерям относят потери, связанные с временным или полным прекращением трудовой деятельности членов общества, т.е. условную потерю части национального дохода страны [13].

Качественный анализ ДТП служит для установления причинно-следственных факторов возникновения ДТП и степени влияния каждого из них на ДТП. Как правило, каждое ДТП обусловлено воздействием нескольких причин. Выявляя основную причину ДТП, не следует игнорировать влияние сопутствующих факторов. Например, основной причине ДТП «несоблюдение дистанции» могут также сопутствовать следующие побочные факторы: недостаточные навыки управления транспортным средством, пониженные зрительные способности, неудовлетворительное техническое состояние транспортного средства.

В связи с этим для объективного выявления причин ДТП необходимо производить анализ с учётом взаимодействия компонентов системы ВАДС. К настоящему времени использование положений системного подхода является необходимым условием при анализе уровня аварийности.

Водитель в этой системе выполняет основные функции по обеспечению безопасности ДД: приём и оценка информации, выработка плана действия, исполнение принятого решения. Основными причинами ДТП на стадии приёма и оценки информации

являются увеличение времени реакции водителя, пониженные зрительные способности, невнимательность, вызывающие неадекватное восприятие дорожной обстановки. При выработке плана действий, обеспечивающего безопасное движение, особое значение имеют опыт водителя, способность прогнозировать развитие ситуации, осознанное выполнение Правил ДД. В процессе исполнения принятого решения причинами ДТП могут быть недостаточная практика вождения, отсутствие умения корректировать управляющие воздействия.

Автомобиль выполняет функции объекта управления. Возможные причины ДТП связаны с неудовлетворительным техническим состоянием узлов и агрегатов, влияющих на безопасность движения, конструктивными недостатками.

Неудовлетворительное состояние дороги, отклонения от проектных значений параметров дороги, низкий коэффициент сцепления, недостаточное информационное обеспечение об условиях движения являются причинами ДТП по дорожному фактору.

Анализ причин ДТП позволяет свести их в следующие однородные по характеру группы:

- несоблюдение Правил ДД его участниками, т. е. водителями, пешеходами и пассажирами;
- выбор водителями таких режимов движения, при которых они лишаются возможности управлять транспортными средствами, в результате чего возникают заносы, опрокидывания, столкновения и пр.;
- снижение психофизиологических функций участников движения в результате объективных (переутомление, болезнь, приём лекарств), субъективных (употребление алкогольных напитков, наркотиков) и социальных (нездоровый климат на работе или в семье, болезнь близких и пр.) причин;
- неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств;
- неправильное размещение и крепление груза;
- неудовлетворительное устройство и содержание элементов дороги и дорожной обстановки;
- неудовлетворительная ОДД.

Существуют различные данные о распределении причин ДТП по звеньям системы ВАДС, однако во всех вариантах наибольшая доля причин аварийности связывается с ошибочными действиями водителя. Удельный вес влияния различных компонентов системы и их взаимодействий на возникновение ДТП, полученный по результатам системных исследований причин аварийности в США, приведён в таблице 2.1 [13].

Таблица 2.1

Распределение причин ДТП по элементам системы ВАДС

Влияние различных факторов на возникновение ДТП	Удельный вес, %
Водитель	51,9
Автомобиль	2,3
Дорога	4,2
Водитель – автомобиль	6,4
Водитель – дорога	30,1
Дорога – автомобиль	0,4
Водитель – автомобиль – дорога	4,7

Таким образом, при анализе ДТП наиболее просто отнести его причину к водителю, который, как считают, обязан мгновенно реагировать на изменение дорожно-транспортной ситуации и компенсировать несовершенство составляющих системы ВАДС необходимыми приёмами управления, обеспечивающими безопасный режим движения. Однако такая уверенность недостаточно обоснована. Многие ДТП происходят из-за неопытности, недобросовестности либо халатности определённых должностных лиц, например, ДТП, возникающие из-за дефектов транспортных средств, плохого освещения улиц, неудовлетворительного состояния проезжей части, неправильной разметки улиц, неверной установки и неудовлетворительного состояния дорожных знаков и т. п.

В отличие от систем автоматического регулирования водитель не имеет запрограммированной системы ответов на все бесчисленное многообразие дорожно-транспортных ситуаций. Рассматривая возможные варианты решения возникшей задачи в ограниченный промежуток времени, он может допускать ошибки, число которых увеличивается при снижении его психофизиологических возможностей в процессе работы. При учёте этого об-

стоятельства такие официальные причины ДТП, как превышение скорости, неправильный обгон или поворот, непредоставление приоритета и пр., во многих случаях могут оказаться только следствием других первопричин, относящиеся или к дороге, или к автомобилю, или к тому и другому одновременно. В результате было достаточно самого незначительного недопонимания водителем сложившейся ситуации, чтобы возникла опасность ДТП.

Анализ большого числа ДТП позволил установить, что на каждые 100 ДТП приходится около 250 причин и сопутствующих факторов.

В отрезке времени, непосредственно предшествующем ДТП, и в процессе его развития влияние каждой из причин неодинаково. В каждой фазе развития ДТП можно выделить одну главную, ведущую причину. В последующих фазах происшествия эта причина может стать второстепенной, сопутствующей, а главной становится та, которая в первой фазе являлась сопутствующей. При анализе ДТП необходимо выявлять все причинно-следственные связи. В противном случае установление первопричины происшествия затруднительно, а подчас и невозможно. Немаловажное значение при этом имеет выявление обстоятельств, предшествовавших ДТП. Во многих случаях предпосылки для ДТП создаются намного раньше самого происшествия.

По материалам мировой статистики распределение причин ДТП примерно следующее:

- из-за неправильных действий человека – 60-70%;
- из-за неудовлетворительного состояния дороги и несоответствия дорожных условий характеру движения – 20-30%;
- из-за технической неисправности автомобиля – 10-20%.

Топографический анализ ДТП предназначен для выявления мест концентрации ДТП в пространстве (пересечении, участке дороги, магистрали, городе, регионе, стране и пр.) Различают три вида топографического анализа: карту ДТП, линейный график ДТП, масштабную схему (ситуационный план) ДТП.

Карта ДТП может быть выполнена в виде обычной карты города или района (области, республики, всей страны) в соответствующем масштабе, на которую условными обозначениями нанесены места совершения ДТП. Причём в зависимости от целей

проводимого топографического анализа на карте могут быть условно обозначены виды ДТП, тяжесть ДТП и т. д. В результате на карте в наглядном виде «проявляются» очаги ДТП, привлекая внимание специалистов для принятия соответствующих мер.

Линейный график, как правило, составляется для участка или всей автомобильной дороги. Масштаб изображения укрупнён по сравнению с картой ДТП, что позволяет более подробно классифицировать ДТП, нанося их при помощи условных изображений на график. Очаги ДТП на графике подсказывают о неблагоприятных дорожных условиях, сложившихся в местах их сосредоточения.

Масштабная схема представляет собой по существу схему ДТП на пересечении, площади, участке дороги и т. д., выполненную в крупном масштабе. На ней символическими изображениями наносятся транспортные средства, участники ДТП, направление их движения, тяжесть последствия ДТП. Кроме того, могут быть нанесены дата, время суток, номер учётной карточки. Схема позволяет принимать решения о необходимости совершенствования ОДД на конкретном участке УДС.

Уровень аварийности в очагах ДТП таков, что оказывает существенное влияние на показатели аварийности в масштабах данной территории. Поэтому в условиях ограниченного финансирования деятельности по обеспечению безопасности движения выявление и ликвидация таких опасных мест является приоритетным направлением, реализация которого способна обеспечить значительное снижение количества ДТП.

2.4. Служебное расследование дорожно-транспортных происшествий

Целью служебного расследования является установление обстоятельств, условий и причин возникновения ДТП, выявление нарушений установленных норм и правил, регламентирующих безопасность ДД, а также разработка мероприятий по устранению причин происшествий [4, 9, 21].

При служебном расследовании в пределах компетенции лица его проводящего должны быть выявлены:

- обстоятельства, предшествующие происшествию;

- причины происшествия;
- влияние дорожных и других факторов на возникновение ДТП;
- последствия происшествия;
- лица, деятельность которых связана с возникновением происшествия, и конкретная вина каждого из них (предварительно);
- недостатки в работе автотранспортного предприятия (АТП) (организации), способствующие возникновению ДТП.

Служебное расследование проводится:

- руководителем АТП (организации) – всех ДТП с транспортом, принадлежащим предприятию, в срок до 5 суток;
- руководителем территориального производственного объединения – ДТП, при которых погибло 3 и более человек и пострадало 5 и более человек, в срок до 7 суток;
- руководителем Министерства, а также начальниками отдела по безопасности движения, главных управлений по транспортному обслуживанию населения и (или) транспортному обслуживанию народного хозяйства (в зависимости от транспорта, участвующего в происшествии), Главного управления технического перевооружения и межотраслевых связей (в случае технической неисправности транспортного средства) – ДТП с гибелью 7 человек и более или пострадавшими 15 человек и более в срок до 10 суток [4, 21].

Служебное расследование должно проводиться во взаимодействии с органами дознания, следствия и организациями, несущими ответственность за состояние автомобильной (железной) дороги, речных переправ и других сооружений, а в случае ранения или гибели работников предприятия АТ – с привлечением представителя профсоюзного комитета данного предприятия.

Выводы служебного расследования в отношении виновности водителя носят предварительный характер.

Материалы служебного расследования могут быть использованы АТП (организациями), территориальными производственными объединениями при защите интересов водителя в следственном и судебном разбирательстве.

Передача информации о ДТП. Водители предприятий Министерства в случае участия в ДТП обязаны без промедления сообщать об этом в ГИБДД и дежурному работнику АТП.

При невозможности сообщения о ДТП в своё предприятие водитель сообщает о нём руководителю ближайшего транспортного предприятия или территориального производственного объединения Минтранса РФ, который обязан оказать необходимую помощь пострадавшим, обеспечить охрану груза и принять меры к немедленной передаче информации по факту ДТП в Отдел по безопасности движения Министерства по месту дислокации транспорта.

Информация о ДТП в предприятие поступает от ГИБДД, дорожно-эксплуатационных и других организаций и лиц. При получении информации о ДТП не от ГИБДД последняя немедленно ставится об этом в известность [4, 21].

Дежурный или иной работник предприятия, получив информацию о ДТП, докладывает об этом руководителю или его заместителю. Руководитель предприятия, установив, что последствием происшествия явились телесные повреждения или гибель людей, немедленно докладывает об этом руководителю вышестоящей организации, ГИБДД, а при травмах или гибели работников предприятия АТ – также техническому инспектору комитета профсоюза.

Руководитель территориального производственного объединения после получения и уточнения сведений о ДТП, в котором пострадал хотя бы один человек (независимо от виновности в ДТП), передаёт сведения о нём в Отдел по безопасности движения Минтранса РФ в течение 12 часов.

Если в происшествии пострадало 5 и более человек, руководитель территориального производственного объединения передаёт сведения о нём немедленно по телефону в Отдел по безопасности движения, в главные управления по транспортному обслуживанию населения и (или) транспортному обслуживанию хозяйства (в зависимости от типа транспортного средства, участвовавшего в происшествии), комитет профсоюза, а в случае технической неисправности транспортного средства – также в Главное управление технического перевооружения и межотраслевых связей.

В нерабочее время информация передаётся ответственному дежурному по Министерству по телефону. После уточнения обстоятельств происшествия информация подтверждается по факсу.

Сообщение должно содержать ответы на следующие вопросы:

- ❖ дата, время, место и вид происшествия;
- ❖ модели, номерные знаки и принадлежность транспортных средств, участвовавших в происшествии;
- ❖ вид перевозок (при пассажирских перевозках указать количество перевозимых пассажиров в автобусе);
- ❖ обстоятельства и предварительно установленные причины происшествия;
- ❖ последствия происшествия;
- ❖ фамилия водителя(ей), его возраст, общий водительский стаж, стаж работы в АТП и на данном типе транспортного средства, состояние здоровья, на каком часу работы произошло происшествие;
- ❖ дорожные условия на месте совершения ДТП; ширина и состояние проезжей части, профиль дороги, состояние видимости, погодные условия, обустроенность дороги;
- ❖ сведения о техническом состоянии транспортного(ых) средства;
- ❖ фамилия и должность руководителя(ей) объединения, выехавшего на место совершения ДТП.

Руководитель Министерства, территориального производственного объединения, организации, автотранспортного предприятия, который проводит служебное расследование, создаёт комиссию, привлекая к работе в ней необходимых должностных лиц и специалистов [4, 21].

Оценка влияния дорожных факторов (ширина и состояние проезжей части, профиль дороги, состояние видимости, обустроенность дороги и т.д.) при расследовании ДТП должна проводиться представителями автотранспортных организаций с участием представителей дорожных организаций и органов ГИБДД.

Действия работников АТП. Должностные лица, прибывшие на место происшествия раньше работников ГИБДД, должны принять меры к оказанию помощи пострадавшим, доставке их в ближайшее медицинское учреждение, к охране места происшествия, транспортного средства и груза, принять меры к предот-

вращению «вторичных происшествий» и выявлению очевидцев происшествия (под «вторичным происшествием» понимается происшествие, причины которого связаны с изменениями на дороге в результате данного ДТП). Должностные лица, производящие служебное расследование, с разрешения работников органов дознания или следствия должны:

1) осмотреть место происшествия и поврежденные транспортные средства;

2) уточнить необходимые данные у водителей и других очевидцев происшествий, объяснения которых могут иметь значение для выяснения обстоятельств происшествия;

3) установить:

- дату и точное время (местное) происшествия;

- место происшествия:

в городе – улица, район;

на дороге – категория дороги и в случаях, когда происшествие связано с неудовлетворительными дорожными условиями – принадлежность и наименование организации, эксплуатирующей дорогу;

- модель и номерной знак транспортного средства;

- число погибших и раненых (в том числе водителей, пешеходов, пассажиров);

- техническое состояние транспортного средства;

- характер и степень повреждения транспортного средства и перевозимого груза;

- кто управлял транспортным средством: фамилия, имя, отчество, класс, год присвоения квалификации, стаж работы (общий водительский стаж, стаж работы в данном АТП, на данном транспортном средстве, по возможности, те же сведения о других водителях – участниках происшествия);

- состояние водителя: здоров, трезв, утомлён (только по заключению врача);

- на каком часу работы водителя произошло происшествие;

- цель поездки;

- вид перевозок: международные, междугородные, городские, пригородные;

- по назначению ли использовалось транспортное средство, нет ли отклонений от маршрута;

- вид ДТП;
- погодные условия (дождь, снег, туман и т. д.);
- освещённость: тёмное, светлое время суток, сумерки;
- дорожные условия (вид покрытия, состояние проезжей части, подъём, кривая, наличие дорожных знаков и сигналов);

4) ознакомиться с протоколом осмотра места происшествия, осмотра транспорта и схемой ДТП и снять с них копии;

5) зафиксировать (при необходимости сфотографировать) общий вид места происшествия, положения транспортных средств, участвующих в происшествии, следы торможения, юза или качения автомобиля и принадлежность именно этому транспортному средству, место осыпавшейся грязи, стекла и т.д. при ударе, его форму, размеры, место наезда на пешехода, а также другие предметы, которые могли повлиять на возникновение происшествия. При необходимости настоять, чтобы эти сведения были занесены в протокол осмотра места происшествия;

б) осмотреть документы, в частности, удостоверение на право управления транспортным средством, технический талон транспортного средства, путевой или маршрутный лист, товарно-транспортные документы на перевозимый груз или билетно-учетный лист.

При анализе происшествия необходимо выяснить:

- обстоятельства и очевидные причины происшествия;
- все нарушения, повлекшие за собой происшествие и причины, способствовавшие его возникновению. В отношении водителя, находившегося во время происшествия в нетрезвом состоянии, кроме того, необходимо выяснить, при каких обстоятельствах он оказался за рулем в нетрезвом состоянии, явился ли водитель пьяным на работу или употреблял спиртные напитки на работе, кто из должностных лиц проверял его состояние перед выездом на линию, исключает ли система допуска водителей к управлению автомобилями в АТП возможность выезда в рейс в нетрезвом состоянии.

Оценить:

- действия водителя и их соответствие Правилам ДД;
- дорожные условия и их возможное влияние на возникновение происшествия;

- имеется ли причинная связь между возникновением происшествия и упущениями в работе по безопасности движения (при их наличии на предприятии).

При совершении ДТП водителем автобуса межобластного или межреспубликанского маршрута, в результате которого пассажир получил травму или погиб, руководитель предприятия обязан составить акт по установленной форме и вручить его пассажиру или наследникам для получения страховой суммы в органах государственного страхования.

Основные вопросы, подлежащие выяснению. Для установления связи между причинами возникновения ДТП и упущениями в работе по профилактике аварийности на предприятии, объединении, организации лица, проводящие служебное расследование, должны установить: в результате каких нарушений требований правил, инструкций, приказов возникло происшествие и конкретные нарушения каждого из должностных лиц (если таковые имеются). Для этого необходимо проверить:

- соблюдение установленных технологий и правил организации пассажирских и (или) грузовых перевозок;
- соблюдение режима труда и отдыха, водителя данного транспортного средства в предшествовавший происшествию период;
- имелись ли до этого у водителя случаи ДТП и нарушений трудовой и транспортной дисциплины и каким взысканиям он подвергался;
- как организовано на АТП обучение водителей повышению их профессионального мастерства;
- какие меры применяются к водителям, нарушившим Правила ДД, нормативные документы (перегруз автомобиля, перевозки пассажиров на грузовых автомобилях);
- обследовались ли дорожные условия на маршрутах работы автомобилей данного предприятия и принимались ли меры по устранению выявленных недостатков;
- проводилось ли нормирование скоростей движения на маршрутах;
- техническое состояние автомобиля перед выездом в рейс, кто осуществлял технический контроль и инструктаж води-

телей, когда и кем проводилось техническое обслуживание автомобиля, есть ли перепробег между ТО, какие дефекты были обнаружены и были ли заявки на устранение каких-либо дефектов со стороны водителя данного автомобиля, как эти дефекты были устранены;

- как на АТП организовано техническое обслуживание и ремонт автомобилей, соблюдается ли периодичность технического обслуживания автомобилей;

- как работает на АТП квалификационная комиссия;

- соблюдается ли порядок стажировки водителей.

Порядок оформления результатов служебного расследования. По окончании служебного расследования комиссия составляет акт, который направляется в организации, участвующие в проведении служебного расследования, а также по подчинённости:

- в территориальное производственное объединение АТ по всем происшествиям с пострадавшими;

- в Управление безопасности движения Минтранса РФ по ДТП, в которых погибло 5 и более человек и пострадало 10 и более человек;

- при необходимости акт служебного расследования происшествия направляется органам следствия и т. д.

Акт, как правило, должен состоять из семи основных разделов [4, 21].

В первом разделе указывается состав комиссии, проводящей служебное расследование, марки, модели и номера транспортных средств, участвовавших в ДТП, их принадлежность, вид перевозок, фамилия, имя, отчество водителя, место происшествия, обстоятельства происшествия и его последствия.

Во втором разделе акта «Условия, предшествующие происшествию» указываются действия водителя до момента происшествия. Кто и в какое время выпустил его в рейс, проходил ли он медосмотр, соблюдался ли скоростной режим и маршрут движения и др.

Третий раздел акта «Сведения о дорожных условиях» должен содержать данные о ширине дороги, обочин, покрытии, их дефектах, условиях видимости в момент совершения ДТП, а также наличии недостатков в обустройстве, оборудовании дороги и

несоответствии дорожных элементов требованиям СНиП (если такие имеются).

В четвертом разделе «Сведения о водителе» указывается возраст водителя, классность, разрешающие отметки, стаж работы водителем в данном АТП, какое время работает на данной марке транспортного средства, когда проходил переподготовку, его состояние здоровья в момент совершения ДТП, проходил ли перед выездом медосмотр, на каком часу работы произошло происшествие, были ли ранее у него взыскания от администрации и ГИБДД (если были, за что), участвовал ли ранее в ДТП и т.д.

В пятом разделе «Сведения о транспортном(ых) средстве(ах)» отражаются сведения о техническом состоянии транспортного средства, участвовавшего в происшествии, в частности: его тип, марка, модель, год выпуска, пробег общий и после ТО-2 с указанием времени его проведения, своевременно ли выполнялись заявочные ремонты и т.д. Сведения о другом транспортном средстве(ах), участвовавшем в происшествии.

В шестом разделе «Состояние профилактической работы по безопасности движения» даётся оценка работы, проводимой в целях предотвращения ДТП, и указываются выявленные в процессе проверки недостатки.

В седьмом разделе «Заключение» или «Выводы» указываются причины ДТП, по мнению комиссии, и предлагаются меры по устранению недостатков, выявленных в результате проверки.

Дата проведения разбора, количество и категория работников, присутствовавших при разборе.

К акту прилагаются:

- копия протокола осмотра места ДТП и осмотра транспорта;
- копия схемы ДТП;
- объяснения водителей и должностных лиц предприятия, организации с выводами и конкретными мероприятиями по предупреждению ДТП, дисциплинарными взысканиями в отношении должностных лиц, допустивших нарушения, и другие документы, уточняющие или дополняющие обстоятельства ДТП;
- список погибших и пострадавших с указанием фамилий, инициалов, года рождения, пола, диагноза (по заключению врача) и других данных.

Разбор ДТП на АТП. Руководитель АТП (организации) при возникновении происшествия с пострадавшими, с участием общественных организаций в пятисуточный срок проводит разбор причин и обстоятельств, способствовавших его возникновению.

Причины происшествия, результаты разбора и принимаемые меры доводятся до трудового коллектива.

Руководитель территориального производственного объединения по каждому происшествию, при котором погибло 3 или пострадало 5 и более человек, с участием общественности, представителей ГИБДД, причастных и подведомственных ему организаций проводит в семидневный срок разбор причин и обстоятельств, способствовавших возникновению происшествия, а также разрабатывает мероприятия по предотвращению ДТП.

Результаты разбора и принятые меры доводятся до трудовых коллективов подведомственных предприятий.

2.5. Автотехническая экспертиза дорожно-транспортных происшествий

Методы изучения ДТП. При изучении ДТП возможны два метода: *вероятностный* и *детерминированный*.

Используя первый метод, пытаются охватить статистическими закономерностями всё множество факторов, действующих во время ДТП. При этом получают возможность оценить совокупность всех причин ДТП, условия их возникновения и последствия. Вероятностный подход позволяет предсказать число и характер ДТП, которые возникнут в предстоящий период [9].

При детерминированном методе исследования рассматривают каждое ДТП в отдельности. Каждое происшествие, хотя и подчинённое общим для всей совокупности закономерностям, является следствием конкретных, совершенно определённых факторов. Эти факторы могут быть как общими для целой группы автомобилей, попавших в ДТП (например, обледенелое покрытие на каком-либо участке дороги), так и сугубо индивидуальными, характерными лишь для данного происшествия (например, внезапный отказ тормозной системы, нетрезвое состояние водителя, неправильное поведение пешехода и т. д.).

Следует также учесть, что ДТП с тяжёлым исходом предполагает индивидуальную ответственность за него. Выражением этой ответственности служит материально-административное или уголовное наказание. Установление личной ответственности, невозможное при статистическом методе исследования, требует индивидуального изучения причин и последствий каждого ДТП. Эту работу проводят в процессе экспертизы ДТП.

Цели и задачи экспертизы. Экспертиза ДТП – это научно-техническое исследование обстоятельств происшествия, которое выполняется специалистами, владеющими знаниями в области науки и техники [4, 9, 25].

Целью экспертизы является научно обоснованное восстановление обстоятельств процесса происшествия (механизма) и установление объективных причин ДТП.

Виды экспертизы. Экспертизы ДТП можно разделить по нескольким признакам:

1. В зависимости от ведомственной принадлежности организации, исследующей ДТП, различают служебное расследование и судебную экспертизу.

2. По составу участников экспертизы делят на единоличные, комиссионные и комплексные.

Единоличную экспертизу проводят в сравнительно простых случаях, когда характер ДТП не вызывает разногласия в толковании отдельных его обстоятельств.

Комиссионную экспертизу назначают при разборе сложных происшествий с большим числом участников и транспортных средств, а также при наличии обстоятельств, которые вызывают сомнения или разногласия в их толковании. В состав комиссии входят несколько экспертов одной специальности. Члены комиссии исследуют одни и те же объекты и отвечают на одни и те же вопросы. Комиссия экспертов представляет общее заключение, согласованное со всеми её членами. При возникновении разногласий каждый член комиссии может представить письменно своё особое мнение, обосновав его.

Комплексную экспертизу назначают в случаях, когда возникшие вопросы не могут быть решены специалистами одного рода и требуются лица разных специальностей. При комплексной экспертизе в состав комиссии, кроме эксперта-автотехника, могут

быть включены медики, криминалисты и т.д. Комиссия исследует одни и те же объекты и решает вопросы пограничные, общие для специалистов различных отраслей знания.

3. По очередности проведения различают первичную, дополнительную и повторные экспертизы.

Проводя *первичную экспертизу*, эксперт-автотехник отвечает на конкретные вопросы, содержащиеся в постановлении следователя или определении суда.

Дополнительную экспертизу назначают при недостаточной ясности или неполноте заключения эксперта. Дополнительное исследование разъясняет заключения, данные ранее, уточняет процесс исследования ДТП и смысл выводов. Дополнительно аргументируются выводы на поставленные ранее вопросы.

Повторная экспертиза может быть назначена, если имеется сомнение в квалификации эксперта, правильности проведённой экспертизы, объективности её выводов или в достоверности исходных данных, положенных в основу заключения, а также при нарушении требований уголовно-процессуального кодекса. Необходимость в повторных экспертизах возникает также при выявлении дополнительных материалов, неизвестных при первичной экспертизе и по-новому освещающих обстоятельства дела. Повторная экспертиза чаще всего бывает комиссионной и назначается только в новом составе. В состав новой комиссии не могут быть включены эксперты, участвовавшие в первичной и дополнительной экспертизах.

Судебная экспертиза. Судебная экспертиза ДТП – это процессуальное действие, исследующее обстоятельства дела о ДТП в целях выявления фактических данных, которые могут явиться доказательством для установления истины по уголовному делу. Такие фактические данные могут иметь значение для проверки данных, полученных на основе других доказательств [9, 25].

Судебную экспертизу ДТП проводят по поручению следователей и судов в предусмотренном законом порядке лица, имеющие специальные знания. Это, как правило, штатные сотрудники экспертных учреждений. В отдельных случаях следственные и судебные органы поручают проведение экспертизы внештатным экспертам: работникам научно-исследовательских институтов, вузов, техникумов. В основном при экспертизе ДТП

необходимы специальные познания в области судебной медицины, автомобильной техники и криминалистики.

Поскольку все ДТП связаны с уголовной ответственностью виновных и их последующим наказанием, то материалы на такие ДТП передаются органам дознания и следствия, назначающим судебную экспертизу. Параллельно может проводиться служебное расследование, задачи которого обычно несколько шире. В сложившейся практике к крупным относят происшествия, результатом которых были смертельный исход, тяжкие или менее тяжкие телесные повреждения или значительный материальный ущерб. При отсутствии телесных повреждений и смерти людей и при ущербе, не превышающем определённой суммы, проводят только служебное расследование. Материальный ущерб возмещается в административном порядке.

Судебно-медицинский эксперт устанавливает причины смерти и характер телесных повреждений участников ДТП – водителей, пешеходов, пассажиров, а также наличие и степень алкогольного опьянения; определяет механизм образования телесных повреждений и их связь с происшествием; выясняет состояние здоровья потерпевших [11].

Криминалистический эксперт исследует различного рода следы движения предметов, возникшие в процессе ДТП (трассологическая экспертиза). По следам, оставленным на месте ДТП (следы торможения или отпечатки протекторов шин на покрытии дороги, царапины на столбах, зданиях и транспортных средствах), осколкам стекол и другим деталям эксперт-криминалист определяет модель и марку транспортного средства, направление его движения и положение на проезжей части в различные моменты времени [11].

Целью судебной автотехнической экспертизы является установление научно обоснованной характеристики процесса ДТП во всех фазах, определение объективных причин ДТП и поведения его отдельных участников. В результате экспертизы лица, расследующие данное ДТП, должны получить возможность ответить на основной вопрос: имел ли место несчастный случай или событие произошло в результате неправильных действий его участников, пренебрегших требованиями безопасности? Для достижения этой цели эксперт-автотехник должен решить несколько

частных задач, возникших в ходе экспертизы. В зависимости от обстоятельств ДТП эти задачи могут встретиться в различных комбинациях. В общем виде они формулируются следующим образом:

- выяснение, систематизация и критический анализ факторов, сопутствующих ДТП. К таким факторам относятся: техническое состояние транспортных средств и дороги; параметры движения транспортных средств и пешеходов; организация движения и сопутствующие технические средства;
- отбор факторов, которые могли способствовать возникновению и развитию ДТП, их теоретическое и экспериментальное исследование;
- установление технических причин исследуемого ДТП и возможности его предотвращения отдельными участниками;
- определение поведения участников рассматриваемого ДТП и соответствие их действий требованиям Правил дорожного движения и других нормативных актов.

Компетенция, права и обязанности судебного эксперта.
Компетенция, права и обязанности судебного эксперта-автотехника регламентированы законом.

Эксперт-автотехник даёт заключение от своего имени на основании лично проведённых исследований в соответствии со специальными знаниями и несёт за своё заключение личную ответственность. Заключение судебного эксперта-автотехника базируется на материалах дела и является доказательством по делу. В процессах по автотранспортным преступлениям на нём наряду с другими доказательствами базируются обвинительное заключение и приговор.

Эксперт-автотехник исследует только технические аспекты ДТП. Такой анализ подразумевает изучение обстоятельств ДТП на основе физических законов без учёта психофизиологических особенностей участников ДТП и эмоциональных факторов, действующих на них, а также на самого эксперта. Полностью оценивает все доказательства суд. Под компетенцией эксперта-автотехника понимают его знания и опыт в области теории и методики экспертизы, а также круг полномочий, предоставленных ему законом, и вопросов, которые он может решать на основе своих специальных познаний. В компетенцию судебного эксперта-

та-автотехника входит исследование технического состояния транспортных средств, участвовавших в ДТП, обстановки на месте ДТП, действий участников ДТП, процесса (механизма) ДТП или отдельных его стадий, а также определение технической возможности предотвращения ДТП. Техническое состояние транспортных средств исследуют, чтобы установить причины и время возникновения неисправности и возможность её обнаружить до ДТП. Эксперт-автотехник устанавливает причинно-следственную связь между обнаруженной неисправностью и ДТП и определяет техническую возможность его предотвращения при состоянии транспортного средства в момент ДТП. Применение термина «техническая возможность» обусловлено необходимостью решать вопросы безотносительно к субъективному состоянию водителя и его психофизиологическим характеристикам [11, 25].

Обстановку на месте ДТП эксперт-автотехник исследует, чтобы установить параметры, характеризующие движение транспортных средств и других объектов в зоне ДТП (ширина проезжей части и обочин, коэффициент сцепления шин с дорогой и сопротивление качению, уклон дороги, радиусы закруглений). В процессе исследования определяют траектории движения транспортных средств, условия видимости и обзорности, а также другие обстоятельства, которые могли способствовать ДТП.

Эксперт-автотехник определяет, как следовало действовать участникам ДТП, чтобы выполнить технические требования Правил ДД, эксплуатации транспортных средств и других нормативных документов. Сопоставляя фактические действия участников в процессе ДТП с указаниями нормативных документов, эксперт определяет степень соответствия этих действий установленным требованиям.

При исследовании процессов ДТП или отдельных его стадий эксперт-автотехник устанавливает величины и направления действия сил между столкнувшимися транспортными средствами или между транспортным средством и препятствием. Эксперт устанавливает также момент возникновения опасности для движения, если при этом необходимы специальные познания и опыт. Эксперт определяет также момент, когда какой-либо предмет перестаёт ограничивать обзорность и водитель получает возможность увидеть другое транспортное средство или пешехода.

В компетенцию эксперта-автотехника входит также исследование и решение других вопросов, связанных с безопасностью ДД и эксплуатацией транспортных средств, для ответа на которые необходимы специальные познания.

Судебный эксперт-автотехник имеет право знакомиться с материалами уголовного дела, относящимися к предмету автотехнической экспертизы, присутствовать при допросах и других следственных действиях, задавать допрашиваемым вопросы. Он имеет право заявлять ходатайство о предоставлении дополнительных материалов, необходимых для дачи заключения. Эксперт имеет право осматривать место ДТП и транспортные средства, записывать в протоколе допроса свои ответы на вопросы следователя, поставленные для разъяснения заключения.

Эксперт-автотехник не имеет права исследовать материалы дела, не относящиеся к предмету экспертизы, самостоятельно собирать необходимые для заключения исходные данные, отсутствующие в деле, изымать из дела имеющиеся данные. Он не вправе отвечать на вопросы, относящиеся к правовой оценке действий водителя и других участников ДТП, а также оценке доказательств и юридической квалификации преступления, к установлению наличия или отсутствия вины. Он не имеет права привлекать посторонних лиц к экспертизе [9, 11, 25].

Эксперт-автотехник обязан, действуя в соответствии с Уголовно-процессуальным кодексом, дать заключение по поставленным вопросам на основании полной, всесторонней и объективной оценки результатов экспертизы исследований в соответствии со своими специальными познаниями. За своё заключение эксперт несёт личную ответственность, а за необоснованный отказ и уклонение от дачи заключения, а также за дачу заведомо ложного заключения он подлежит уголовной ответственности.

Эксперт-автотехник обязан детально ознакомиться со всеми обстоятельствами ДТП и в случае необходимости поставить вопрос перед следствием и судом о предоставлении ему недостающих данных. В обязанности эксперта входит использование научно-технических средств, способствующих полному и всестороннему исследованию обстоятельств ДТП и технического состояния транспортных средств. Эксперт обязан в письменной форме сообщать органу, назначившему экспертизу, о невозмож-

ности дачи заключения, если поставленные вопросы выходят за пределы его компетенции, не требуют специальных познаний, носят правовой характер или если представленный на исследование материал недостаточен для дачи заключения, а восполнить его невозможно. Он обязан также исследовать представленные на экспертизу материалы, если они позволяют ответить хотя бы на часть поставленных вопросов. В своём заключении он должен сообщить о причинах, сделавших невозможным ответ на другие вопросы.

Эксперт обязан обеспечить сохранность материалов дела, полученных для исследования. В указанных в законе случаях эксперт проводит экспертизу в присутствии прокурора или следователя, а также обвиняемого и предоставляет ему возможность давать необходимые разъяснения. Эксперт обязан являться по вызову следователя или суда для разъяснения данного им заключения.

Эксперт участвует в разработке мер предупредительного характера, направленных на обеспечение безопасности ДД и эксплуатации АТ, способствует улучшению качества и сокращению сроков судебных автотехнических экспертиз.

Компетенция, права и обязанности служебного эксперта. Деятельность лица, проводящего служебное расследование ДТП (служебного эксперта), его компетенция, права и обязанности регламентируются указаниями ведомства, в котором работает эксперт [11, 25].

Проводя расследование, эксперт должен:

осмотреть место ДТП и транспортные средства, при необходимости сфотографировать их, уточнить необходимые данные у водителей и других лиц, объяснения которых могут иметь значение для конкретизации обстоятельств ДТП;

- с разрешения работников дознания или следствия служебный эксперт знакомится с протоколом осмотра и схемой места ДТП, другими документами, снимает с них копии;

- служебный эксперт должен установить: дату, время и место ДТП, категорию дороги, модели и номерные знаки транспортных средств, их техническое состояние, число погибших и раненых, повреждённых транспортных средств и груза, основные сведения о водителях, состоянии водителей, на каком часу рабо-

ты произошло ДТП, погодные условия, условия видимости, время суток, дорожные условия, очевидные причины ДТП;

▪ эксперт обязан также выяснить обстоятельства ДТП и все повлекшие к ДТП или способствующие ему факторы. Изучая причины ДТП, служебный эксперт должен оценить действия водителя и их соответствие ПДД. При этом надо выявить лиц, нарушивших требования правил, инструкций и приказов.

В заключение необходимо выяснить, имеется ли связь между ДТП и упущениями в работе по обеспечению безопасности движения на данном предприятии.

Производство экспертизы. Исходные материалы для экспертизы. Эксперт-автотехник устанавливает определённые доказательства путей исследования других установленных ранее доказательств. Они предоставляются судебному эксперту следователем или судом и являются основным исходным материалом, базирясь на котором, эксперт формулирует своё заключение. Кроме того, часть исходных данных эксперт определяет самостоятельно на основании материалов дела, представленных на экспертизу [9, 11, 25].

Для производства судебной автотехнической экспертизы в распоряжении эксперта должны быть предоставлены материалы, достаточные для полного и объективного исследования.

К этим материалам относятся:

- постановление следователя о назначении экспертизы;
- протокол осмотра ДТП;
- схема ДТП;
- протокол осмотра и проверки технического состояния транспортного средства;
- справка по ДТП.

Этот перечень может быть дополнен протоколом следственного эксперимента и другими материалами, а также протоколом допросов свидетелей.

Служебному эксперту, как правило, таких документов не предоставляют. Необходимые данные он получает самостоятельно в результате выезда на место ДТП, осмотра транспортных средств, бесед с потерпевшими и свидетелями. Он может снять копии с оформленных сотрудниками ГИБДД документов. Назна-

чение экспертизы следователем и судом должно быть оформлено процессуально. Если документ о назначении отсутствует, экспертиза утрачивает своё юридическое значение. Постановление о назначении экспертизы состоит из трёх частей: вводной, описательной и резолютивной (заключительной) [11, 25].

В вводной части указывают вид экспертизы, дату и место составления постановления, наименование органа или фамилию должностного лица, назначившего экспертизу, номер дела, фамилию и инициалы подозреваемого. В описательной части излагают фактуру ДТП и характеризуют обстоятельства, связанные с объектами экспертизы. Особое значение для автотехнической экспертизы имеют технические данные, необходимые для восстановления механизма ДТП. К ним относятся:

- координаты места и время ДТП;
- характеристика проезжей части и ее состояния;
- тип и техническое состояние транспортного средства;
- скорость движения транспортных средств и пешеходов;
- длина и характер следов торможения или качения колес;
- расположение транспортных средств и других объектов и предметов на проезжей части;
- характеристика видимости и обзорности с места водителя в момент ДТП.

В постановлении должно быть указано, применял ли водитель экстренное торможение, какой частью транспортного средства был сбит пешеход или нанесён удар другому транспортному средству, неподвижному препятствию. В конце описательной части постановления перечисляют статьи Уголовно-процессуального кодекса, которыми руководствовался следователь, назначая экспертизу.

В резолютивной части постановления указывают вид назначаемой экспертизы, учреждение или лицо, которому она поручена, перечисляют вопросы, поставленные на разрешение эксперта, описывают направляемые на исследование объекты и материалы.

Протокол осмотра места ДТП содержит описание и характер всех элементов места происшествия, которые были обнаружены в процессе осмотра. По существующему положению в состав оперативной группы, выезжающей на место ДТП, должны входить сотрудники ГИБДД, следователь органов внутренних дел, экс-

перт оперативно-технического аппарата, судебно-медицинский эксперт или врач, сотрудник уголовного розыска.

Однако обычно нет необходимости в обязательном присутствии всех перечисленных специалистов. Поэтому первичное расследование ДТП и оформление документации обычно возлагают на дежурного по подразделению ГИБДД или инспектора дорожно-патрульной службы.

Протокол осмотра места ДТП содержит: дату осмотра, должности и фамилии лиц, участвующих в осмотре, фамилии, имена и отчества водителей и понятых, характеристики всего, что было обнаружено в процессе осмотра, предметы, изъятые с места ДТП, заявления по существу осмотра, время осмотра. Протокол подписывают все лица, производившие осмотр и участвовавшие в осмотре.

Схема ДТП представляет собой план местности с графическим изображением обстановки происшествия и является приложением к осмотру места ДТП. Схема фиксирует не только координаты транспортных средств и пешеходов после происшествия, но и их примерное расположение перед происшествием, а также направление (траекторию) движения. Для наглядного и точного представления о размерах предметов и расстояний между ними схема должна быть выполнена в масштабе. Иногда графическое изображение сопровождается пояснительной таблицей с указанием климатических условий, состояния освещения и видимости. Особое внимание обращают на положение предметов, ограничивающих обзорность дороги с места водителя. Эксперт может точно восстановить расположение транспортного средства на проезжей части только в том случае, если его изображение на схеме правильно привязано к постоянным неподвижным ориентирам: километражному указателю, зданию и т.п.

Схема и протокол осмотра места ДТП должны содержать чёткие характеристики следов колёс на покрытии. Протокол осмотра и проверки технического состояния транспортных средств фиксирует технические неисправности и повреждения, выявленные при осмотре этих средств. Неисправности могут быть причиной ДТП, а повреждения – его следствием. В протоколе указывают вид повреждений, их месторасположение и размеры. Особое внимание уделяют техническому состоянию агрегатов и сис-

тем автомобиля, влияющих на безопасность: тормозной системе, рулевому управлению, шинам, подвеске, системам освещения и сигнализации. Справка по ДТП содержит сведения о времени, месте происшествия, краткое его описание с указанием места жительства пострадавших и адреса лечебного учреждения, в которое они направлены, информацию об автомобилях, участвовавших в ДТП, и их водителях.

Справка содержит сведения, относящиеся не только к моменту осмотра места происшествия, но и к моменту события, т. е. самого ДТП. Её заполняет должностное лицо, осматривающее место ДТП.

Этапы экспертизы. Производство экспертного исследования ДТП осуществляется на основе определённых методов и приёмов исследования деятельности эксперта. Экспертные исследования представляют собой сочетание логического анализа и инженерных расчётов. В зависимости от вида ДТП, его сложности и вопросов, поставленных на разрешение, исследования могут иметь различный характер. В большинстве случаев процесс производства судебной автотехнической экспертизы можно разделить на следующие этапы [9, 25]:

- ознакомление с постановлением, изучение материалов дела, уяснение предстоящей задачи;
- экспертизу и оценку исходных данных;
- построение информационной модели исследуемого ДТП;
- проведение расчётов, составление графиков и схем;
- оценку проведённых исследований, уточнение первоначальной модели ДТП;
- формулирование выводов;
- составление и оформление заключения эксперта.

Получив постановление о назначении экспертизы, эксперт знакомится с его содержанием, изучая фабулу ДТП в том виде, в каком она установлена следствием (судом), и вопросы, на которые предстоит ответить. Затем эксперт анализирует материалы уголовного дела и систематизирует их в последовательности, удобной для предстоящего исследования. Особое внимание при изучении материалов дела обращается на их полноту и взаимную согласованность. Если, изучив представленные материалы, экс-

перт придёт к выводу, что их недостаточно для производства экспертизы или что в них имеются неустранимые противоречия, он должен известить об этом орган, вынесший постановление, и запросить новые материалы.

Исследованию подлежат всевозможные версии. Исследуя ДТП, эксперт-автотехник прибегает к расчётам для определения параметров движения пешеходов и транспортных средств. Необходимые исходные данные он частично берёт из постановления следователя и других материалов, предоставленных в его распоряжение. Эти данные эксперт не вправе изменять, даже если их достоверность вызывает у него сомнения. При наличии противоречий или сомнений в исходных материалах эксперт обязан указать на них в своём заключении. Как правило, предоставляемых исходных данных недостаточно для детального расчёта и значительную часть параметров эксперт выбирает из справочников, нормативных актов, отчётов, инструкций предприятия-изготовителя, научно-исследовательских работ и других источников. К числу выбираемых данных относятся:

- габаритные размеры автомобиля, колея, база, масса, координаты центра тяжести, радиусы поворота;
- показатели тяговой динамичности автомобиля (максимальные скорость и ускорение, время и путь разгона);
- коэффициенты продольного и поперечного сцепления шин с дорогой;
- коэффициент сопротивления качению;
- время реакции водителя;
- время срабатывания тормозного привода;
- время увеличения замедления при торможении;
- КПД трансмиссии;
- фактор или коэффициент обтекаемости.

В отличие от данных, установленных следствием и относящихся только к данному ДТП, выбираемые показатели характеризуют некоторое множество аналогичных явлений. Их значения являются осреднёнными и относятся к данному ДТП лишь косвенно как наиболее вероятные. Чем подробнее в исходных данных охарактеризованы обстоятельства, от которых зависит возможность правильного выбора данных, тем точнее расчёты и достовернее выводы эксперта. При построении первоначальной

модели ДТП эксперт выявляет время и место происшествия, дорожную обстановку в зоне ДТП, направления движения транспортных средств и пешеходов, и их примерное расположение на проезжей части в различные фазы происшествия. Намеченная модель уточняется путем расчётов, которые позволяют установить состоятельность исходных данных и ответить на поставленные вопросы.

При расчётах могут использоваться аналитические, графоаналитические и графические методы. Сопоставление результатов расчёта с другими обстоятельствами дела подтверждает достоверность исходных данных (или доказывает их несостоятельность) и позволяет установить новые доказательства. Оценивая выводы, полученные на основании расчётов, эксперту иногда приходится изменять первоначальную модель ДТП, а иногда полностью от неё отказываться и разрабатывать новую модель, согласующуюся с результатами проведённых исследований.

В ходе исследования ДТП эксперты используют уравнение движения (математические модели) транспортных средств. Практическая непригодность таких уравнений для экспертных целей очевидна.

Во-первых, исходные данные, которыми оперируют эксперты, имеют, как правило, весьма невысокую точность и введение их в самые сложные формулы не может привести к точным результатам. Во-вторых, в настоящее время не существует надёжных способов решения столь громоздких систем, и применение различных алгоритмов может дать различные результаты.

Поэтому при экспертном исследовании ДТП целесообразно применять модели достаточно простые и удобные для практического использования и вместе с тем обеспечивающие нужную точность (во всяком случае не меньшую, чем точность исходных данных). Последнее обычно достигается путём введения в расчёты эмпирических поправочных коэффициентов и формул.

Разрабатывая информационную модель ДТП, эксперты-автотехники в качестве основы чаще всего используют фабулу происшествия, содержащуюся в описательной части постановления о назначении экспертизы. Однако в ходе исследования эксперт может прийти к выводу о том, что действительный механизм ДТП отличается от описанного в постановлении. Причиной

расхождения могут быть неточность свидетельских показаний, ошибка, допущенная при осмотре места ДТП и при освидетельствовании транспортного средства, и т.д. Возможны случаи, когда следствие, несмотря на самое тщательное изучение всех доказательств, не в состоянии описать последовательность событий при ДТП и установить его механизм или считает равновероятными несколько различных версий.

Наконец, приходится учитывать возможность произвольных ошибок следователя, его недостаточную компетентность в специальных вопросах теории и экспертизы автомобиля, а также умышленное искажение материалов дела и разборку версии, отличающуюся от истины.

Если эксперт-автотехник приходит к выводу о том, что действительный механизм ДТП отличается от описанного следствием, то он излагает свою версию и даёт объяснение возникшим расхождениям [25].

Заключение эксперта-автотехника. Письменное заключение судебного эксперта состоит из трёх частей: вводной, исследовательской и вывода. В вводной части указывают наименование экспертизы, её номер, наименование органа, назначившего экспертизу. Сообщают сведения об эксперте, даты поступления материалов на экспертизу и подписания заключения, перечисляют обстоятельства дела, имеющие значение для дачи заключения. Приводят исходные данные, перечисляют используемые справочно-нормативные документы. В конце вводной части приводят вопросы, поставленные на разрешение. Кроме того, сообщают указанные в постановлении мотивы назначения дополнительной или повторной экспертизы.

Исследовательская часть заключения эксперта содержит описание процесса исследования и его результаты, а также научное объяснение установленных фактов. Каждому вопросу, разрешенному экспертом, соответствует определённый раздел исследовательской части. Приводят результаты следственных действий, имеющих значение для выводов эксперта. Заканчивается исследовательская часть экспертной оценкой полученных результатов [9, 25].

Выводы эксперта излагают в виде ответов на поставленные вопросы в той последовательности, в которой вопросы приведе-

ны в вводной части. На каждый из поставленных вопросов должен быть дан ответ по существу, либо указано на невозможность его решения. Если в процессе исследования экспертом установлены какие-нибудь обстоятельства, способствующие ДТП, по которым ему не были заданы вопросы, то выводы по этим обстоятельствам излагаются в конце. По таким же правилам оформляют результаты экспертизы, проведённой в суде.

Заключение служебного эксперта составляют в произвольной форме. От акта судебной экспертизы заключение служебного эксперта отличается тем, что не содержит вопросов, поставленных на разрешение эксперта.

Взаимодействие звеньев «следствие – экспертиза – суд» в исследовании ДТП. Судебными доказательствами считают любые фактические данные, на основе которых в определённом законом порядке органы дознания, следователь и суд устанавливают наличие (или отсутствие) общественно опасного деяния, виновность лица, совершившего это деяние, и другие обстоятельства, имеющие значение для правильности решения дела. К таким доказательствам относятся: показания свидетелей, обвиняемого, потерпевшего, заключение эксперта, вещественные доказательства, протоколы следствия и судебных действий.

Заключение эксперта является важнейшим средством доказывания в делах об автотранспортных преступлениях. Оно содержит доказательственную информацию. Её получают путём проведённых на основе научных данных исследований, а также фактических обстоятельств, зафиксированных в уголовном деле. Исследуя представленные доказательства, эксперт в соответствии с поставленными перед ним задачами устанавливает другие доказательства по делу, используя при этом специальные познания. Таким образом, доказательственная информация, устанавливаемая судебной экспертизой, является результатом обобщающего познавательного процесса и носит характер вывода.

Исследование механизма ДТП должно приводиться комплексно, чтобы каждое звено «следствие – экспертиза – суд – прокуратура» имело одну цель – объективное восстановление обстоятельств ДТП, выявление истинного виновника в случившемся и вынесение по факту ДТП объективного решения в соответствии с действующим законодательством [21, 25].

На рис. 2.5 показаны связи отдельных звеньев системы «следствие – экспертиза – суд» при расследовании ДТП, при этом расследование находится под контролем прокуратуры. Определённое место в этой деятельности может занимать судебная экспертиза (на стадии как предварительного, так и судебного расследования).

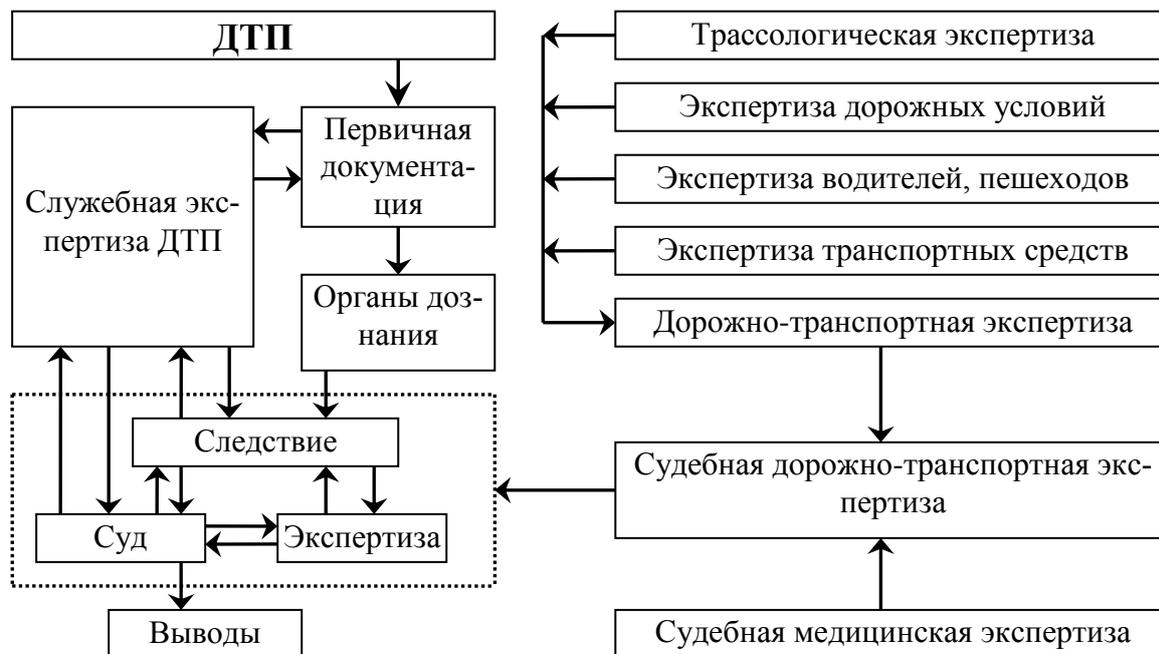


Рис. 2.5. Взаимодействие звеньев системы «следствие – экспертиза – суд» в исследовании механизма ДТП

Состояние и перспективы развития судебно-автотехнической экспертизы.

Современная судебно-автотехническая экспертиза относится к инженерно-транспортным экспертизам. Различают пять видов экспертиз:

- 1) различных видов ДТП;
- 2) следов на месте ДТП и повреждений на транспортных средствах;
- 3) технического состояния транспортных средств;
- 4) инженерно-психофизиологическая экспертиза участников ДТП;
- 5) дорожных условий и ОС.

Совершенствование и развитие каждого вида, базирующегося на специальных методах исследования, расширяют возможности судебной экспертизы. Большим резервом в решении проблемы безопасности является повышение точности и объектив-

ности методов анализа ДТП, выявление причинно-следственных связей.

Экспертиза механизмов ДТП является традиционным видом судебной экспертизы, в рамках которого эксперты решают наиболее распространённые задачи, связанные с определением параметров движения участников, технической возможности предотвращения ДТП, оценкой действий участников ДТП и соответствия этих действий требованиям нормативной документации, а также с выявлением причинно-следственных связей в механизме ДТП.

Объективность и достоверность результатов анализа и выводов эксперта-автотехника зависят от качества исследования на трёх основных этапах экспертизы: применения исходных параметров и коэффициентов, методического аппарата исследования, формулирование экспертного вывода.

При разработке методик и формулировании вывода перспективным является переход от детерминированных методов и моделей анализа механизмов ДТП к вероятностно-статистическим. Дискретные методы исследования ДТП не дают возможности оценивать уровень надёжности результатов экспертизы и определять влияние принимаемых допущений.

Результаты работы по каждому виду экспертизы, связанные с исследованием ДТП, являются доказательством по уголовным делам и имеют одну цель – повышение уровня достоверности выводов экспертных исследований.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение дорожно-транспортного происшествия.
2. По каким признакам можно классифицировать дорожно-транспортные происшествия?
3. Каковы правила учёта дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации?
4. В чём заключаются основные положения карточки учёта дорожно-транспортного происшествия?
5. Для каких целей предназначены количественный, качественный и топографический анализы дорожно-транспортных происшествий?
6. В чём заключается цель служебного расследования дорожно-транспортных происшествий?

7. Каковы должны быть действия работников автотранспортных предприятий при проведении служебного расследования дорожно-транспортных происшествий?

8. Сформулируйте порядок оформления результатов служебного расследования дорожно-транспортных происшествий.

9. Сформулируйте цели и задачи автотехнической экспертизы дорожно-транспортных происшествий.

10. Перечислите основные компетенции, права и обязанности судебного и служебного экспертов.

11. Перечислите основные этапы проведения автотехнической экспертизы дорожно-транспортных происшествий.

12. Из каких частей состоит заключение эксперта-автотехника?

3. ВОДИТЕЛЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

3.1. Психофизиологические основы деятельности водителя

По мнению специалистов в области психофизиологии, любая деятельность человека сопровождается довольно распространённым в науке явлением – чем больше накапливается знаний и приходят новые понимания, тем больше осознание незнания. Учитывая это обстоятельство, при изложении данного материала требуется соблюсти следующие принципы:

- результаты исследования в этой области апробированы временем;
- селекция многочисленных данных применительно к профессиональной деятельности участников ДД;
- интерпретация, достаточность и необходимость изложенного для специалистов в области организации перевозок и ОДД.

Человек может эффективно работать на машине и выполнять определённую работу, если машина приспособлена к возможностям человека. Существует целая разновидность систем «человек-машина», в которых к человеку предъявляются определённые требования, диктуемые спецификой её работы.

В каждой профессии можно выделить наиболее важные психофизиологические свойства человека-оператора сложной системы, позволяющие безопасно и качественно выполнять требуемый объём работ. Так, у оператора вычислительных машин определяющим психологическим фактором является внимание, у конструктора – мышление и т. д. Физические и психофизиологические требования к водителям автомобилей могут быть определены исходя из анализа его деятельности (рис. 3.1). Водитель должен постоянно воспринимать большой объём информации о характере и режиме движения всех его участников, о состоянии и параметрах дороги, о состоянии ОС и наличии средств регулирования, о состоянии узлов и агрегатов автомобиля. Водитель в процессе восприятия огромного потока информации должен не только обнаружить её, но и переработать, провести анализ, принять соответствующее решение и на основании принятого решения произвести действия. Весь процесс от восприятия до совершения действия требует определённых затрат времени, которого

зачастую может не хватать, если учесть быстроту изменения дорожно-транспортной ситуации. Всё это может привести к совершению неправильных действий водителем вследствие следующих основных причин:

- недостаток (дефицит) времени на весь процесс восприятия информации;
- ошибка в интерпретации исходной информации (псевдоинформация);
- ошибка в проведении ситуационного анализа при правильной интерпретации;
- неверно принятое решение в данной ситуации;
- ошибочное действие в данной ситуации.

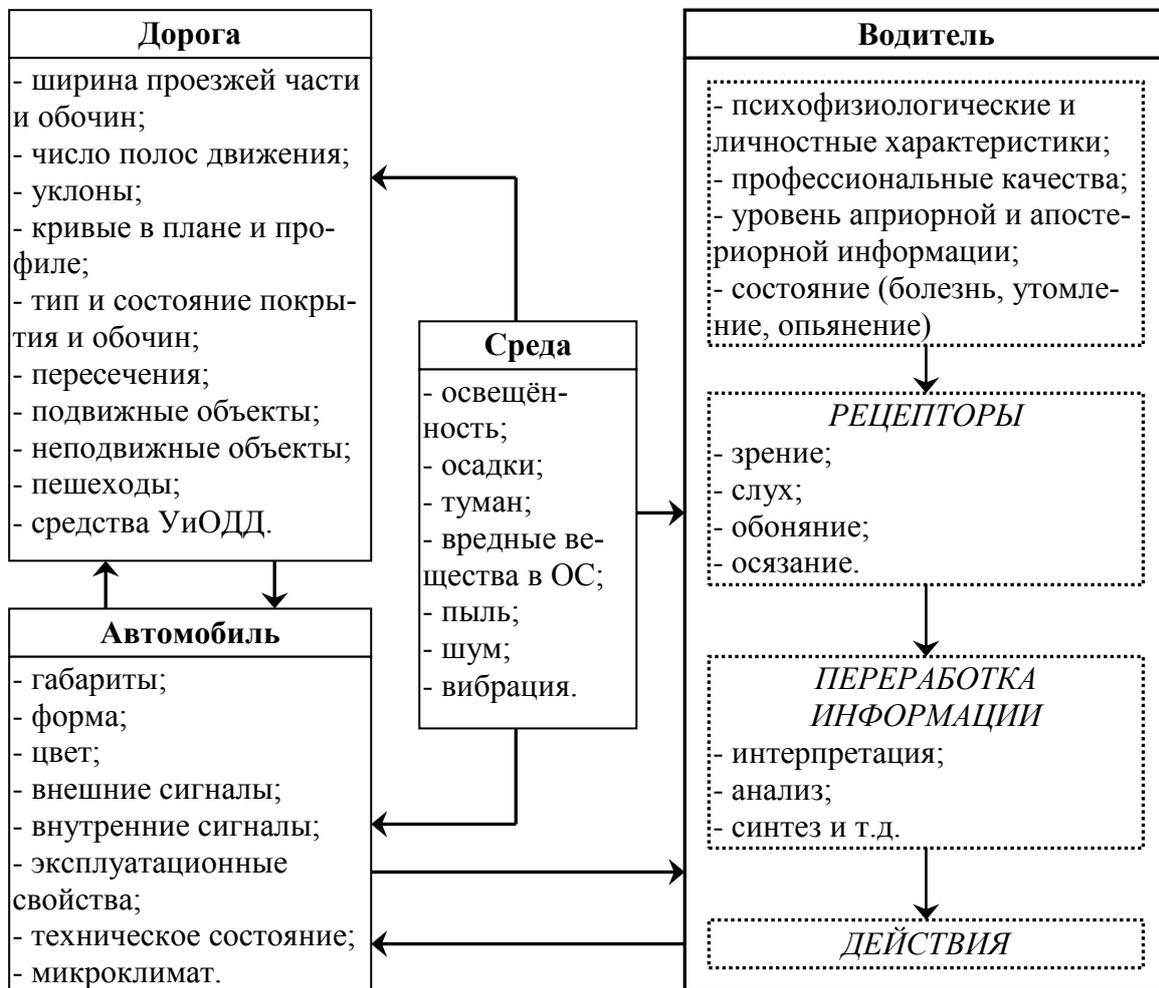


Рис. 3.1. Взаимодействие элементов системы ВАДС

Необходимо отметить, что неправильные действия могут явиться следствием психического состояния водителя в данный момент, отсутствия или недостаточности опыта, навыков вожде-

ния и пр. Вот почему водителю при управлении автомобилем важно сохранять длительное время оптимальное психическое состояние, при котором наиболее быстро и качественно протекает весь процесс от восприятия информации до совершения ответных действий в постоянно меняющихся дорожно-транспортных ситуациях. Отклонения в ту или иную сторону от оптимального психического состояния (возбуждение или депрессия) затрудняют процесс восприятия и переработки информации и тем самым увеличивают вероятность ошибочных действий водителя [22].

Психические свойства людей неодинаковы. На психические свойства человека в большой степени влияют факторы ОС, которые, оказывая воздействие на нервную систему, изменяют глубину и скорость протекания психических процессов.

Для правильного понимания психологических особенностей водителя недостаточно только изучить отдельные психические процессы, сопровождающие его деятельность, необходимо знать свойства, характеризующие человека как личность. Личность складывается из большого многообразия качеств, взаимосвязанных между собой. Это способности, интересы, темперамент, характер, склонности, отношение к своей профессии, другим видам деятельности, общественной работе и т. д. Личностные качества водителя во многом определяют его профессиональные качества, что подтверждается общепризнанным выражением: «Человек управляет автомобилем так, как он живёт».

Если действия водителя, совершившего ДТП, могут быть квалифицированы как неосторожные или легкомысленные, то их причину прежде всего следует искать в самой личности водителя с его переживаниями, жизненными потребностями, конфликтами, радостями и огорчениями. Это закономерно. Заботы, неприятности и обиды не оставляют водителя, когда он садится за руль.

Темперамент как свойство личности определяет динамику протекания психических процессов. Он проявляется в эмоциональной возбудимости и общей подвижности человека. Различают четыре вида темперамента: сангвинический, холерический, флегматический и меланхолический.

Особенности темпераментов отражаются на работоспособности водителя. Так, например, *холерик*, для которого характерна высокая степень эмоциональной возбудимости, при управлении

автомобилем будет утомляться быстрее флегматика, которому свойственно спокойное отношение к делу. Холерик исключительно активен. Но недостаточные усидчивость и выдержка, бессистемность в работе снижают его качества как водителя, особенно в дальних рейсах. *Сангвиник* хорошо проявляет себя в водительской профессии, но иногда переоценивает свои возможности и может принимать поспешные решения. Уравновешенность, спокойствие и медлительность *флегматика* благоприятно сказываются на работе, не требующей принятия быстрых решений в условиях дефицита времени. Решения и действия флегматика несколько замедленны. *Меланхолик* менее пригоден для профессиональной деятельности водителя. Он склонен к излишним колебаниям, нерешительности, проявлениям эмоциональной неустойчивости.

Чистые темпераменты – явление редкое. Чаще встречается сочетание отдельных черт различных темпераментов, совокупность которых и определяет темперамент отдельного человека.

Профессиональная деятельность водителей в определённой степени формирует характер человека. Необходимость принятия решения в сложных дорожных условиях при дефиците времени развивает у водителя волевые качества, инициативу, ответственность, настойчивость и т. д. По мере того как человек выполняет ту или иную работу, в его организме происходят процессы, которые в определённый момент приводят к снижению работоспособности. Такое состояние, сказывающееся на уровне работоспособности, называют утомлением.

Утомление – это совокупность психофизиологических изменений состояния человека, развивающихся в результате непрерывной длительной деятельности. В результате возникает утомление, внешним признаком которого является временное снижение работоспособности и увеличение количества неверных действий. Субъективно утомление ощущается как чувство усталости, физиологическая сущность которого заключается в сигнализации организма о необходимости прекратить или снизить интенсивность работы. Утомление – сложное и многообразное явление. Часто оно не прямо оказывает влияние на результативность трудовой деятельности, а проявляется по-иному. Например, трудовые операции, которые раньше выполнялись легко, без всякого

напряжения, автоматически, через несколько часов работы требуют дополнительного усилия, известного напряжения, особого внимания. Результативность труда в этом случае может и не снизиться, но само это усилие, напряжение уже является симптомом утомления.

Другим характерным признаком утомления может служить появление мелких, казалось бы незначительных, ошибочных действий. В некоторых профессиях эти ошибки не играют особой роли и могут не нарушать хода производственного процесса. Однако имеются такие виды трудовой деятельности, в которых нет «маленьких» ошибок, в которых каждое неправильное действие приводит к весьма серьезным последствиям. Это полностью относится к водительской профессии.

В результате утомления водитель теряет готовность к экстренному действию, т.е. происходит снижение его бдительности. Это, в свою очередь, значительно повышает вероятность ДТП.

С психологической точки зрения, *бдительность* – это степень готовности центральной нервной системы осуществлять нужную работу по отображению постоянно меняющейся дорожно-транспортной ситуации и по обеспечению своевременных и правильных ответных действий на эту обстановку.

В некоторых видах водительской деятельности имеются объективные условия для развития утомления. К таким видам деятельности следует отнести, прежде всего, работу водителей межрегиональных и международных перевозок. В особенности неблагоприятным, с этой точки зрения, является труд водителей, осуществляющих длительные поездки в тёмное время суток.

Езда ночью нарушает выработанный в ходе длительного биологического развития определённый ритм активности и отдыха человека, приуроченный к смене дня и ночи. И всякое нарушение этого ритма является существенной нагрузкой на организм. Кроме того, на утомление оказывает влияние фактор снижения уровня освещённости дорог ночью, что приводит к напряжению зрения. Количество видимых объектов резко уменьшается из-за темноты, и это усиливает монотонность движения.

Известно, что *монотонность* сама по себе является фактором утомления, приводящим к сонливости. Для работы водителей характерно однообразие рабочих движений с умеренной физиче-

ской нагрузкой при вынужденной малоподвижной позе. При длительном движении, помимо зрительных и слуховых монотонных воздействий, на водителя оказывает влияние постоянная низкоамплитудная вибрация, которая создаёт ситуацию укачивания. Не способствует повышению бодрости и высокий тепловой режим кабины водителя [22].

К этому комплексу факторов, влияющих на уровень работоспособности, нередко добавляется плохая организация труда водителя, когда неверно составленный график работы не даёт возможности полностью отдохнуть перед ночной поездкой или после неё. Состояние утомления является гораздо более частой причиной ДТП, чем это принято считать.

Иногда нарушение Правил ДД является не следствием небрежности или недисциплинированности водителя, а результатом развивающегося утомления.

Под влиянием утомления ухудшаются зрительные функции, двигательная реакция и координация движения, снижается интенсивность внимания, теряется чувство скорости. При утомлении у водителя возникают апатия, вялость, заторможенное состояние. Внимание поглощается мыслью, не имеющей отношения к управлению автомобилем. Возникают иллюзорные восприятия дорожной обстановки. Притупляется чувство ответственности.

Основными средствами предупреждения утомления и заторможенного состояния остаются правильная организация режима труда и отдыха водителя [22].

Статистика говорит о большом числе ДТП, совершённых по вине водителей. Их анализ позволяет выявить факторы, их вызывающие (превышение скорости, несоблюдение очередности проезда перекрёстков и т.п.), однако, как правило, не всегда в полной мере удаётся выяснить истинные причины ДТП. Как показали исследования, водители, систематически нарушающие Правила ДД, в большинстве своём и в повседневной жизни склонны к нарушению норм общественной жизни. Напротив, водители, работающие без аварий, характеризуются высокой степенью ответственности, дисциплинированности, уравновешенности, а также более широким умственным кругозором.

3.2. Психофизиологические характеристики водителя

Водитель получает информацию по нескольким сенсорным входам, используя различные анализаторы: зрительный, слуховой, тактильный, обонятельный и др. Более 95% информации он воспринимает по зрительному каналу, т.е. основную роль играет визуальное представление. Слуховой, тактильный и другие каналы играют безусловно важные, но тем не менее вспомогательные функции. Совершенно очевидно, что без внутренних систем обработки поступающей информации (мышление, память, навыки и др.), на основе которых формируются концептуальные и оперативные модели решения задач управления, их осуществление было бы невозможно [13].

Переработка информации. Анализ информации в сенсорных системах, по мнению специалистов, отличается невероятной сложностью, и они считают, что реальная схема соединения нервных элементов в мозгу до настоящего времени неясна. У человека каждый глаз содержит около 125 миллионов основных рецепторов. В мозгу имеется примерно 40 миллионов синапсов, на 1 кубический сантиметр. Каждый отдельно взятый нейрон коры мозга (а таких нейронов сотни миллионов) несёт на себе от 6000 до 60 000 синапсов, в зависимости от того, к какой области коры он относится.

Без процесса интерпретации, восприятие было бы чрезвычайно затруднено. Распознавание образов предполагает наличие многочисленных отдельных этапов анализа информации. Характеристики энергии как носители информации, воздействующие на органы чувств, могут быть интерпретированы как осмысленные сообщения только в результате совместных усилий сенсорного анализа, процессов памяти и мышления.

Анализ посредством *синтеза* – система распознавания образов, решающая задачу одновременно со всех возможных сторон. Она пытается превратить сенсорные данные в сообщения, согласующиеся с тем, что нам известно об окружающем мире.

Она непрерывно строит, проверяет и пересматривает гипотезы о том, что мы воспринимаем. Когда ожидания не оправдываются или контекст отсутствует, система работает медленно, полагаясь почти исключительно на сенсорные данные. Оперирруя

в знакомом и легко прогнозируемом мире, схема работает просто и эффективно, отбирая для анализа не больше данных, чем это необходимо для подтверждения текущих ожиданий, и дополняя то, чего она не получает от сенсорных систем, в соответствии со своей внутренней моделью. Потребности активного синтеза налагают определенные требования на функции памяти и познания. Эти функции выполняет оперативная память, регистрирующая результаты текущего анализа. В её задачи входит быстрое и безошибочное извлечение необходимой информации из долговременной памяти. Она должна уметь работать одновременно со многими разновидностями информации и на разных уровнях анализа, чтобы связать воедино сенсорные и познавательные процессы.

Образ сохраняется тем дольше, чем больше смысла в нём заложено. Та часть образа, на которой наблюдатель сознательно концентрирует внимание, исчезает последней.

Восприятие образа определяется активностью очень сложных детекторов признаков – нервных цепей, обнаруживающих линии, края, углы, окружности. До тех пор пока от рецепторов сетчатки поступает достаточное количество информации, эти детекторы продолжают функционировать, и мы видим образ в целом. Когда изображение становится неподвижным относительно сетчатки, рецепторы перестают посылать сигналы в центр. Вследствие отсутствия сигналов, стимулирующих детекторы, они перестают функционировать и зрительный образ исчезает. Этим объясняется относительно длительное сохранение восприятия сложных образов по сравнению с простыми; внезапность исчезновения целых фрагментов образа. В этом же заключается причина искажённого восприятия сложных образов, имеющего место при угасающем сенсорном сигнале, когда механизмы восприятия ошибочно интерпретируют ту сенсорную информацию, которая ещё остаётся доступной.

Ощущения – это отражение в сознании человека предметов и явлений материального мира, возникающее в результате их действия на органы чувств. Различают ощущения зрительные, слуховые, обонятельные, кожные, двигательные, вибрационные и некоторые другие.

Зрительные ощущения. В процессе управления автомобилем зрительный анализатор является основным источником информации об окружающей обстановке. Снижение возможности видеть дорожную обстановку влечёт за собой увеличение ДТП. Статистика указывает на большое число ДТП (до 50%) в тёмное время, несмотря на снижение в это время интенсивности движения до 10-15% от её дневного значения.

Прежде чем дойти до сетчатки глаза, свет проходит сквозь роговицу, водянистую влагу, радужку, хрусталик и стекловидное тело. Каждая часть глаза выполняет определённую несложную функцию, и у каждой из них имеются недостатки. Во многих отношениях глаз – очень своеобразный оптический прибор приспособленный к той функции, которую он должен выполнять. Он обладает большей гибкостью, чувствительностью и надёжностью, чем любое устройство, когда-либо созданное человеком.

Главные характеристики света – его частота и интенсивность. *Частота* (характеризуемая величиной, обратной длине волны) – главный фактор, определяющий окраску света. *Интенсивность* – главный фактор, определяющий яркость. *Видимый свет* – часть спектра электромагнитного излучения.

Частоты, соответствующие видимой части спектра, лежат между частотами очень коротких радиоволн и инфракрасного излучения (со стороны низких частот) и частотами ультрафиолетового и рентгеновского излучения (со стороны более высоких частот). Вследствие того, что частоты в видимой части спектра очень велики, для характеристики излучения в этой части спектра пользуются не частотой, а длиной волны, т. е. расстоянием, пройденным светом за время, необходимое для одного колебания. Часть спектра, соответствующая видимому свету, заключена в диапазоне колебаний от 400 (воспринимается как фиолетовый) до 700 (воспринимается как красный) нанометров [13].

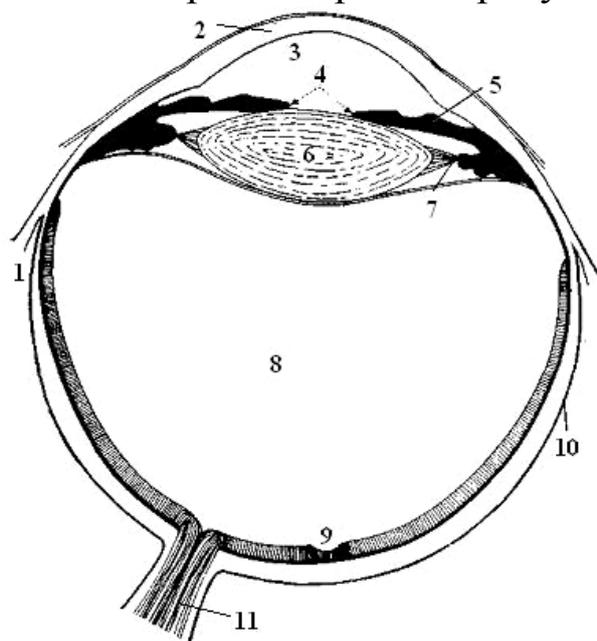
1. Один герц (Гц) соответствует одному полному колебанию в секунду (один цикл в секунду).

2. Нанометр (нм) – одна миллиардная часть метра (10^{-9} м); прежде эту единицу называли миллимикрон. Длину волны иногда выражают в ангстремах (А), один нанометр равен 10 ангстремам.

Точное определение единиц амплитуды, интенсивности и энергии света – очень сложное дело. Диапазон интенсивностей

света, воспринимаемых глазом, огромен. Наиболее интенсивный свет, еще не вызывающий болевых ощущений, примерно в миллион миллиардов раз более интенсивен, чем самый слабый видимый свет. Для того чтобы величина этого диапазона стала доступной для описания, удобно сравнивать любые два источника, пользуясь логарифмическими отношениями (при основании 10). Этот приём был впервые использован инженерами-акустиками; поэтому единица, выражающая логарифм отношения двух интенсивностей, получила в акустике и в оптике одно и то же название (в честь А. Белла) – бел. На практике удобнее пользоваться десятиными долями бела – числом децибел (дБ).

Зрение. Свет, падающий на глаз, прежде всего встречается с наружным защитным образованием глаза – роговицей (рис. 3.2). Именно наружная поверхность роговицы определяет преломляющую силу оптики глаза. Затем свет проходит через водянистую влагу – жидкость, заполняющую переднюю камеру, – и дальше через отверстие в радужной оболочке – зрачок.



1 – наружные мышцы; 2 – роговица; 3 – водянистая влага; 4, 5 – зрачок; 6 – хрусталик; 7 – цилиарная мышца и связка; 8 – стекловидное тело; 9 – центральная ямка; 10 – склера; 11 – зрительный нерв

Рис. 3.2. Строение глаза

Зрачок определяет количество света, проникающего в глаз. При очень ярком свете зрачок сужается для защиты глаз от избытка света, а при слабом свете расширяется для того чтобы пропустить как можно больше света. Наиболее интенсивный свет, ещё не вызывающий болевых ощущений, в миллиарды раз сильнее наименее интенсивного света, при котором ещё можно видеть; при этом изменения зрачка ничтожны: максимальный диаметр зрачка – порядка 8, а минимальный – около 2 миллиметров. При

самом сильном сужении: зрачок пропускает $1/16$ светового потока, проходящего в глаз при максимальном расширении зрачка. Изменения величины зрачка уменьшают интенсивность светово-

го раздражения, воздействующего на глаз, всего в 16 раз. Это уменьшение эквивалентно 12 децибелам.

Изменение диаметра зрачка происходит довольно медленно. При переходе от тусклого освещения к яркому зрачку требуется около 5 с для того, чтобы полностью сократиться (в течение 1,5 с зрачок уменьшается до $\frac{2}{3}$ максимального диаметра). При переходе от яркого освещения к тусклому требуется 10 с на расширение до $\frac{2}{3}$ максимального диаметра и целых 5 минут на полное расширение. Ясно, что зрачок не регулирует интенсивности света; основная его функция состоит в том, чтобы пропустить лишь тот свет, который падает на центральную часть хрусталика, где фокусировка наиболее точная. Сужение зрачка помогает также сохранять большую глубину резкости – наибольшую возможную при данных условиях освещения. Степень расширения зрачка регулируется таким образом, чтобы соблюдалось некое равновесие между максимальной глубиной резкости (для этого величина зрачка должна быть минимальной) и пропусканием достаточного количества света к сетчатке (для этого величина зрачка должна быть максимальной).

Также размеры зрачка отражают состояние нервной системы: при изменении эмоционального состояния, при умственном напряжении и принятии решения диаметр зрачка меняется.

Хрусталик. Дальше на пути светового пучка лежит хрусталик. Основная функция хрусталика состоит в том, чтобы сфокусировать свет, пришедший от внешнего объекта, на светочувствительные клетки, выстилающие дно глаза.

Хрусталик состоит из нескольких тонких слоев прозрачной ткани, расположенных подобно чешуям в луковице. Фокусировка достигается путём изменения выпуклости хрусталика (т. е. изменения фокусного расстояния). Изменение выпуклости производится специальными мышцами, которые прикрепляются к окружающей хрусталик капсуле. Лучи света, проходящие через его периферические части, преломляются сильнее, чем лучи, проходящие через центр; при этом изображение искажается – явление, называемое *сферической аберрацией*. Свет различного цвета также по-разному преломляется хрусталиком; возникающее при этом искажение изображения называется *хроматической аберрацией*.

Кроме того, хрусталик в течение жизни человека постепенно дегенерирует. Дело в том, что все живые клетки нуждаются в постоянном снабжении питательными веществами, которые они получают с кровью. Однако в хрусталике нет кровеносных сосудов, так как при наличии сосудов он не мог бы быть прозрачным; поэтому ткани хрусталика получают питательные вещества из окружающих жидкостей. В результате внутренние слои хрусталика снабжаются недостаточно и с возрастом он постепенно теряет свои важные свойства – прозрачность и эластичность; довольно рано начинает ухудшаться и способность к фокусировке.

Фокусировка и конвергенция. По мере приближения объекта наблюдения происходят два процесса: одна группа мышц обеспечивает сведение обеих зрительных осей на объект (*конвергенция*); другая группа мышц непрерывно увеличивает кривизну хрусталиков обоих глаз, вследствие чего лучи света преломляются в каждом глазу всё сильнее и изображение объекта на сетчатке остается чётким при его приближении.

Когда объект удаляется от глаза, обе группы мышц расслабляются, хрусталик вновь возвращается к своей обычной чечевицеобразной форме и оба глаза поворачиваются до тех пор, пока их зрительные оси не станут практически параллельными (*дивергенция*). С возрастом способность к увеличению кривизны хрусталика ослабевает, и поэтому для фокусировки при рассмотрении близких предметов необходимы искусственные линзы

Сетчатка. Наконец, пройдя через хрусталик и находящееся внутри глаза желеобразное вещество (стекловидное тело), свет попадает на сетчатку – ту часть глаза, в которой происходит превращение оптического изображения объекта в физиологические ответы.

Сетчатка состоит из множества отдельных светочувствительных элементов – рецепторов, каждый из которых реагирует на световую энергию независимо от других. У человека имеются светочувствительные элементы двух типов – палочки и колбочки, имеющие принципиально функциональные отличия.

В сущности, в глазу имеются две отдельные зрительные системы, каждой из которых свойственны свои особые реакции. *Колбочки содержат несколько веществ, необходимых для цветового зрения. Палочки почти в 500 раз более чувствительна к све-*

ту, чем колбочка, но зато они не способны реагировать на свет разной окраски. Помимо этих функциональных различий, нервные пути, по которым информация от палочек и колбочек передается в мозг, также различны

У человека в глазу содержится приблизительно 6 миллионов колбочек и 120 миллионов палочек – всего около 125 миллионов рецепторов. Это очень высокая плотность. Для сравнения – изображение на телевизионном экране складывается всего из 250 тысяч независимых элементов. Плотность светочувствительных клеток наиболее высока в центральной части сетчатки и падает к периферии (рис. 3.3).

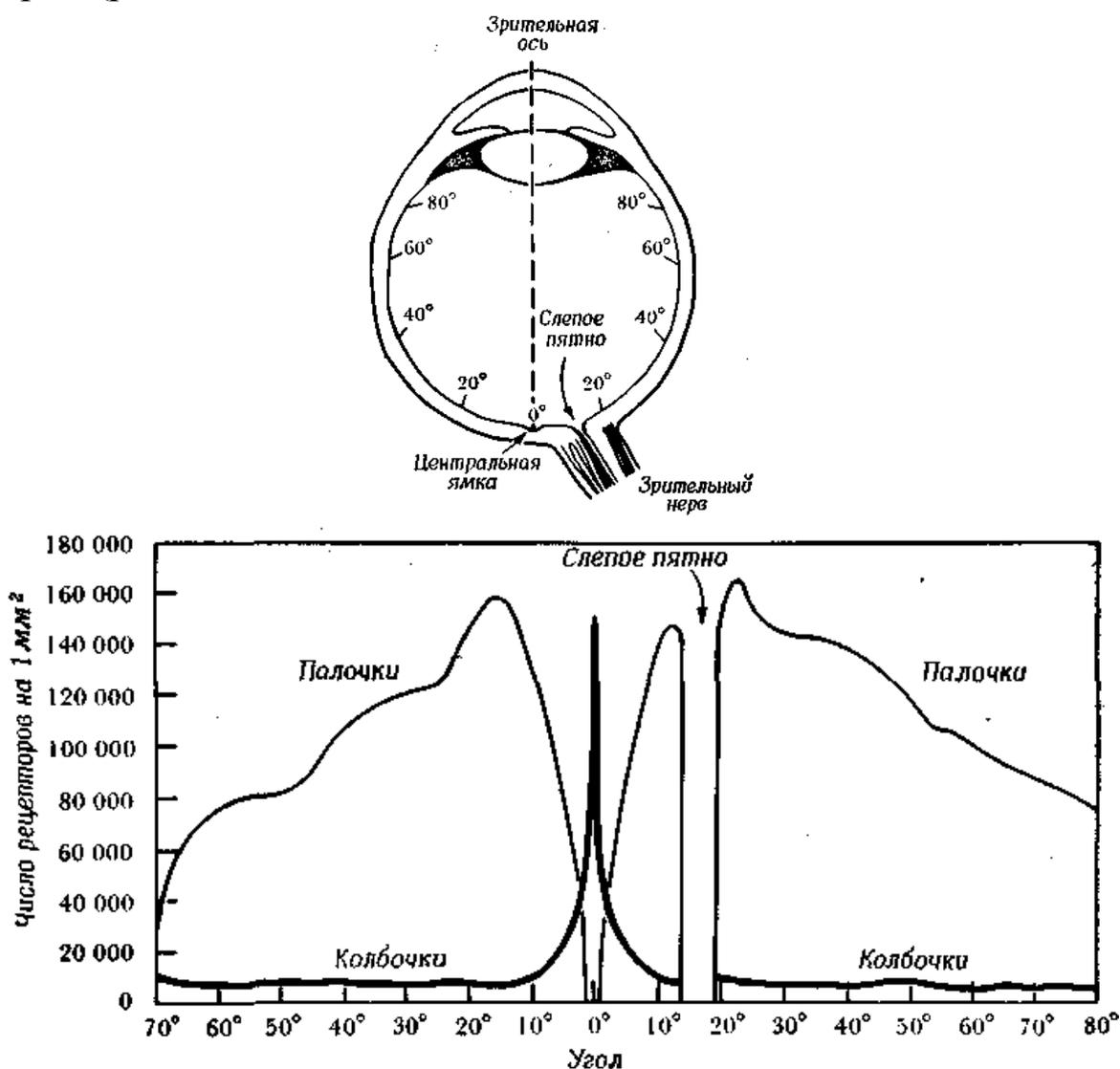


Рис. 3.3. Распределение зрительных рецепторов

Распределены палочки и колбочки в сетчатке неравномерно: палочек больше на периферии, а колбочек – в центре. В самом

центре сетчатки имеется маленький вдавленный участок, содержащий только колбочки; его называют центральной ямкой. Плотность колбочек в центральной ямке достигает 150 тысяч на мм². Эта ямка расположена так, что на неё падает центр изображения объекта, фиксируемого глазом. Именно здесь разрешающая способность глаза (острота зрения) максимальна. Большинство фоторецепторов не имеет «прямой» связи с мозгом, но колбочки центральной ямки связаны с высшими нервными центрами непосредственно.

Таким образом, два глаза человека собирают информацию о зрительном окружении с помощью примерно 250 миллионов рецепторов и посылают ее в мозг примерно по 1,6 миллиона нервных волокон. Два типа фоторецепторов дополняют друг друга. Действуя совместно, палочки и колбочки образуют чрезвычайно гибкую и мощную систему, которая выполняет первичную зрительную функцию – реагирует на световые сигналы, идущие из внешней среды.

Отбор зрительной информации. Основная часть работы по извлечению зрительной информации прodelывается с той частью изображения, которая лежит в середине сетчатки – в области центральной ямки. Там сосредоточено большинство колбочек (рис. 3.3). В зрительной коре более 50% нейронов занято анализом информации, поступающей из области, соответствующей всего 10% поля зрения, – из его центральной части.

Периферия глаза более чувствительна к свету, чем его центр, но она не так чувствительна к детальной структуре объектов и к цвету, как центральная ямка.

Система распознавания образов должна обладать способом переводить глаза с одной части поля зрения на другую, поскольку при неподвижном положении глаз лишь небольшая часть деталей объекта может оказаться в поле зрения.

Движения глаз. Глаза всё время находятся в движении, последовательно переходя с одного участка поля зрения на другой. Движение глаз складывается из ряда скачков, или саккад, которые обычно происходят четыре – пять раз в секунду. *Саккадическое* движение происходит за счёт активности наружных мышц глаза (их шесть), которые обеспечивают быстрые изменения положения глазного яблока.

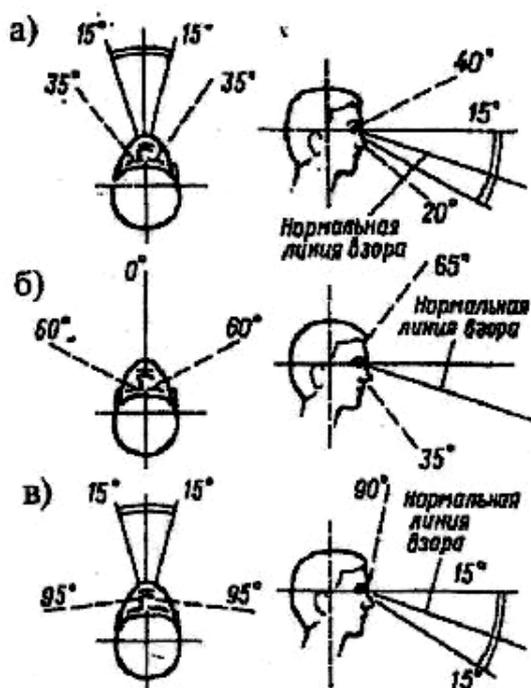
Саккадическое движение, раз начавшись, продолжается до заданного заранее положения без поправок во время движения (подобное движение в механике называется баллистическим).

Механизмы, отвечающие за «вычисление» направления и амплитуды движения не выяснены. В некоторых случаях саккадическое движение носит, по-видимому, автоматический характер. Например, при движении на периферии поля зрения часто возникает непроизвольное саккадическое движение, направленное к источнику движения. Предполагается, что характер движения глаз отражает систематический отбор внешней информации, основанный на осмысленной интерпретации поступающих сенсорных данных. Даже во время сна возникают саккадические движения глаз. Строго говоря, зрительный анализатор успешно решает две различные и до некоторой степени несовместимые проблемы: где находится данный предмет и что представляет собой предмет.

При опознавании (идентификации) объекта по его изображению точная ориентация объекта, расстояние до него, положение его в поле зрения не имеют значения. В идеале система распознавания образов игнорирует эти признаки и сосредоточивается только на тех свойствах, которые важны именно для идентификации предмета – автомобиль это или дорожный знак. А для обнаружения предмета совершенно несущественна его идентификация; важны только его положение в поле зрения и ориентация.

Основные характеристики зрения. Зрение – не мгновенный процесс. Для развития реакции на оптическое изображение необходимо некоторое время, а когда реакция уже возникла, нужно время для того, чтобы она прекратилась, даже если изображение уже нет. Изображение на сетчатке исчезает постепенно, сохраняясь в течение нескольких десятых долей секунды. Это связано с тем, что длительная стимуляция зрительной системы вызывает утомление рецепторов, что позволяет «конкурирующей системе» взять верх, когда стимуляция заменяется нейтральной. Используя это явление, можно получить «неестественные» цвета. Если смотреть в течение некоторого времени на насыщенный зелёный, а затем перевести взгляд на насыщенный красный, то он воспринимается как сверхнасыщенный красный: поскольку рецепторы

зелёного утомлены, они временно не влияют на восприятие красного (которое они в обычных условиях смягчают, уменьшая его насыщенность). Такой красный цвет более насыщен, чем тот, который дает монохроматическое излучение [13].



а) при повороте только глаз; б) при повороте головы; в) при повороте головы и глаз.

Пунктирные линии соответствуют максимальному углу зрения, сплошные – оптимальному.

Рис. 3.4. Углы зрения

тов, находящихся на перекрёстке и т.д.). Совмещённое поле зрения человека (зрение двумя глазами) составляет 120-130°. Если предмет рассматривается совместным для обоих глаз участком поля зрения (*бинокулярное зрение*), то он виден наиболее отчетливо, рельефно.

Способность глаза чётко различать детали объекта характеризуется *остротой зрения*. Наибольшая острота характерна для центрального зрения в конусе с углом около 3°, хорошая острота зрения – в конусе 5-6°, удовлетворительная – в конусе 12-14°, причём по вертикали эти углы несколько больше. Предметы, расположенные за пределами угла 14°, видны без ясных деталей. Для рассмотрения предмета, находящегося в периферическом поле зрения, человек рефлекторно переводит на этот предмет

Совершенно очевидно, что особенности физиологии зрения должны учитываться при выборе режима движения в условиях искусственного освещения дороги.

Зрительным полем называют измеряемую в градусах область, видимую фиксированным (неподвижным) глазом. Размеры поля зрения определяются углами зрения (рис. 3.14). Поле зрения цветных объектов меньше, чем чёрно-белых. Водители, имеющие суженное поле зрения, могут допускать ошибки в управлении автомобилем из-за невозможности обнаружения объектов за пределом его поля зрения (например, пешеходов или автомобилей на обочине, обгоняемых автомобилей, объек-

глаз так, чтобы он попал в зону острого зрения. Это требует времени. Так, при проезде перекрёстка водитель может затратить на перевод взгляда с фиксацией с одной стороны пересечения до другой 0,5-1,1 с. В зависимости от скорости за это время автомобиль проходит расстояние от нескольких метров до нескольких десятков метров.

Определение расстояния до предмета, находящегося в поле зрения, возможно, когда оба глаза нацелены на этот предмет. Это свойство зрительной системы (наведение оптических осей глаз на объект) называется *конвергенцией* и производится совместно глазными мышцами и хрусталиками глаз. Среднее время конвергенции около 0,165 с. Противоположным этому свойству является *дивергенция* (разведение оптических осей глаз).

Восприятие размеров предмета основано на оценке соотношения его углового размера в поле зрения и расстояния до предмета. Предметы кажутся тем меньше, чем дальше расположены они от наблюдателя. Глаз способен воспринимать также пространственное расположение предметов относительно друг друга и расстояние между ними.

Таким образом, восприятие формы, удалённости и размеров предметов обеспечивается *остротой зрения, конвергенцией, дивергенцией и аккомодацией хрусталика* (изменение его кривизны при помощи глазных мышц для обеспечения резкости изображения). Точность этих функций зрительного анализатора важна для уверенного управления автомобилем, так как именно при их помощи оцениваются положение автомобиля на дороге, размеры проезжей части, расстояние до препятствий и т. д.

Решающее значение для зрения имеют условия освещённости. Форма и цвет предмета воспринимаются только при яркости зрительного стимула не менее 10 кд/м^2 . При яркостях менее $0,003 \text{ кд/м}^2$ функционирует только, так называемое, сумеречное зрение. Следовательно, различение цветов возможно лишь при достаточно высоких значениях яркости зрительного стимула. Надёжное и более тонкое различие цветовых оттенков возможно при яркости $170-180 \text{ кд/м}^2$. Глаз различает семь основных цветов и более сотни их оттенков. С изменением длины волны изменяется и качество ощущений.

Сетчатка глаза устроена таким образом, что слабый световой стимул лучше обнаруживается на периферии сетчатки, а не на центральном поле зрения. При более высоких уровнях освещения центральная зона сетчатки имеет преимущество в процессе восприятия объектов.

Для того, чтобы глаза могли опознать предмет, необходим определённый уровень освещённости. Предметы могут распознаваться по силуэту, когда яркость объекта ниже яркости окружающего его фона, и по обратному силуэту, когда яркость объекта больше яркости окружающего фона.

При изменении уровня освещённости происходит приспособление зрительного анализатора к новым условиям. Этот процесс называется *адаптацией*. Световая чувствительность зрительного анализатора меняется в очень широких пределах при изменении уровня внешнего светового воздействия. Наибольшая световая чувствительность достигается при *темновой* адаптации в течение 3-4 ч. Чувствительность к освещению разной цветности при темновой адаптации различна.

Время адаптации необходимое для перестройки глаз на новый режим освещения, является важной физиологической особенностью зрения водителя, непосредственно сказывающейся на безопасности ДД. При переходе от темноты к свету глаз приспособляется быстрее, чем при переходе от света к темноте. Наибольшие затруднения для водителя возникают при резких изменениях освещённости дороги, при движении в условиях недостаточной освещённости, при недостаточной контрастности объектов на дороге. Во всех этих случаях процесс зрительного восприятия существенно замедляется.

Быстрое изменение уровней освещённости вызывает настолько сильное раздражение сетчатки глаз, что наступает временное ослепление. Ослепление может наступить при освещении водителя светом фар встречных автомобилей, светом уличных светильников, блеском отражённого света и т.д. Время ослепления колеблется в широких пределах и в зависимости от субъективных качеств человека и от степени раздражения сетчатки может продолжаться от нескольких секунд до нескольких минут.

Важная роль контекста. Ничто не воспринимается изолированно, в отрыве от общего окружения. Всякая информация не-

пременно должна «вписаться» в интерпретацию данной зрительной сцены в целом.

В обычной обстановке вся информация, составляющая контекст, непротиворечива. Когда объект удаляется от наблюдателя, размеры изображения соответствующим образом уменьшаются. Отношение размеров и расстояний именно таково, каким оно должно быть.

Все явления такого рода свидетельствуют о том, что при интеграции сенсорной информации непременно должна возникать связная картина реального мира.

Неподвижное изображение. Изображение в глазу непрерывно движется, и не только потому, что движутся наблюдаемые объекты, но и вследствие постоянных мелких движений самого глаза, которые называют *физиологическим нистагмом*. Различают три типа этих произвольных и субъективно незаметных движений глаз: 1) очень мелкие и быстрые движения, при которых глаз перемещается примерно на 20 угловых секунд с частотой 30–70 раз в секунду 2) медленный дрейф; 3) быстрые рывки («саккадические движения») с амплитудой порядка 5 угловых минут. Однако интересно не то, что глаз непрерывно движется, а то, что если прекратить всякое движение, то видимый образ исчезает.

Значительное влияние на безопасность ДД оказывает способность к *цветоразличию* – свойству зрительного анализатора различать цвета. Чувствительность человеческого глаза к световым волнам различной длины неодинакова. Наибольшую чувствительность зрительный анализатор проявляет при восприятии длин волн, лежащих в диапазоне 500–600 нм, что соответствует жёлто-зеленому цвету.

У некоторых людей могут быть врожденные отклонения в цветоразличии. Это явление называется *дальтонизм*. Наиболее часто наблюдается неразличение красного и зелёного цветов. Снижение зрительных функций происходит, как правило, с возрастом, болезнью, принятием алкоголя, наркотиков, некоторых лекарств.

Цветовой круг. На рис. 3.5 показан один из возможных вариантов цветовой диаграммы. По окружности указаны названия цветов и соответствующие длины волн.

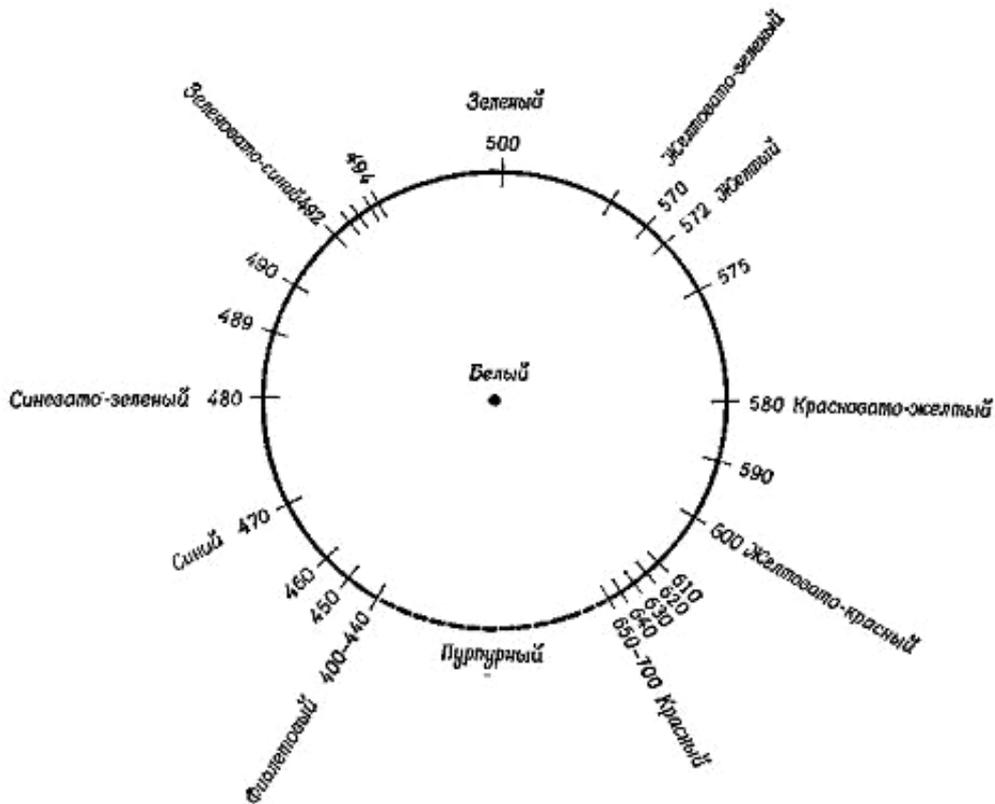


Рис. 3.5. Цветовой круг

При характеристике любого цвета имеют значение три различных психологических фактора: тон, насыщенность и яркость.

Тон соответствует цвету в обычном понимании этого слова; тон меняется, когда меняется длина волны света. Место на цветовом круге (рис. 3.5) определяет именно тон.

Насыщенность означает относительное количество монохроматического света, которое следует прибавить к белому свету, чтобы получить данный воспринимаемый цвет. Все точки на цветовом круге соответствуют сильно насыщенным цветам. Двигаясь от окружности к центру круга, можно наблюдать уменьшение насыщенности; точка, обозначенная «белый», имеет нулевую насыщенность, а точка, находящаяся, например, посередине между белым и зеленым, имеет промежуточную насыщенность.

Человек способен оценивать пространственные, яркостные и временные характеристики сигналов. Основными характеристиками сигнала, определяющими эффективность его зрительного восприятия являются: *угловые размеры, уровень адаптирующей яркости, контраст между объектом и фоном, время предъявления*. Угловым размером изображения называют угол между

двумя лучами, направленными от глаз наблюдателя к крайним точкам наблюдаемого объекта.

Видимая яркость – ощущение, характеризующее световую энергию, излучаемую поверхностью.

Адаптирующая яркость – яркость, к которой приспособлен глаз. Определяется с учётом яркости фона. При одновременном восприятии объектов различного уровня излучения, адаптирующая яркость представляет собой среднюю величину суммы воспринимаемых яркостей.

Контраст – отношение разности яркостей объекта и фона к яркости фона. Различают прямой (символ темнее фона) и обратный (символ ярче фона) контраст.

Все параметры зрительного восприятия человека взаимосвязаны между собой. Поэтому изменение численного значения одного из них приводит к компенсирующему изменению других таким образом, чтобы общее «энергетическое» поле оставалось неизменным. Однако эти изменения не должны выходить за некоторые критические пределы, т.к. в противном случае «энергетическое» поле не может оставаться неизменным. Например, снижение яркости сигналов до значения меньшего порогового – обнаружения не может быть компенсировано увеличением размеров изображения или неограниченным временем наблюдения. Сигналы воспринимаются лишь при превышении ими некоторых порогов чувствительности глаза.

Временной параметр глаза человека характеризуется *критической частотой мельканий* (КЧМ), определяющей границу ощущения прерывистого сигнала. При превышении порога КЧМ сигналы воспринимаются зрительным анализатором в виде непрерывного сигнала.

Одним из свойств зрительного анализатора является его способность создания так называемого *инерционного образа*, т.е. накопления и суммирования светового потока попадающего на сетчатку глаза.

После прекращения действия светового раздражителя, глаз как бы продолжает видеть источник освещения.

Благодаря инерции, осуществляется накопление слабых световых потоков, что позволяет увеличивать разрешающую способность зрительного анализатора.

С увеличением яркости, уменьшается время инерции и острота зрения. Инерция зрения равна 0,10-0,20 с для центрального зрения и 0,1-0,32 с для периферического.

Уменьшение освещения вызывает смещение при восприятии теплых тонов в сторону красного, холодных – в сторону зелено-голубых. Контрастность по отношению к фону влияет на восприятие цвета. Лучше различаются такие комбинации знаков: синий на белом, чёрный на жёлтом, зелёный на белом, чёрный на белом, зелёный на красном.

Эффекты последействия. Другим важным источником сведений о восприятии служит анализ последействий сильной стимуляции. Наблюдателю, который сначала смотрит на ярко окрашенную поверхность, а затем переводит взгляд на гладкую поверхность белого цвета, последняя представляется не белой, а цветной – окрашенной в цвет, дополнительный к первому. Так, если смотреть сначала на красный цвет, то после этого белая поверхность будет казаться зеленой. Если первоначальный цвет был синий, то последовательный образ будет жёлтым, а если первоначально смотреть на чёрную поверхность, то последовательный образ будет белым.

Сходный эффект характерен и для мышечной системы.

Последействие движения. Можно выделить две особенности эффекта последействия. Во-первых, всякое последействие по своему характеру противоположно первоначальному воздействию, идёт ли речь о движении, о цвете или мышечном напряжении. Во-вторых, любое последействие возникает лишь после длительной стимуляции одной из антагонистических систем – после длительного воздействия светового или цветового сигнала или длительного непрерывного движения в одном направлении. Эффекты последействия свидетельствуют о наличии в сенсорных анализирующих системах специфических нервных цепей, в частности, детекторов движения, цвета и света.

Движение играет доминирующую роль в переработке зрительной информации. Системы восприятия вообще устроены так, что из последовательности движущихся явлений извлекается больше информации, чем из реакций на статический сигнал. При этом важно отметить, что наиболее информативны только те движения, которые регулирует сам наблюдатель. Когда кто-то

другой перемещает объект, то это движение не повышает уровня восприятия. Аналогичные явления характерны для движений глаз – активных и пассивных: при естественном движении глаз, активно регулируемом работой глазных мышц, окружающий мир выглядит нормально; при пассивном же движении глаз, вызванном осторожным надавливанием пальцами, кажется, что все вокруг движется. Этот ложный эффект компенсируется только при активном движении глаз. То же самое, в определённой степени, справедливо для движений при тактильных восприятиях.

Слуховые ощущения. Как средство получения информации, слуховые ощущения являются для человека вторыми по значению после зрительных. Слуховое восприятие зависит от трёх факторов: слухового анализатора; источника звука; среды, которая передаёт изменения давления от источника звука к слуховому анализатору. Процессы, происходящие в слуховой системе, чрезвычайно сложны. Более того, до сих пор нет полной ясности о механизме переработки слуховой информации в нервной системе. Звук, рассматриваемый с позиции слуховой системы, есть явление, субъективно воспринимаемое органом чувств человека.

Водитель оценивает качество работы агрегатов автомобиля при помощи слуха, воспринимает информацию, передаваемую звуковыми сигналами другими водителями, звонки у железнодорожных переездов, сирены спецавтомобилей, зуммеры внутренней сигнализации, а также различные шумы, интенсивность и частота которых даёт некоторое представление о скорости движения и её изменении [13].

Обычно считается, что человек воспринимает звуки в интервале частот 16-20000 Гц. Звук с частотой ниже 16 Гц носят название инфразвук, с частотой выше 20000 Гц – ультразвук.

Слуховая система. Ухо человека имеет очень сложное устройство. Колебания барабанной перепонки в ответ на изменения давления воздуха – всего лишь начало длинной цепи событий, которые, в конечном счёте, приводят к восприятию звука.

Физика звука. Звук представляет собой изменения давления. Когда какой-то объект «издаёт звук», он заставляет волны давления распространяться через ОС. Звуковое давление, измеренное на некотором расстоянии от источника звука, не даёт полного представления о звуковом давлении, создаваемом источником.

Это объясняется частично тем, что, распространяясь по воздуху, волна затухает, а частично влиянием различного рода отражений и преломлений, вызываемых предметами, встречающимися на пути волны.

Частота звука. Изменение давления воздуха в звуковой волне характеризуется синусоидой. Для описания волны такой формы нужно установить три параметра: с какой скоростью она изменяется (частота волны), какой силы давление она вызывает (её амплитуда) и когда она начинается (её фаза). Чем больше амплитуда синусоиды, тем громче звук; чем выше частота, тем выше звук.

Интенсивность звука. Подобно интенсивности света, диапазон интенсивности звука очень велик – от самого слабого, едва воспринимаемого человеческим ухом, до звука, вызывающего физическую боль. Этот огромный диапазон сокращают, используя для описания уровня интенсивности звука децибелы (дБ). Если интенсивность звука выразить в децибелах, увеличение её на 10 децибел всегда увеличивает громкость вдвое; при возрастании физической интенсивности в 10 раз психологическая громкость возрастает в 2 раза.

Измерение громкости. Измерения громкости имеют большое значение для многих практических целей. Поскольку между психологическим восприятием громкости и физической интенсивностью звука нет прямого соответствия, важно иметь возможность учитывать эти различия. Громкость возрастает как кубический корень из интенсивности звука.

Процедура измерения громкости была стандартизована Международной организацией по стандартизации (ISO). Была введена единица громкости сон; 1 сон – это громкость тона при частоте 1000 герц и интенсивности 40 децибел.

При каждом повышении на 10 децибел число сонов удваивается и наоборот.

В сонах выражают воспринимаемую громкость чистых тонов. Громкость сложных звуков, содержащих много частотных компонентов, как, например, голоса многих людей, разговаривающих одновременно, звуки оркестра или шум самолетов и автомобилей, определяют путем сравнения со стандартным тоном частотой 1000 герц. Величина сона, при котором тон 1000 герц

кажется таким же громким, как и сложный звук, представляет собой оценку уровня этого сложного звука. В табл. 3.1 представлены уровни интенсивности звука для различных источников.

Таблица 3.1

Уровни звука для различных источников

<i>Звук</i>	<i>Уровень звука, дБ</i>
Запуск космического корабля с людьми на борту (на расстоянии 45 м)	180-200
Верхний порог болевой чувствительности	160
Сильный удар грома, шумовой оркестр	120
Крик	80
Разговор	60
Тихий шепот	20
Порог слышимости при 1000 Гц	0

Источники шума засоряют ОС. Иногда шум представляет собой терпимую помеху, а иногда он вторгается в нормальную деятельность или даже причиняет физический вред и вызывает умственное переутомление.

Громкость тона зависит от его интенсивности и частоты. При постоянной частоте интенсивные звуки кажутся более громкими, чем слабые. Но при постоянной интенсивности звуки очень высокой и очень низкой частоты кажутся более тихими, чем звуки средней частоты. На границах диапазона слуха это очевидно. Следовательно, громкость зависит от частоты, хотя бы просто потому, что диапазон частот, воспринимаемых ухом, имеет пределы. Но громкость зависит от частоты и в пределах нормального диапазона слышимости.

Маскировка. Громкость звука зависит не только от его собственной интенсивности, но и от других звуков, действующих одновременно. Звуки маскируют друг друга. При наличии одного звука труднее услышать другой.

Тенденция к избирательному выделению и организации данных, получаемых органами чувств, – одна из основных черт всех явлений восприятия. Выделяя лишь один из массы происходящих вокруг нас звуков, мы делаем его фигурой (объектом), а все остальные звуки образуют лишь его фон. Здесь, как и при зрительном восприятии, если знаешь, что искать, то легче найти.

Пространственное восприятие звука. У человека два уха, но его акустическое восприятие едино. Именно на основе различий информации, получаемой при слушании двумя ушами (бинауральный слух), а не одним (моноуральный слух), мы определяем местоположение источников звука.

Бинауральность слушания (двумя ушами) позволяет точно определить источник звука в пространстве и характер его перемещения. Чтобы обеспечить точную локализацию звука в пространстве, слуховая система должна быть способна различать временные расхождения порядка 10 или 20 микросекунд.

Локализация звука в пространстве. Точное время и интенсивность, с которой звуки достигают обеих ушей, помогают локализовать источник звука. Сначала звуки поступают в ухо, находящееся ближе к их источнику, и интенсивность их выше. Звук проходит от одного уха до другого примерно за 840 микросекунд.

Эту маленькую разницу во времени человек способен воспринять. Такого различия достаточно, чтобы наблюдатель мог уловить изменение местоположения источника звука.

Пространственная локализация звука осуществляется, главным образом, с помощью двойной системы: для низких частот — на основании расхождения по времени, а для высоких частот — расхождения по интенсивности. Переключение с одной системы на другую происходит в диапазоне 1000–5000 герц.

Постоянно действующий шум оказывает отрицательное воздействие на органы слуха. Под влиянием шума удлиняется скрытый период двигательной реакции, ухудшается зрительное восприятие, ослабевает сумеречное зрение, нарушаются координация движения и функции вестибулярного аппарата, наступает преждевременное утомление.

Ощущения равновесия, ускорений, вибраций. *Равновесие* — это свойство органов человека воспринимать и реагировать на изменения положения тела в пространстве, а также действий на организм ускорений и перегрузок. В сохранении равновесия важную роль играют вестибулярный аппарат, зрение, мышечно-суставное чувство и кожная чувствительность. Сохранение равновесия является результатом сложного взаимодействия возникающих рефлексов. Статическое равновесие связано с сохране-

нием определённой позы, а динамическое – с восстановлением равновесия в условиях, которые способствуют его нарушению.

Ускорение характеризует быстроту изменения скорости по её численному значению и по направлению. Линейные ускорения возникают при увеличении или уменьшении скорости движения без изменения его направления (разгон, торможение на прямолинейном участке дороги); радиальные или центростремительные ускорения – при изменении направления движения (движение по кривой). Линейные и радиальные ускорения в зависимости от времени их действия условно делят на ударные (не более десятых долей секунды) и длительные [13].

Направление сил инерции всегда противоположно направлению ускорения. В медицине и биологии часто употребляют термин «перегрузка» (инерционные силы). Перегрузки по существу показывают, во сколько раз изменился динамический вес тела при данном ускорении по сравнению с его статическим весом в покое или при равномерном прямолинейном движении. В зависимости от направления действия перегрузок по отношению к вертикальной оси тела различают продольные и поперечные перегрузки. При направлении вектора перегрузки от головы к ногам говорят о положительных, а при направлении от ног к голове – об отрицательных перегрузках. Кроме того, выделяют поперечные (спина – грудь и грудь – спина), а также боковые (бок – бок) перегрузки. Направление вектора перегрузки имеет большое значение для определения характера ответных реакций организма.

Реакция человека на ускорение определяется рядом факторов, среди которых существенное значение принадлежит времени действия, скорости нарастания и направлению вектора перегрузки.

Общее состояние человека при действиях ускорений характеризуется появлением чувства тяжести во всём теле, болевых ощущений за грудиной или в области живота, вначале затруднением, а в дальнейшем (при значительных перегрузках) и полным отсутствием возможности движений. Большие ускорения приводят к нарушению зрительных функций. Своевременное прекращение ускорений приводит к нормализации всех функций.

В реальных условиях движения ускорения, действующие на водителя, невелики. Даже при экстренном торможении на высокой скорости перегрузки не превышают 0,7-1,0 g при времени

действия таких ускорений на организм водителя не более 10 с. Эти ускорения не могут вызвать у водителя значительных физиологических расстройств. Во время и после прохождения кривой малого радиуса может наблюдаться изменение тонуса мышц рук, вследствие чего водитель не всегда может выдержать прямолинейное направление движения и ошибается, поворачивая рулевое колесо в направлении меньшего тонуса мышц. Так, при прохождении со значительными скоростями кривых малых радиусов и при последующем выходе на прямолинейный участок водитель рефлекторно смещает автомобиль на наружную сторону дороги и в ряде случаев заезжает на полосу встречного движения.

В результате длительного периодического действия ускорений (подъёмы и спуски, движение по кривым малых радиусов) возможно возникновение болезненного состояния, так называемой морской болезни, основные проявления которой – плохое самочувствие, головокружение, тошнота.

Вибрация (механические колебания) оказывает существенное влияние на человеческий организм, причём степень и характер её воздействия зависят от вида колебания и направления действия.

Вибрация, как и любая форма периодических движений тела около положения равновесия, характеризуется определёнными физическими параметрами. Основными из этих параметров являются: амплитуда – наибольшее отклонение вибрирующего тела от положения равновесия; частота – число полных колебаний, происходящих в течение 1 с; период – величина, обратная частоте, т.е. время одного полного колебания.

Под влиянием вибрации в организме могут наступать различные психофизиологические изменения, в том числе изменения в системе кровообращения (особенно в кровеносных сосудах), в центральной нервной системе, в мозге, костно-суставной системе и в мышцах. Воздействие вибрации может привести к функциональным нарушениям, которые не носят затяжного характера и быстро исчезают после непродолжительного отдыха. Под действием вибраций ухудшается зрительное восприятие, снижается качество внимания, замедляется реакция, понижается точность действия. Чаще влиянию вибраций подвергаются водители тяжёлых грузовых автомобилей. Наиболее опасными явля-

ются резонансные колебания, т.е. колебания, частота которых соответствует собственной частоте колебаний отдельных органов тела. Уменьшить влияние на организм ускорений и вибраций можно в результате тренировки вестибулярного аппарата, т.е. в совершении движений, раздражающих его: наклоны, повороты, прыжки, упражнения на батуте, перекладине и т.п.; и повторным воздействием на организм угловых и прямолинейных ускорений при помощи вращающихся установок (центрифуг, качелей и др.).

Восприятие. Водитель в процессе своей профессиональной деятельности постоянно на основе нескончаемого потока информации совершает действия, соответствующие его пониманию сложившейся и прогнозируемой дорожно-транспортной ситуации (ДТС). При этом водитель руководствуется рядом тактических задач: соблюдением безопасной скорости движения, диктуемой целью транспортного процесса, необходимостью остановок, стоянок и пр. В основе его тактического поведения – стратегия достижения намеченной цели поездки: своевременное прибытие в конечный пункт, сохранность перевозимого груза и др.

Многие фундаментальные термины, такие как масса, энергия, ускорение и другие, имеют одно и то же определение, один смысл независимо от сферы их приложения. Этого нельзя сказать о таком термине как «информация», хотя фундаментальность этого понятия не вызывает сомнения. Связано это с тем, что количество сфер приложения этого понятия велико, а изучением его наука начала заниматься не так давно – 30-40 лет назад. «Информация – первоначально сведения, передаваемые одними людьми другим людям устным, письменным или каким-либо другим способом (например, с помощью условных сигналов, технических средств и т.д.), а также сам процесс передачи или получения этих сведений.

«Информация – это обозначение содержания, черпаемого нами из внешнего мира в процессе нашего приспособления к нему, и приведение в соответствии с ним нашего мышления» – так определяет понятие термина «информация» основоположник кибернетики Норберт Винер. Примеры различной трактовки понятия «информация» и «восприятие» можно было бы продолжить. В настоящее время в различных областях науки термину «информация» присваиваются различные значения, соответствующие

целям исследования. В последнее время в связи с ростом понимания влияния «человеческого фактора» и средств информации на безопасность ДД наблюдается проникновение термина «информация» в лексику специалистов, занимающихся вопросами безопасности ДД. Учитывая эти обстоятельства, с целью однозначности трактовки, некоторых терминов предлагаются следующие их определения.

Информация – совокупность свойств объекта, отражённых в сознании человека.

Восприятие – субъективный процесс отражения в сознании потенциальных свойств объекта.

Информативность – совокупность потенциальных свойств, присущих объекту и определяющих возможность его познания (для случаев восприятия соответствует термину исходная информация).

Границы применимости предлагаемых определений очерчены задачами, решаемыми водителем в процессе управления транспортным средством. Весь процесс восприятия включает ряд последовательных этапов от обнаружения водителем объекта до принятия решения (рис. 3.6).

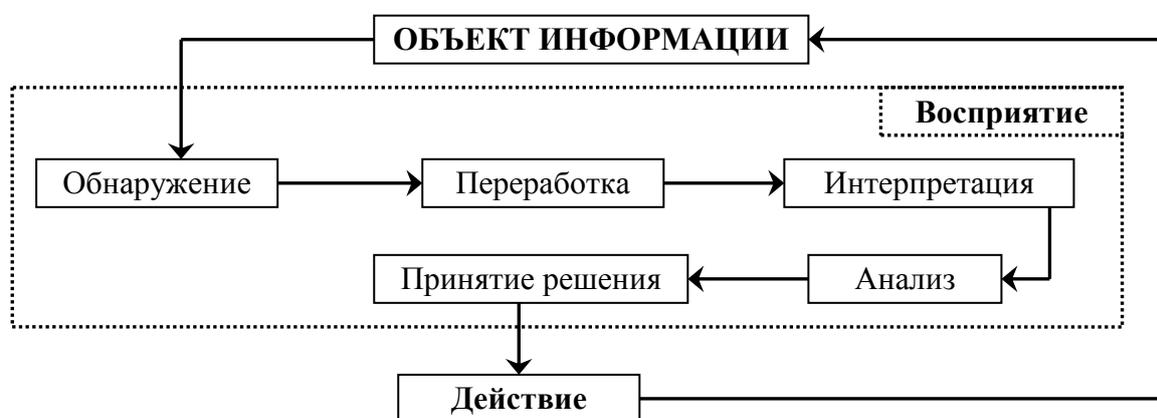


Рис. 3.6. Схема процесса восприятия

Анализ процесса восприятия (рис. 3.6) позволяет отметить, что на каждом из этапов водитель может допустить ошибку, которая приведёт к неправильному действию. Причины неправильного восприятия информации различны и включают в себя диапазон от несовершенства характеристик объекта до психофизиологических характеристик человека.

Таким образом, стратегия достижения цели в деятельности водителя может быть косвенно проявлена в реализации принятых им решений в процессе движения, которые, в свою очередь, являются результатом восприятия.

Восприятие – более сложный познавательный процесс, нежели ощущение, и отличается от него тем, что при восприятии отдельные качества и свойства предметов отражаются во взаимодействии. Процесс восприятия связан с пониманием сущности предметов и явлений. Водитель, управляя автомобилем, должен воспринимать большое число зрительных, звуковых и других раздражителей, совокупность которых формирует ДТС. Качество восприятия водителя, т.е. его быстрота, полнота, своевременность и точность, во многом зависит от знаний и опыта водителя. Опытный водитель при одних и тех же условиях увидит больше и быстрее, чем новичок.

При управлении автомобилем важная роль принадлежит зрительному восприятию скорости, направления движения и их изменению. Водитель по относительному перемещению поверхности дороги и предметов может судить о скорости и направлении собственного движения. Известно, что опытный водитель довольно точно воспринимает скорость движения автомобиля, не глядя на спидометр. Однако после продолжительной езды с большой скоростью в результате инерционности процесса восприятия последующее снижение скорости водителем оценивается неверно, вследствие чего нередко завышается допустимая скорость движения. Эту ошибку восприятия необходимо учитывать после продолжительной езды с большой скоростью.

Безошибочность принятия решения зависит и от способности человека к восприятию пространства и времени.

Восприятие пространства – свойство человека оценивать расстояние до предметов и удалённость их друг от друга. Ничто не воспринимается изолированно, в отрыве от общего окружения. Вот почему так важно для водителя знание размеров предметов, наиболее часто встречающихся при управлении автомобилем. Восприятие и оценка расстояний от водителя до движущихся объектов (автомобилей, пешеходов и пр.) и между движущимися объектами – значительно более сложный процесс восприятия.

На оценку расстояния до предметов оказывает влияние цвет, в который окрашены эти предметы. Например, расстояние до автомобиля, окрашенного в тёмные тона, переоценивается, т.е. автомобиль кажется водителю дальше, а расстояние до автомобиля, окрашенного в яркие светлые тона, наоборот, – кажется меньше.

Восприятие времени – умение оценивать интервалы между действиями и их продолжительностью. Это качество особенно важно при совершении различных манёвров автомобиля на больших скоростях. Неправильная оценка временного интервала приводит к нервозности, резким приемам управления и, как следствие, к возникновению опасной ситуации. Так, например, большинство ошибок водителей при обгоне связано с неправильной оценкой расстояния до встречного автомобиля и его скоростью и, как следствие, неверной оценкой временного интервала для совершения безопасного обгона.

Анализ многочисленных экспериментальных исследований восприятия различных источников информации позволил выявить общие закономерности, характерные для профессиональной деятельности водителя.

Общие закономерности восприятия водителем объектов информации. Анализ многочисленных экспериментальных исследований восприятия различных источников информации позволил выявить общие закономерности, присущие восприятию информации вне зависимости от самого источника. Некоторые из этих закономерностей, характерных для профессиональной деятельности водителя, обобщены и изложены ниже.

1. Организация информации в процессе восприятия. Это явление распространяется как на отдельные объекты, так и на сочетание объектов информации. Оно проявляется как в управляемом, так и в неуправляемом сознании человека, позволяющим вкладывать смысловое содержание в воспринимаемую информация (известную ранее, неизвестную, имеющую смысл, бессодержательную); соответствует его опыту, знаниям, мышлению, психофизиологическому состоянию. Один и тот же объект при организации информации в зависимости от целевой деятельности может по разному восприниматься человеком. Например, дерево на обочине в одном случае водителем воспринимается как объект на фоне лесозащитной полосы, в другом – как фон, на котором

объектом восприятия является человек. Кроме того, интерпретация информации при её организации может быть различной в зависимости от взаиморасположения группы объектов и наблюдателя. Такое явление особенно характерно для участников ДД, воспринимающих одни и те же объекты с различных точек наблюдения.

2. *Знакомство с источником информации.* Доказано, что вероятность правильного и безошибочного восприятия известной информации выше, чем неизвестной. Так, общеизвестно, что движение по знакомому маршруту требует от водителя не только значительно меньших затрат энергии, но и позволяет с большей вероятностью безошибочно воспринимать средства ОДД. Особенно это явление характерно для средств информации, имеющих недостаточный уровень информативности.

3. *Неизолированность процесса восприятия.* Процесс восприятия отдельных объектов не может быть изолированным. Например, движущийся в транспортном потоке (ТП) автомобиль водителем, как участником ДД, не может восприниматься без учёта рядом движущихся транспортных средств, количества полос движения, состояния покрытия, наличия разметки и т.д.

4. *Инерционность процесса восприятия.* На восприятие последующей информации оказывает влияние предыдущая информация, и это влияние тем ощутимее, чем длительнее и интенсивнее длится процесс восприятия предыдущей информации. Это явление особенно явно проявляется при движении в свободном режиме на прямолинейных участках дороги (явление монотонности), когда постоянно и длительно действует практически одна и та же информация в виде «бегущего навстречу» дорожного покрытия. Длительное отсутствие «активной» информации, требующей постоянного принятия и осуществления решений, затормаживает психику человека, что при внезапном изменении ситуации, требующей оперативного восприятия и выполнения действия, может привести к аварийной ситуации.

5. *Эффект последействия.* При последовательном восприятии объектов, один из которых обладает высокой степенью стимуляции (высокая яркость источника света, ярко окрашенная поверхность, высокая интенсивность звука и пр.), а другой – меньшей степенью стимуляции, последний воспринимается как объ-

ект, свойства которого ниже фактически присущих ему (см. эффект последствия для зрительных ощущений).

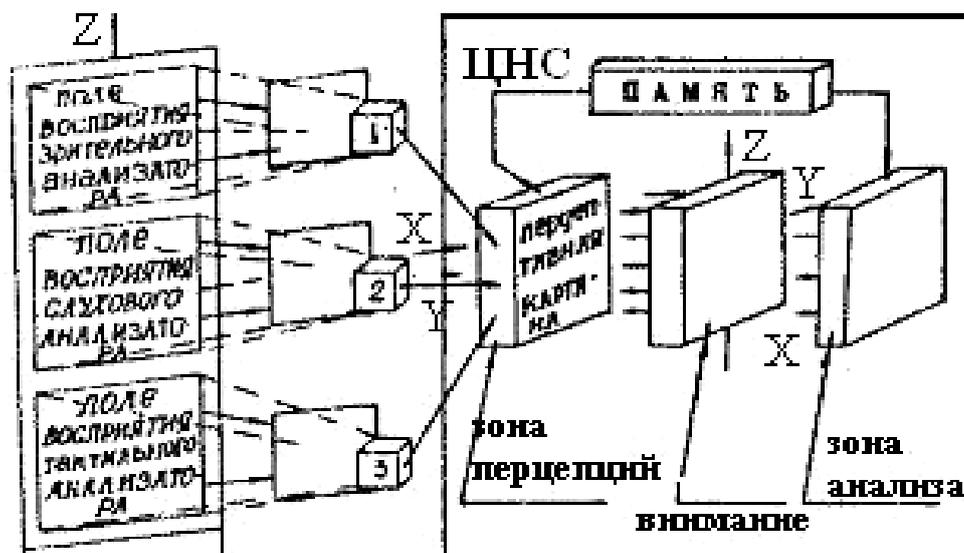
6. *Неадекватность исходной и воспринятой информации.* Свойства явлений, предметов и особенно ситуаций (т.е. сочетания объектов) при восприятии их человеком, претерпевая этапы переработки, интерпретации и анализа, в результате изложенных закономерностей восприятия, могут представляться человеку отличными от объективного их значения. В практике восприятия, интерпретация исходной информации в силу различных причин может быть настолько неверной, что исходная и интерпретированная информация могут быть не адекватны или даже диаметрально противоположны по своему смысловому содержанию. Более того, известны случаи восприятия информации при отсутствии самого источника информации, это явление носит название *иллюзии*. Таким образом, диапазон между свойствами исходной и интерпретированной информацией колеблется от полного соответствия до полного несоответствия. Подобное несоответствие может быть результатом взаимовлияния или самостоятельного проявления следующих факторов:

- недостаток существенной информации;
- избыток несущественной информации;
- исходная информация сформирована так, что из неё можно извлечь несколько различных смысловых содержаний;
- исходная информация объекта сформирована без учёта взаимовлияния среды и других источников информации;
- отсутствие или недостаток априорной информации.

Объект, воспринимаемый периферийной частью анализатора стимулирует в сознании человека *перцептивный* (от лат. *perceptio* - представление, восприятие) образ более низкой яркости, т.к. периферийные участки поля восприятия анализаторов, как правило, обладают меньшей чувствительностью. Перемещение объекта в поле восприятия анализатора меняет яркость перцептивного образа. Извлечение нужной водителю информации из перцептивной картины осуществляется при организации этой информации с помощью концентрации внимания, позволяющей сфокусировать деятельность мозга на том или ином участке перцептивной картины. Чем меньше этот участок, тем выше соответствие между исходной информацией и этим перцептив-

ным образом, однако тем ниже надёжность восприятия всей картины в совокупности. При расширении области концентрации внимания, снижается надёжность оценки образа, но повышается надёжность восприятия всей картины. Следовательно, задача водителя заключается в нахождении оптимума концентрации внимания, позволяющего, не допуская критического искажения перцептивной картины, одновременно не пропустить значимые для сложившейся ДТС объекты.

Таким образом, процесс восприятия гипотетически можно представить следующим образом. Объект (совокупность объектов) образует вокруг себя информационное поле, плотность которого может быть неоднородной по направлениям и зависеть от расстояния. В свою очередь человек «излучает» сенсорное поле, характеризующее направленностью, скоростью сканирования и плотностью. Восприятие объекта произойдет только в случае пересечения сенсорного и информационного полей. Наглядно это может быть представлено в виде следующей модели (рис. 3.7).



1 – зрительный анализатор; 2 – слуховой анализатор; 3 – тактильный анализатор
ЦНС – центральная нервная система

Рис. 3.7. Модель восприятия информации водителем автомобиля

Каждый анализатор имеет свое поле восприятия – часть пространства вблизи анализатора, в пределах которого раздражители могут воздействовать на данный анализатор. Для зрительного анализатора – это поле зрения, для слухового – окружающее

человека звуковое пространство, для тактильного – поверхность органов осязания.

Совокупность всех источников информации, окружающих человека – есть информационное поле. Так как каждый объект является источником информации, то информационное поле представляет собой окружающую человека действительность.

Для любого анализатора характерно неравномерное распределение чувствительности по полю восприятия. Раздражитель, попавший в поле восприятия соответствующего анализатора вызывает в сознании ощущение. Ощущение – есть психические образы отдельных свойств предметов объективного мира и субстанцией их является мозг. Как известно, ощущение – есть категория субъективная. Например, известно, что электромагнитные колебания с длиной волны порядка 400-600 нм могут оказывать воздействие на зрительный анализатор. При этом в сознании возникает ощущение, которое зависит от частоты и амплитуды волн. Но сами по себе эти волны не имеют тех свойств, которые они вызывают своими ощущениями. Понятие «красный свет», «зелёный свет» и др. являются условными в том смысле; что этим терминам присваиваются свойства ощущений, которые они вызывают. Нет красных предметов, красного света, есть ощущение, которое мы называем «красное» и обозначаем этим словом все источники, вызывающие это ощущение. Ощущения возникают в сознании во взаимосвязи, и каждый конкретный объект отражается в сознании в виде совокупности всех ощущений. Таким образом, каждому объекту из окружающей человека действительности соответствует совокупность ощущений в сознании – перцептивный образ, который может возникать не только в результате воздействия раздражителей на анализаторы, но также извлекаться из памяти, дополняя общую воспринимаемую картину. Более того, из памяти могут быть извлечены образы, не имеющие отношения к воспринимаемой действительности. Причём, такие образы могут быть иногда настолько сильны, могут настолько привлечь к себе внимание водителя, что не исключено возникновение опасной ситуации из-за потери контроля объектов окружающего водителя пространства.

«Яркость» (выраженность перцептивного образа) зависит от положения объекта в поле восприятия анализатора, от свойств

самого анализатора, от уровня априорной информации и от свойств объекта. Совокупность всех перцептивных образов образует в сознании перцептивную картину, являющуюся общим отражением воспринимаемого информационного поля, излучаемого объектами.

Перцептивные образы существуют в сознании всё то время, в течение которого функционируют анализаторы и в их сенсорном поле находятся раздражители. Изменения информационного поля меняют перцептивную картину в сознании. Интенсивность и скорость распространения сенсорного поля зависит от параметров внимания, анализаторов и их взаимного ориентирования.

Память. Виды памяти. В процессе обработки и интерпретации информации, получаемой от сенсорных систем, участвуют несколько видов памяти. Каждая из них несёт особую функцию, хранит особую форму информации, обладает своими пределами емкости, и все они действуют на основе несколько различных принципов.

Различают три различных типа памяти: «непосредственный отпечаток» сенсорной информации, кратковременная и долговременная память (рис. 3.8) [13].

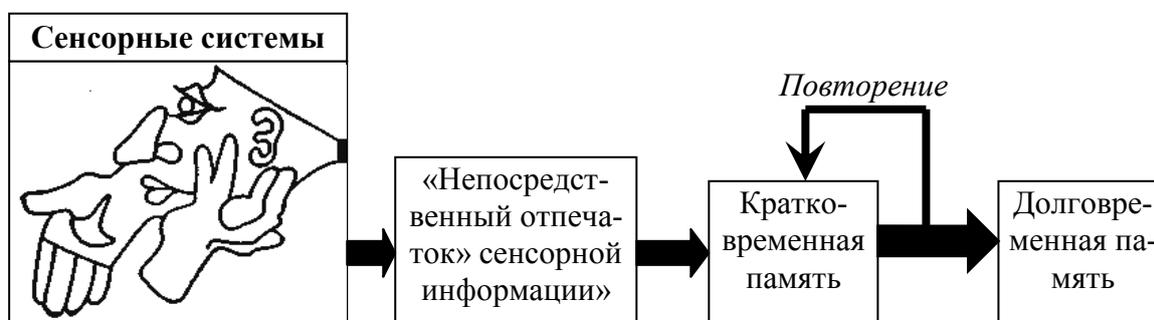


Рис. 3.8. Взаимодействие различных видов памяти

«Непосредственный отпечаток» сенсорной информации. Эта система удерживает довольно точную и полную картину мира, воспринимаемую органами чувств. Длительность сохранения картины очень невелика, порядка 0,1–0,5 секунды.

Кратковременная память. Кратковременная память удерживает материалы иного типа, нежели «непосредственный отпечаток» сенсорной информации. В данном случае удерживаемая информация представляет собой не полное отображение собы-

тий, которые произошли на сенсорном уровне, а непосредственную интерпретацию этих событий. Между запоминанием образа событий и запоминанием интерпретации этих событий имеется различие и ёмкость этой памяти ограничена.

«Непосредственные отпечатки» сенсорной информации невозможно повторять. Они сохраняются лишь несколько десятых долей секунды, и продлить их нет возможности. В кратковременной же памяти можно путём повторения удерживать небольшое количество материала в течение неопределённо долгого времени

Долговременная память рассматривается как свойство хранения интерпретации событий внешнего мира в течение времени, соизмеряемого с продолжительностью существования самого организма. Эта память является наиболее важной.

Ёмкость долговременной памяти в отличие от первых двух видов памяти считается практически неограниченной. Введение в долговременную память нового материала требует времени и усилий. Извлечение воспоминаний о событиях прошлого также происходит с трудом. Всё, что удерживается на протяжении более чем нескольких минут, очевидно, должно находиться в системе долговременной памяти. Таким образом, весь приобретённый опыт должен составлять часть долговременной памяти.

Главный источник трудностей, связанных с долговременной памятью – это проблема поиска информации. Количество информации, содержащейся в памяти, очень велико, и поэтому извлечение из неё именно тех сведений, которые требуются в данный момент, сопряжено с серьёзными трудностями. Однако отыскать необходимое удаётся быстро. Проблемы, связанные со способностью найти единственно правильную единицу среди хранящихся в памяти миллионов или миллиардов их, в большой степени определяют общую структуру всех ступеней системы памяти.

Вспоминаемые факты организованы в сложную систему, связывающую те или иные события с понятиями, выработанными предшествующим опытом. Процесс вспоминания состоит в последовательном применении правил, обеспечивающих анализ этой информации.

Для ответа на вопрос недостаточно иметь в памяти соответствующую информацию. Трудности возникают в процессе извлечения необходимой информации из памяти.

Главное в долговременной памяти не её физическая ёмкость, позволяющая хранить огромные количества информации. Главное – это её способность отыскивать определённые сведения, основанные на хранящейся в ней информации.

Таким образом, адекватная модель человеческой памяти должна объяснять, при каких условиях воспринимаемая информация и переживаемые нами события запоминается во всей своей полноте, а при каких – происходит её селекция и запоминание лишь некоторых существенных признаков. Запись всего объёма информации занимает значительное место в памяти, делает более долгим и сложным последующий поиск и может привести к загромождению памяти несущественными деталями. С другой стороны, преобразование и сжатие воспринимаемой информации и запоминание лишь её главных черт связаны с риском того, что какая-то информация, которая впоследствии может понадобиться, как раз и не будет записана. Этими двумя факторами – необходимым и достаточный объём информации и потенциальная возможность её запоминания – определяют способы использования прошлого опыта. В процессе извлечения информации эти механизмы взаимодействуют определённым образом: один из них отыскивает и восстанавливает образ, другой анализирует и перерабатывает найденную информацию. Извлечение информации требует активного построения и анализа информационных массивов с помощью определенных правил или процедур.

Поиск носит активный характер. При невозможности достижения цели прямым путём, память разбивает задачу на ряд вторичных, промежуточных задач. Как только решена одна промежуточная задача, формулируются другие, и поиск продолжается. Человеческая память не может представлять собой беспорядочного скопления фактов. Напротив, информационные единицы в памяти связаны между собой в некую единую и высокоупорядоченную структуру, которая обеспечивает возможность быстрого сравнения двух понятий для возможности оценки их сходства или различия. Ключевым в проблеме памяти является проблема понимания.

Как и в случае восприятия, процессы, связанные с пониманием сообщения, протекают столь быстро и бессознательно, что

сама мысль об их существовании появляется лишь в случае их заметного расстройств.

Память модельно можно представить состоящей из двух частей, одинаково необходимых. Первая из них, *информационная база*, или банк данных, есть та часть запоминающей системы, где реально хранится информация.

Вторая – *механизм интерпретации данных*, или система, оперирующая с данными, хранимыми в информационной базе. От неё зависит оценка приходящих сообщений, запоминание новых данных, ответы на вопросы и поиск информации.

В большинстве случаев на понятие наклеивается ярлык. В дополнение к этому ярлыку из памяти в случае необходимости можно извлечь большое количество информации, связанной с данным понятием. Таким образом, одна из первых задач – решить, в каком виде должны представляться понятия в запоминающей системе.

Существенной частью значения того или иного понятия являются его взаимосвязь с другими понятиями, хранящимися в памяти. Эти связи могут быть сгруппированы следующим образом:

- класс, к которому принадлежит данное понятие;
- свойства, выделяющие его из всех прочих понятий этого класса;
- примеры данного понятия.

Общее свойство всех поисковых процедур – механизм поиска информации и дедуктивная логика. Ответ редко хранится в памяти в готовом виде. Его необходимо «выследить», сложить из отдельных частей в единое смысловое содержание. Это требует интенсивного поиска и логических построений на основе найденной информации.

Память редко выступает в роли простого хранилища событий. Она представляет собой совокупность представлений, которые следует переработать для восстановления искомого образа.

Реорганизация информации, хранимой в базе данных, предполагает проведение нескольких процедур. Одна из них обобщает признаки понятий. Другая – производит разбиение понятий на классы. Третья – обнаруживает ошибки, непоследовательности и устраняет их.

Начальный этап построения информационной базы неизбежно связан с огромными объёмами информации, запоминаяемой механически. Понимание начинает вырабатываться лишь постепенно, по мере накопления признаков предметов, узнавания примеров понятий и развития представлений о них.

Новые понятия могут усваиваться в основном по аналогии с тем, что уже известно. Наиболее сложная проблема – включение нового понятия в существующую структуру. При правильной интерпретации весь объём прошлого опыта автоматически привлекается к пониманию новых событий.

Понимание развивается путем взаимодействия внешнего опыта с внутренними механизмами, которые оперируют поступающей информацией и реорганизуют её.

Способность справляться с разнообразнейшими ситуациями при помощи небольшого набора стандартных механизмов является, несомненно, мощным приспособительным средством запоминающей системы человека. *Теория принятия решений* даёт рецепт выбора линии поведения в неопределённой ситуации. Она позволяет сопоставить необходимые данные для принятия оптимального (или близкого к нему) решению и какие действия и при каких условиях внешней среды можно придти к желаемым результатам.

Рациональная теория принятия решений призвана ответить на два вопроса:

- какие сведения существенны для данного выбора;
- как сопоставить их друг с другом, чтобы прийти к правильному заключению.

Основное свойство рационального решения – это его оптимальность: при прочих равных условиях, выбранный вариант должен иметь самую высокую оценку. Таково основное правило теории принятия решений.

Главная трудность, возникающая в связи с идеей оптимизации, состоит в выборе оценочного критерия, объективно оценивающего ситуацию принятия решения. *Психологическую ценность*, связываемую с определённым способом действия или определённой вещью, называют их *полезностью*. Задача теории принятия решений – выяснить, каким образом можно оценить эту

полезность и как эти оценки могут быть использованы в ходе принятия решений.

Психическая перегрузка. Главным фактором, определяющим способность человека принимать решения или выполнять любую другую работу, является степень его психической перегрузки. Наиболее серьёзным ограничивающим фактором оказывается объём кратковременной памяти.

В основе всякого решения лежит принцип максимизации. Однако, когда приходит время делать реальный выбор, может оказаться, что в ситуацию вошли новые переменные, а некоторые из прежних утратили значение. Явно нелогичный выбор может быть сделан просто потому, что психологическая полезность оказалась выше полезности, которую предположительно обеспечил бы более продолжительный и тщательный анализ вариантов. Особенности кратковременной памяти, которые ограничивают число сравнений, производимых в единицу времени, часто оказываются одними из самых важных факторов, определяющих фактический выбор.

В реальной жизни решения часто приходится принимать в условиях неопределённости. Нередко для того, чтобы сделать выбор, приходится не только давать оценки полезности различных возможных результатов, но и пытаться предугадать развитие событий. Это добавление фактора случайности к ситуации выбора не меняет основного принципа оптимизации; просто при рассмотрении принятия решений приходится учитывать два фактора: полезность и случай.

Теории принятия решений – это своего рода рецепт оптимального поведения. В случае необходимости принять решение, может оказаться полезным анализировать ситуацию поэтапно, оценив выгоды и издержки, связанные с каждой из возможных стратегий.

Очевидным является то, что интерпретация воспринимаемой информации будет различной у различных людей, имеющих неодинаковый объём сведений, содержащихся в долговременной памяти. В процессе обучения при накоплении опыта и знаний в памяти закрепляются приёмы работы, соответствующие определённым ситуациям. У человека, автоматически выполняющего работу, могут возникнуть психические процессы, не связанные с

работой. В памяти одновременно могут происходить два различных процесса: один связан с работой, а второй, наоборот, отвлекает от неё. От личностных характеристик водителя, его способности сосредоточивать свое внимание зависит, насколько он сможет использовать эти процессы для облегчения своего труда. Если на пути движения автомобиля возникает опасность, то для выполнения необходимых действий водитель использует сочетания таких психических факторов, как внимание, практический опыт, мышление, память, быстрота реакции. Вместе с ними важную роль играет способность водителя к прогнозированию последующей ДТС. И чем большей способностью к предвидению обладает водитель, тем меньше вероятность его попадания в аварийную ситуацию.

Мышление. Управление автомобилем требует от водителя соблюдения такого режима движения, который учитывал бы постоянное изменение ситуации. Эту сложную психическую деятельность выполняет мышление. Мышление неразрывно связано с ощущениями, восприятиями, памятью, интеллектом, и его важнейшая роль заключается в упорядочении, координации и синтезе этих процессов. Результатом мышления является принятие решения, следствие которого – выполнение определённых действий. Для водителей важна скорость мышления, так как умозаключения и следующие за ними действия должны выполняться тем быстрее, чем больше скорость движения автомобиля. Одновременно с этим у водителя должна быть развита широта мышления, т.е. способность предвидеть различные последствия своих действий и в соответствии с оценкой этих последствий принимать необходимые и правильные решения.

Мышление предполагает построение внутренних представлений о внешних событиях. Процессы организации перцептивной информации и её оформление в виде сенсомоторных структур – необходимое условие умственных процессов, каковыми собственно и является мышление. Формирование в мозгу внутренних структур, олицетворяющих окружающий мир, мыслительные процессы становятся независимыми от этого окружения. При наличии внутреннего представления об окружающем мире всю последовательность событий можно предвидеть заранее путём

мысленного моделирования. Таким образом, *мысленное моделирование событий – сущность мышления.*

Мыслительный процесс может начинаться с желаемого результата и двигаться в обратном направлении в надежде обнаружить необходимые решения для достижения цели и условия, необходимые для её достижения.

Внутренние сенсомоторные структуры могут служить своеобразным фильтром для восприятия и внимания. Они подсказывают, что необходимо искать, заставляют его исследовать наличные характеристики окружения, а также умозрительно представить отсутствие недостающих характеристик. Отсюда возникают поиски сенсомоторных структур, необходимых и достаточных для достижения цели. Ожидание построения схемы достижения цели может играть положительную роль, невзирая на опасность ошибок. Оно способно выделить ту критическую информацию, которая необходима для выработки приемлемого решения в том случае, когда предыдущая не привела к желаемому результату.

Мышление предполагает способность «проигрывать» мысленно весь сюжет, формулировать предположения о новых возможностях и манипулировать ими с помощью мыслительных процессов без осуществления каких либо действий. Основное свойство мышления – разработка и использование сенсомоторных структур – сохраняет своё значение на всех уровнях мышления.

Оперативные качества водителя. Эти качества определяют уровень готовности к действиям при неожиданно возникающих критических ситуациях, способность принимать правильные решения и своевременно выполнять необходимые действия в условиях дефицита времени. Быстрота реакции водителя в экстремальных условиях зависит и от уровня его профессиональной подготовки. Однако при одном и том же уровне профессионального мастерства более правильно будет действовать водитель, обладающий лучшими оперативными качествами. Среди них наиболее важными являются следующие: высокая эмоциональная устойчивость; сообразительность; высокие показатели координации движения; высокие качества внимания и памяти и др. Все эти качества в реальной деятельности проявляются во взаимодействии и единстве. Они развиваются в процессе подготовки и производственной деятельности водителей.

Внимание является характеристикой психической деятельности и выражается в сосредоточенности и направленности сознания на определённый объект. Однако в процессе движения и управления автомобилем водитель не должен сосредоточивать своё внимание только на одном или на нескольких заранее определённых объектах ввиду постоянно меняющейся ДТС. Даже если в сложившейся ситуации только одна линия информации представляет интерес, не всегда безопасно концентрировать на ней внимание до такой степени, что другие события, которые потенциально могут оказаться более важными, пройдут незамеченными. Следовательно, водителю необходимо обладать способностью следить даже за теми событиями, которые в сложившейся ДТС не являются определяющими, и переключать внимание при возникновении каких-либо других существенных событий.

Для того чтобы отделить существенную информацию от несущественной, могут быть использованы физические характеристики информации. Задача заключается в том, чтобы уяснить, какая часть информации подвергается переработке, а какая игнорируется. Кроме того, желательно, хотя бы умозрительно, определить какая часть внимания уделяется существенной информации.

Сигналы из ОС проходят через сенсорные системы и имеющиеся в этих системах анализирующие механизмы. Можно слышать звуки, но не акцентировать на них внимания. При необходимости их распознавания можно предположить наличие в системе своеобразного переключателя, пропускающего сигналы, на которые обращено внимание, и одновременно блокирующий остальные сигналы (рис. 3.9, а). Однако этот переключатель не работает по принципу «всё или ничего» – информация или проходит или нет. Переключатель работает как *аттенюатор*, т.е. прибор, уменьшающий количество проходящей информации, но не отключающей её полностью (рис.3.9, б).

Очевидно, механизм отбора просматривает признаки поступающей информации и на их основании отделяет существенный материал от несущественного. Затем он регулирует действие *аттенюатора*, пропускающего для последующего анализа в основном только существенную информацию (рис.3.9, б).

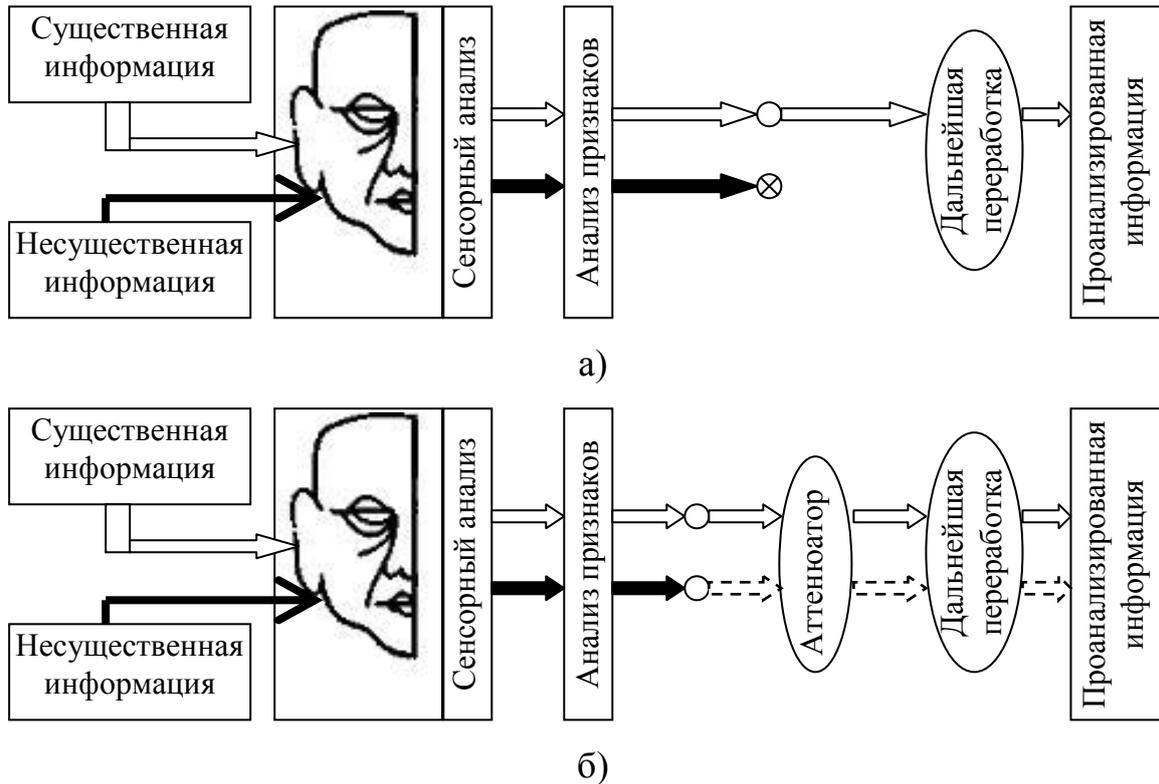


Рис. 3.9. Система анализа поступающей информации

Для правильной интерпретации воспринимаемой информации необходимо, чтобы она сложилась в понятный образ. Тогда можно определить, какие элементы соответствуют данной информации, а какие ей не свойственны. Характерным для внимания является то, что процесс «анализа посредством синтеза» идёт чрезвычайно прямолинейно. В каждую единицу времени он идёт по единственному пути, так что лишь одна совокупность сигналов удостоивается расширенного анализа.

Однако канал, на который направлено внимание, подвергается также дополнительной активной обработке, которая синтезирует ожидаемые сигналы и сравнивает их с уже полученными признаками. Затем система распознавания образов подвергает всей переработке все сигналы, извлекая из них все имеющиеся физические признаки. Однако *аттенюированного* (ослабленного, пассивного) анализа несущественной информации вполне достаточно для того, чтобы привлечь активное внимание.

Важнейшими качествами внимания, необходимыми водителю автомобиля, являются устойчивость, концентрация, объём, распределение и переключение.

Устойчивость внимания – это способность удерживать объект восприятия в сознании в течение определённого времени, причём временной интервал устойчивости может колебаться от долей секунды до нескольких часов. Как показали исследования, устойчивость интенсивного внимания может сохраняться в течение 40 мин без заметного ослабления.

С устойчивостью внимания тесно связано такое его качество, как концентрация – сосредоточение внимания на одном только объекте с одновременным отвлечением от всего остального. У водителя автомобиля такая концентрация внимания может проявляться в течение незначительных промежутков времени, например, при проезде пешеходных переходов, остановок общественного транспорта, железнодорожных переездов, при встречном разъезде, проезде «узких» мест и т. п.

Объём внимания характеризуется количеством объектов, которые могут быть восприняты одновременно. Человек может одновременно охватить 4-6 разных объектов, если условия восприятия не слишком сложные. У опытных водителей объём внимания больше.

Распределение внимания – это способность удерживать и контролировать в сознании одновременно несколько выполняемых различных видов деятельности. Человек может распределить внимание между двумя разнородными действиями, если одно из них для него привычно. Например, вождение автомобиля более безопасно, если водитель всё внимание уделяет дорожной обстановке, выполняя необходимые движения рук и ног автоматически. Успешное распределение внимания между совершенно незнакомыми видами деятельности затруднительно.

В условиях критической ситуации требования к распределению внимания водителя повышаются. Он должен одновременно воспринимать, думать и действовать. Единство и слаженность этих сторон направленности внимания обеспечивают правильные действия водителя в сложной обстановке.

Переключение внимания – это способность перехода в сознании от восприятия объектов одного вида деятельности к восприятию объектов другого вида деятельности. Быстрота переключения внимания помогает водителю воспринимать те объек-

ты, которые при распределении внимания он не может охватить одновременно.

Необходимо отметить, что приведённые рассуждения справедливы для произвольного (активного) внимания, т.е. волевого внимания, которое сознательно направлено на какой-либо объект (или деятельность) с заранее поставленной целью.

В отличие от произвольного непроизвольное (пассивное) внимание возникает без сознательного намерения и не требует от человека усилий. Например, оно может быть привлечено сильным звуком, вспышкой света или внезапным прекращением звука или света.

Эмоциональное состояние. Значительную роль в деятельности водителя, определяющую во многих случаях правильность и точность его действий, играет его эмоциональное состояние. Известно, что радостные переживания человека делают его бодрым и уверенным. В результате его действия становятся более точными, быстрыми и координированными. Тяжёлые переживания приводят к противоположным результатам. Особенно отражаются такие чувства на внимании: человек, поглощённый своими переживаниями, становится рассеянным.

В работе водителя непрерывно возникают источники эмоционального напряжения: опасная ситуация на дороге, подъезд к сложному перекрёстку или транспортной развязке и т.д.

Возникающее при этом психическое состояние может быть очень различно. Опытные, уверенные в себе водители, обладающие решительным характером, действуют в опасной ситуации точно и быстро. Другие же, как правило, неопытные водители проявляют растерянность, не выполняют необходимых действий или вместо них выполняют лишние, ненужные действия.

Способность не поддаваться растерянности и страху, точно и быстро действовать в сложной и опасной ситуации характеризуется эмоциональной устойчивостью и, являясь одним из важных качеств водителя, во многом зависит от его темперамента и черт характера.

Реакция. Реакция есть ответное действие организма на какой-либо раздражитель. Вся деятельность водителя представляет собой непрерывную цепь различных реакций. Несвоевременные

или неточные реакции приводят к повышению опасности движения. Реакции могут быть простыми и сложными [11, 13, 22].

Простая реакция – это ответное действие на один заранее известный сигнал. Например, нажатие кнопки на световой или звуковой раздражитель. Среднее время ответа на световой раздражитель около 0,2 с, на звуковой – 0,15 с.

Если при выполнении действия необходимо выбрать одно или несколько решений из ряда возможных, то такая реакция называется сложной.

В большинстве случаев реакция водителя на неожиданно возникшее изменение ситуации относится к сложным двигательным реакциям, и время её может колебаться в широких пределах (0,4-2,5 с и более). Это зависит от профессионального опыта, психофизиологических особенностей водителя, ДТС и т.д. Время двигательной реакции увеличивается в болезненном состоянии, при утомлении, после употребления алкоголя, наркотиков и пр. Большое число ДТП с наиболее тяжёлыми последствиями происходит в результате действия алкоголя на организм водителя. Нет необходимости доказывать, что в состоянии опьянения управлять автомобилем нельзя. Однако даже малая доза алкоголя, которая, казалось бы, никак не влияет на поведение человека, на самом деле приводит к значительным изменениям в его организме. Исследования показали, что алкоголь и наркотические средства увеличивают время реакции, уменьшают точность восприятия, ухудшают динамический глазомер. Резко снижаются качества внимания.

Установлено, что при приёме 75 г алкоголя время общей реакции водителей увеличивается в 2-2,5 раза, при приёме 100 г – в 2-4 раза, при приёме 140 г – в 3-5 раз и больше.

В России водители в состоянии алкогольного опьянения независимо от его степени не допускаются к управлению автомобилем. Водители, нарушившие Правила ДД в нетрезвом состоянии, несут повышенную ответственность, связанную с лишением права на управление транспортным средством на длительные сроки; при ДТП с тяжёлыми последствиями – вплоть до уголовной, где алкогольное или наркотическое опьянение водителя рассматривается как отягчающее обстоятельство.

3.3 Основы стратегии и тактики управления автомобилем

Стратегия управления автомобилем охватывает вопросы теоретической и практической подготовки, а также планирования и организации транспортного процесса. В зависимости от цели и длительности поездки (междугородный рейс, кратковременная поездка по знакомому маршруту, длительное путешествие на автомобиле и пр.), степени подготовленности, предыдущего опыта, наличия необходимых материалов (инструкций, документов, схем, карт и т.д.) стратегия может меняться, принимать определённую направленность. Наличие большого числа факторов, определяющих стратегию управления автомобилем, создает неопределённость в её формировании. Поэтому основная цель стратегии – это снижение уровня неопределённости в период подготовки поездки. Иначе говоря, стратегия управления автомобилем включает период с момента принятия решения о поездке до её начала. Это рассуждение не исключает отказа от поездки. Только в последнем случае весь процесс подготовки не будет завершён, т.е. не произойдет реализация подготовленной (на определённом уровне) стратегии управления [13].

В целом стратегия управления может рассматриваться с позиций выдвинутого академиком А. А. Харкевичем принципа ценности целевой информации:

$$H = \log\left(\frac{p_1}{p_0}\right), \quad (3.1)$$

где p_0, p_1 – вероятность достижения цели соответственно до и после получения информации.

При этом возможны 3 варианта вероятности достижения цели.

1. Полученная информация не меняет вероятности достижения цели $p_1 = p_0$. Это может явиться следствием получения ненужной или нужной, но ранее известной водителю информации (например, сообщение по радио об осадках, о которых водитель уже знает). В этом случае количественная мера ценности информации $H = 0$.

2. Полученная информация увеличивает вероятность достижения цели, т.е. $p_1 > p_0$. Так, полученная информация о начавшейся реконструкции участков выбранного маршрута движения

позволяет перестроить стратегию и тактику достижения цели, изменить маршрут или скоростной режим или вообще отказаться от достижения цели при помощи автомобиля. Количественная мера ценности информации $H > 0$, причем она тем больше, чем меньше издержек потребуется для достижения цели.

3. Полученная информация снижает вероятность достижения цели, т.е. $p_1 < p_0$, количественная мера информации $H < 0$. Это происходит, например, при недостаточной или неточной информации, которая привела к выбору неоптимального маршрута, увеличившего в конечном итоге время поездки.

Тактика управления автомобилем есть реализация выработанной стратегии. Функции, выполняемые водителем при управлении автомобилем на тактическом уровне, могут быть сведены к выполнению следующих основных операций: обнаружению, опознанию, анализу, синтезу и отбору совокупности объектов в виде воспринятой перцептивной картины; оценке приоритетности; фильтрации избыточной или устаревшей информации; уточнению и получению недостающих данных; осмысливанию совокупной информации; принятию решения; осуществлению управляющих действий.

Таким образом, тактика является неотъемлемой частью стратегии управления и её логическим завершением. Следовательно, правильно выработанные стратегия и тактика управления автомобилем являются необходимым условием эффективного и безопасного движения. Выработка стратегии управления носит зачастую интуитивный характер, и мало кто задумывается о снижении уровня неопределённости. Однако, не вызывает сомнения, что этот уровень понизится, а стратегия будет выработана правильнее, если водитель при подготовке поездки проработает следующие вопросы:

- цель поездки, её особенности, длительность и пр.;
- маршрут движения, его характеристики, дорожные условия, наличие «узких» мест и возможные способы их преодоления;
- ожидаемые погодные условия;
- возможные скоростные режимы на различных участках;
- состояние автомобиля и его подготовленность к предстоящей поездке;

- техническое и материальное обеспечение поездки.

Моделирование поведения водителя – один из инструментов повышения уровня безопасности ДД. Задачей формализованного описания действий водителя является наиболее полный учёт потенциальных возможностей человека по управлению автомобилем. Структура системы управления автомобилем описывается в виде замкнутого контура управления, основная идея которого заключается в представлении действий водителя в качестве непрерывного процесса управления. В этих моделях необходимо совместить выходной сигнал с непрерывно изменяющимся входным сигналом.

В режиме отслеживания действий водителя как оператора в системе «человек – машина», используют линейные модели, в которых, по возможности, учитывают весь спектр психофизиологических характеристик человека.

Принятие решения является следствием восприятия водителем поступающей к нему информации и проявляется, в конечном итоге, в виде совершения действия [22].

Решение – есть намерение совершить действие, способствующее достижению цели деятельности. Отсутствие действия можно также считать реализацией принятого решения, если оно способствует достижению цели. Ведь промежутки между действиями есть также реализация решения. И как только бездействие перестаёт быть наиболее целесообразным с точки зрения водителя, он заменяет его реализацией нового решения – действием, за которым вновь следует отсутствие действия, которое вновь становится наиболее целесообразным и так далее. С этой точки зрения процесс принятия решения, так же, как и процессы формирования перцептивных образов и анализа непрерывен.

Однако правомерно говорить о продолжительности принятия решения при получении конкретной информации или о продолжительности её анализа. В зависимости от характера и объёма информации принятие решения может потребовать времени от практически мгновенного до очень большого значения. Это значит, что существующие альтернативы в одинаковой степени значимы и водитель затрудняется в выборе решения. Непринятие решения на какую-то информацию – не обязательно является

фактом, способствующим возникновению ДТП. За время движения водитель принимает информацию от очень большого количества объектов. Однако, с учётом цели деятельности, на принятие решения оказывают влияние только те источники информации, игнорирование которых снижает вероятность достижения цели. Таким образом, процесс формирования перцептивных образов в сознании, анализ воспринимаемой информации, принятие, решения – есть непрерывные процессы, постоянно сопровождающие деятельность водителя. И хотя в определённом смысле можно говорить о конечности этих процессов, считать, что в деятельности водителя они совершаются в строгой последовательности неправомерно. Об этих процессах можно сказать, что они протекают непрерывно (а значит и одновременно) и с последовательной зависимостью. При этом для прохождения каждого этапа требуется некоторое время. Целенаправленный процесс отражения свойств объектов в сознании и есть восприятие, конечной целью которого является извлечение знаний из действительности, т.е. получение информации. Анализ и принятие решения – есть обязательные атрибуты восприятия, но не обязательно его составные части, хотя каждый из них предполагает его наличие. Это подтверждается тем фактом, что мы не называем невоспринятым предмет, который был увиден, но никакого решения в связи с этим принято не было. Предложенная модель в известной степени условна, однако она логически полностью соответствует современному представлению восприятия и наглядно раскрывает его сущность.

На основе всего вышесказанного, можно построить информационную модель принятия решения водителем (рис. 3.10).

В процессе выработки решения человек, как правило, стремится к минимизации потерь и к максимизации выигрыша в самом широком смысле (уровня опасности, эмоциональной загрузки, денег и пр.) Однако результат человеческой деятельности различен в силу субъективности оценки ситуации и различия целей. В процессе движения водителю приходится принимать сложные решения, связанные с рассмотрением большого числа параметров, обладающих при их оценке (как в отдельности, так и особенно в сочетании) различной ценностью. Весь объём информации, необходимый для принятия решения и безопасной деятельности водителя можно разделить следующим образом:

- ♦ оперативная или текущая информация – сведения о состоянии контролируемых и управляемых параметров, объектов;
- ♦ априорная информация – (от лат. a priori – (букв.) из предшествующего) знание, предшествующее опыту и независимое от него.

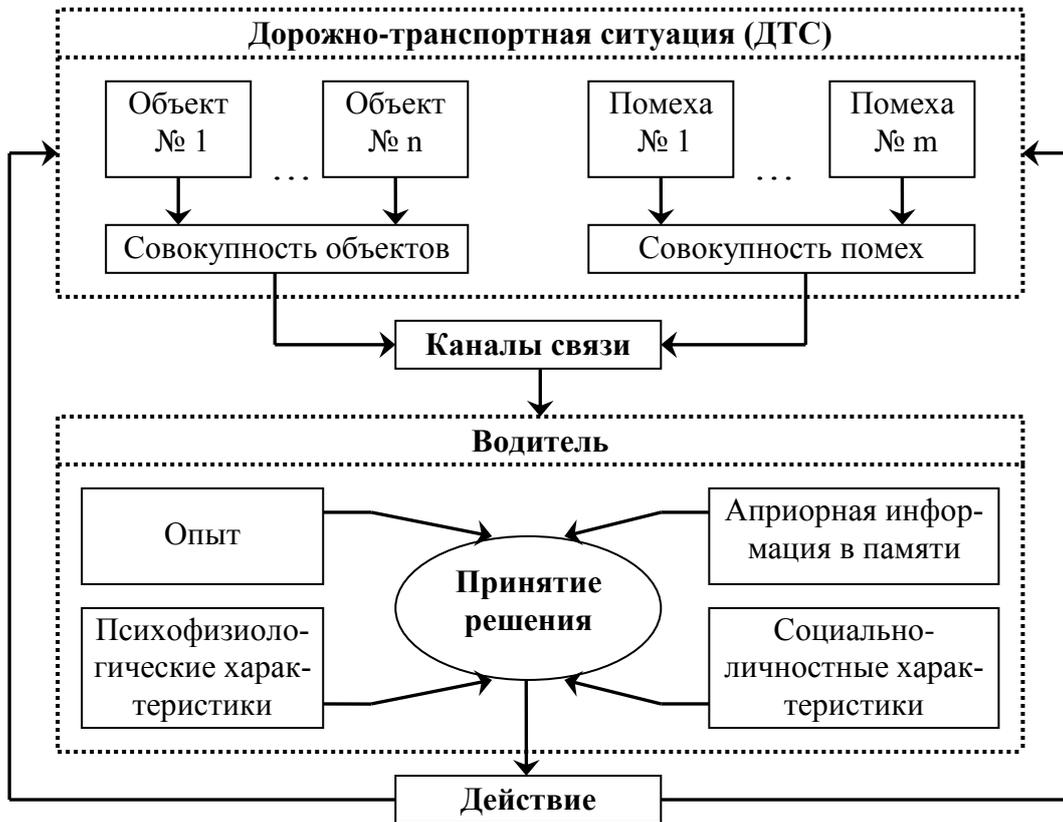


Рис. 3.10. Информационная модель принятия решения водителем

Сложность безошибочного принятия решения является, кроме того, следствием несоответствия воспринятой исходной информации (информативности объектов). Под *информативностью* понимается совокупность потенциальных свойств, присущих объекту и определяющих возможность его познания.

Рассматривая в самом общем виде процесс принятия решения при восприятии ДТС, можно отметить следующее: информативность группы объектов $I_1 = \sum_{j=1}^k I_{1j}$, ..., $I_n = \sum_{j=1}^k I_{nj}$ в совокупности образуют информативность ДТС, т. е. исходную ин-

формацию $I_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k I_{ij}$, представляющую целостную смысловую картину. В процессе передачи исходной информации происходит её искажение в результате действия помех $S_1 = \sum_{j=1}^l S_{1j}, \dots,$

$$S_m = \sum_{j=1}^l S_{mj} \text{ и их совокупности } S_0 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^l S_{ij}.$$

Эти искажения сопровождают весь процесс восприятия. В результате в центральную нервную систему поступает искажённая информация I_a , которая отличается от истинной на значение, зависящее от интенсивности действия помех.

Полученная информация (искажённая) анализируется для последующего принятия решения. Анализ поступившей информации сопровождается сравнением возможных вариантов решений на основе выработанных навыков, опыта управления, знания и понимания Правил ДД, психофизиологического состояния, личностных характеристик водителя, выработанной стратегии и тактики достижения поставленной цели. Все эти факторы в сочетании оцениваются водителем, однако эта оценка не всегда приводит к оптимальному решению. Определить, правильно ли выбрано решение, сложно. С определённой степенью приближения принятое решение можно считать правильным, если его выполнение не привело к ДТП и не создало опасной ситуации для всех участников движения. Если нарушения в работе системы ДД не произошло, то можно считать, что исходная информация, сформированная информативностью системы объектов ДТС, воспринята водителем без существенных искажений, и, следовательно, информативность отдельных объектов и всей ДТС может быть охарактеризована как близкая к оптимальной.

Адекватность исходной и полученной информации может быть оценена показателем восприятия, представляющим собой отношение воспринятой I_a к исходной I_0 информации: $\eta_{in} = \frac{I_a}{I_0}$.

Если $\eta_{in} \approx 1$, можно говорить об адекватности этой информации. Если $\eta_{in} \ll 1$, имеют место значительные искажения исходной информации, что может привести к неверному принятию решения и в конечном итоге – к ДТП.

3.4. Подготовка водителей

Порядок присвоения квалификации. Присвоение квалификации, допуск водителей к управлению транспортными средствами и выдача водительских удостоверений регламентируются в каждой стране соответствующими законодательными положениями и инструкциями. На всей территории России действует Положение о порядке присвоения квалификации водителя, выдаче водительских удостоверений и допуске водителей к управлению транспортными средствами, разработанное в соответствии с Конвенцией о дорожном движении. Все транспортные средства в зависимости от их типов, назначения и особенностей управления подразделяются на категории А, В, С, Д, Е, а также трамвай, троллейбус, мотоколяска, на управление которыми выдаётся водительское удостоверение. При этом водитель имеет право управлять лишь теми категориями транспортных средств, против которых в водительском удостоверении имеется разрешающая отметка. К управлению транспортными средствами, относящимися к категории А, а также мотоколясками, допускаются лица, достигшие 16 лет. К управлению транспортными средствами, относящимися к категории В, С, а также трамваями и троллейбусами – достигшие 18 лет. К управлению транспортными средствами, относящимися к категории Д, а также автомобилями-такси – 20 лет.

Кроме того, состояние здоровья водителя должно удовлетворять необходимым медицинским требованиям. Поэтому будущие водители проходят медицинское обследование, о чём свидетельствует справка медицинского учреждения установленного образца о годности к управлению транспортным средством той или иной категории. В процессе работы все водители транспортных средств подвергаются обязательному периодическому меди-

цинскому переосвидетельствованию в сроки, установленные Министерством здравоохранения и социального развития России.

ГИБДД и руководители АТП в случае сомнения в состоянии здоровья водителя могут направить его на медицинское переосвидетельствование ранее установленных сроков. Если медицинской комиссией водитель будет признан негодным к управлению транспортными средствами, то водительское удостоверение у него изымается.

Экзамены на право получения водительского удостоверения проводятся в следующей последовательности: теоретический, затем практический. Лица, не сдавшие теоретический экзамен, к практическому не допускаются. Повторный экзамен, как теоретический, так и практический, назначается не ранее чем через 7 дней. В том случае, если кандидат в водители в течение 3 месяцев не сдаёт практического экзамена, то он назначается вновь на теоретический экзамен.

Лицам, сдавшим теоретический и практический экзамены, выдается водительское удостоверение установленного образца. В графах категорий транспортных средств, на управление которыми выдаётся водительское удостоверение, производится соответствующая отметка.

Подготовку водительских кадров ведут учебные комбинаты, автошколы, штатные автоклубы и спортивно-технические клубы РОСТО, а также курсы, организуемые учебными заведениями непосредственно при АТП. Подготовка ведётся по утверждённым учебным планам и программам.

Обучение вождению. Система обучения водителей играет важную роль в обеспечении безопасности ДД. Водитель приобретает знания, умение и навыки, выполняя различные действия по управлению автомобилем: нажимает на педали сцепления, тормоза, управления подачей топлива, поворачивает рулевое колесо, перемещает рычаги переключения передач.

Знания – совокупность усвоенных сведений, проверенных практикой их использования в реальной действительности.

Умение – способность своевременно и целеустремленно применять специальные знания в какой-либо деятельности.

Навык – доведенное до автоматизма умение решать тот или иной вид задачи (чаще – двигательной).

В начале обучения целесообразно выработать у обучаемого навык автоматического отыскания рычагов, педалей управления и необходимую последовательность действий при работе ими. При выработке этих навыков в действии с органами управления устанавливаются мышечно-двигательные представления о направлении соответствующих движений, их амплитуде, скорости, требуемых усилиях, о продолжительности движений, их сочетаний и последовательности.

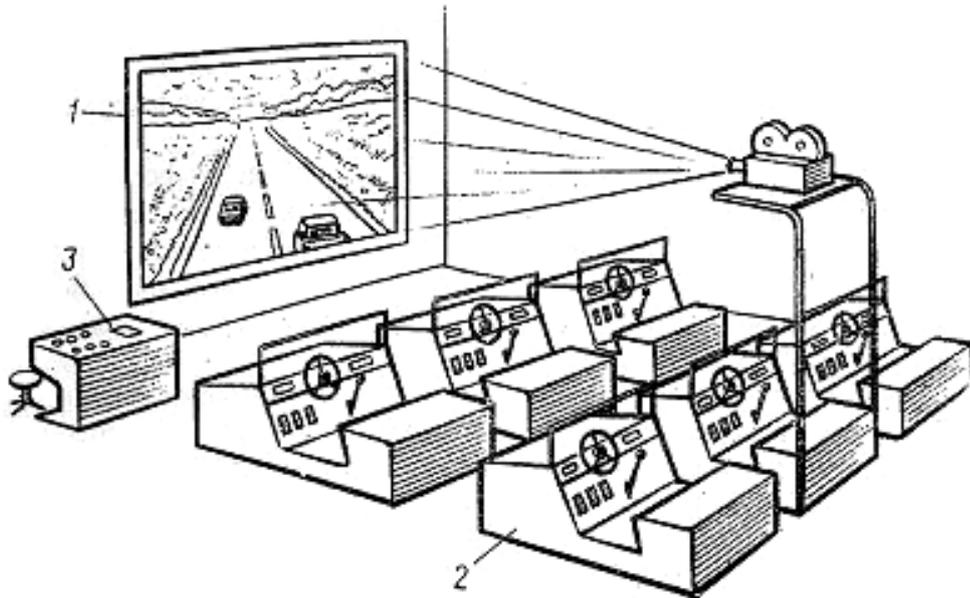
Овладение двигательными навыками значительно эффективнее в том случае, если внимание обучаемого не отвлекается на решение других задач. В этом отношении обучение на тренажёре имеет преимущество перед обучением на автомобиле.

Основной задачей последующего обучения является формирование соответствующих зрительных представлений. Как известно, при управлении автомобилем большую часть всей информации водитель получает при помощи зрения. В процессе тренировки зрительные представления объединяются в единые комплексы с представлениями мышечно-двигательными и вестибулярными.

Дальнейшее совершенствование навыков управления автомобилем должно быть направлено на увеличение точности и быстроты восприятия дорожной обстановки, быстроты действий при выполнении основных приёмов (поворотов, разворотов, остановок в заданном месте, заездов в ворота и т.п.) и привыкания к управлению автомобилем на различных скоростях, а также вождению автомобиля в особых условиях движения (гололёд, туман, снег, дождь, тёмное время суток).

Навыки формируются при выполнении упражнений, в которых одно и то же действие повторяется несколько раз. Продуктивность занятий зависит от метода обучения, способностей и эмоционального состояния обучаемых, от правильного распределения упражнений по времени.

Автомобильные тренажёры. Автомобильным тренажёром называется комплекс учебно-тренировочных устройств, предназначенный для выработки навыков и совершенствования техники управления автомобилем (рис. 3.11).



1 – устройство, моделирующее ДТС; 2 – устройство, моделирующее рабочее место водителя; 3 – пульт мастера производственного обучения

Рис. 3.11. Тренажёрный комплекс для подготовки водителей

Тренажеры применяются на различных этапах обучения. В зависимости от этого и требования к тренажерам различны. В начальный период обучения при помощи тренажёра учащийся знакомится с органами управления автомобилем, их расположением, усилиями при переключении передач, повороте рулевого колеса. На более поздних этапах обучения учащийся знакомится с методами управления в простых и сложных ДТС. Для этого тренажёр оборудуется средствами визуализации, при помощи которых обеспечивается обратная связь между поведением управляемого «автомобиля» и учащимся. Здесь необходимо подчеркнуть значение динамического подобия систем управления тренажёра и автомобиля, так как это обеспечивает адекватность действий обучающегося на тренажёре и автомобиле. Тренажёр с динамически подобной обратной связью позволяет формировать навыки поведения в аварийной ситуации, навыки прогнозирования дорожной обстановки. Он может быть использован на последующих этапах обучения и для совершенствования профессионального мастерства водителей.

Важным психологическим и педагогическим преимуществом тренажёра перед автомобилем в процессе обучения и совер-

шенствования водительских навыков является возможность выделить из всей информации только ту её часть, которая наиболее существенна на данном этапе обучения. Моделирование конкретных ситуаций (занос, обгон, следование за лидером и пр.) на тренажёре позволяет не только судить о действиях обучаемого в этих ситуациях, но также формировать безопасные навыки управления автомобилем в этих условиях.

Применение тренажёров не ограничивается только областью первоначального обучения. С их помощью можно успешно тренировать действия водителей в критических ситуациях, обучать прогнозированию дорожной обстановки, исследовать психофизиологические характеристики водителя в различных дорожных условиях, тренировать водителей при переходе на другой тип транспортного средства или при смене условий работы (крупный город, горные дороги и др.)

Такие тренажёры называются комплексными. В отличие от функциональных, они предназначены для обучения и выработки различных навыков. Для расширения области применения тренажёра в методическом плане полезно вводить неожиданно для обучаемого различные помехи движению или имитировать возникновение технических неисправностей, затрудняющих управление или создающих опасность для движения.

При правильно организованном процессе обучения у обучаемых, в результате систематических занятий, уменьшается время реакции, число ошибочных действий, правильно организуется внимание и повышаются его характеристики и, как следствие, наряду с элементарными навыками развиваются навыки более высокого порядка. Результаты объективной регистрации позволяют устанавливать индивидуальные особенности каждого из обучаемых, выявлять их типичные ошибки и оценивать качество проведенной тренировки.

По конструкции и способу воспроизведения дорожной обстановки автомобильные тренажеры разделяют на: теневые, с подвижным полотном дороги, телевизионные, кинотренажёры. По конструкции основания различают тренажёры с подвижным и неподвижным основанием. По количеству учащихся, обучаемых одновременно, различают тренажёры одноместные (индивидуальные) и многоместные (групповые).

Автодромы. Важнейшим дополнением к процессу тренировки водителей на автомобильном тренажёре являются тренировочные занятия на специальных учебно-тренировочных трассах – автодромах. Навыки, приобретенные водителем на автомобильном тренажёре, должны получить своё завершение в естественных условиях движения на дороге или на автодроме. Занятия, проведённые на учебном автодроме, дают возможность выявить наиболее типичные ошибки при управлении автомобилем в реальных условиях движения.

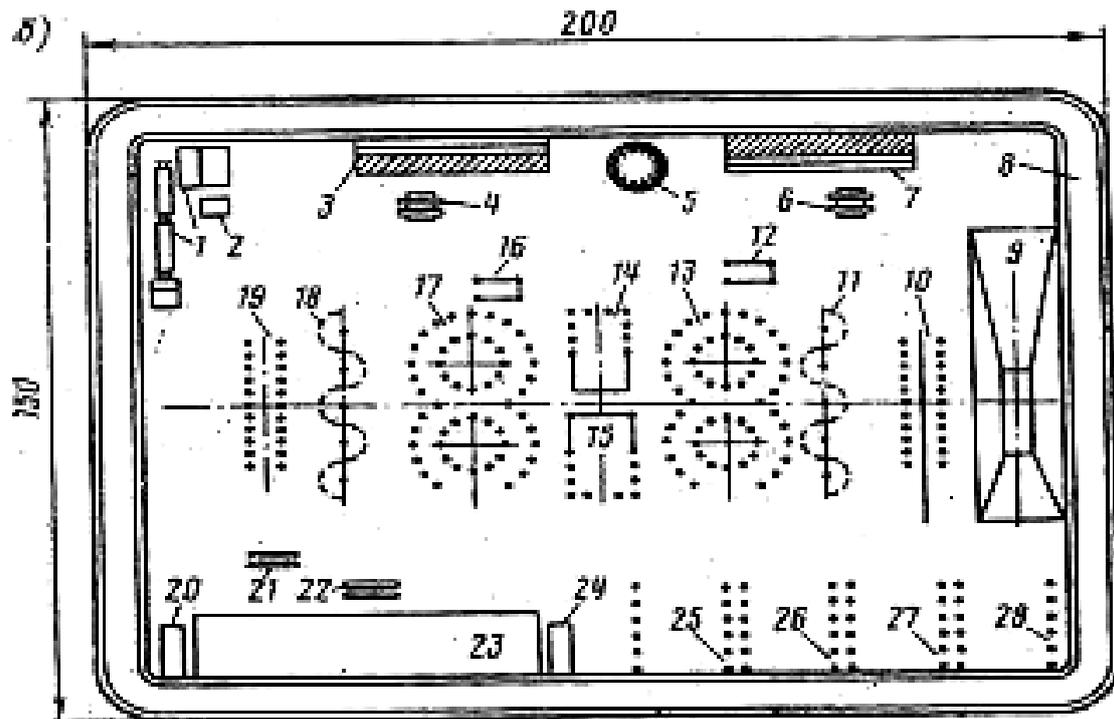
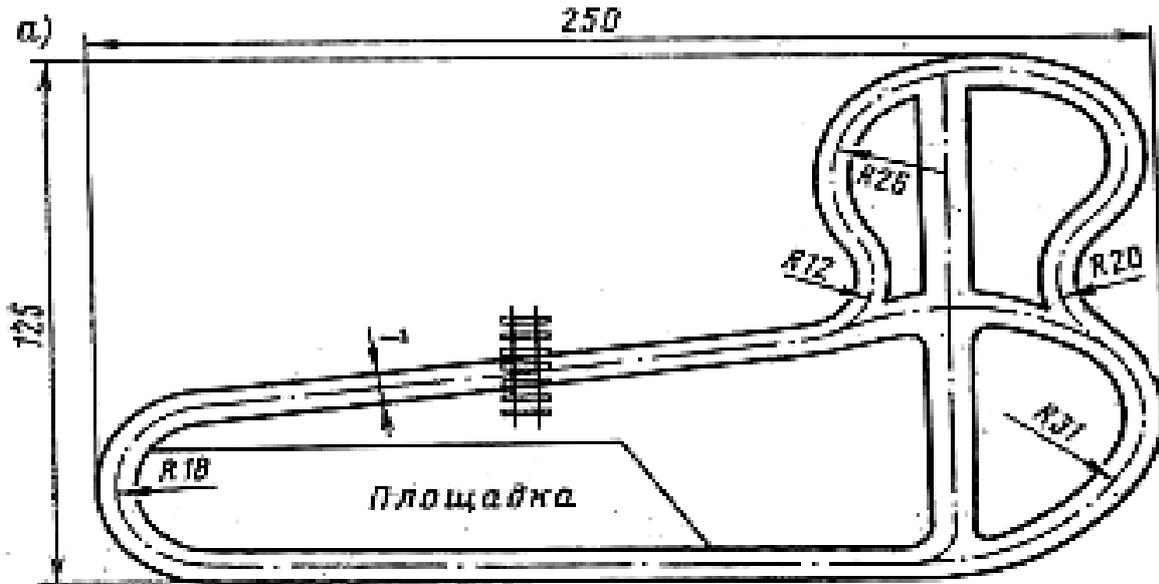
В международной практике автодромы широко используются для первоначального обучения управлению автомобилем, повышения мастерства водителя и для тренировки гонщиков.

Процесс формирования навыков вождения на автодроме имеет ряд очень важных преимуществ по сравнению с учебной ездой по городской улице или загородной дороге. Здесь, прежде всего, необходимо отметить значительно более высокую безопасность учебного процесса в результате снятия психологического напряжения обучающегося в связи с отсутствием движения пешеходов и транспортных средств. Это существенно облегчает учебный процесс. Также при рациональной организации учебного процесса, на автодроме преподаватель может вне учебного автомобиля руководить обучением сразу нескольких учеников, одновременно совершающих езду на нескольких автомобилях.

Наконец, очень важной особенностью автодрома является возможность оперативной смены упражнений путём перестановки препятствий или изменения направления движения. Имеется также практическая возможность упражняться в движении по скользкой дороге, которую легко создавать при помощи мыльной эмульсии.

Не обязательно обучению на автодроме должна предшествовать тренировка на автотренажёре. Достаточно эффективно весь начальный период обучения может быть отработан на автодроме.

По мере роста интенсивности движения на всех дорогах необходимость в автодромах будет неуклонно возрастать. Основным сооружением автодрома является обычно кольцевая дорога (рис. 3.12, а) с асфальтобетонным покрытием шириной 6-9 м и учебные площадки для фигурного вождения автомобилей.



1 – железнодорожная платформа; 2 – погрузочная площадка; 3 и 7 – соответственно левый и правый косогоры; 4 и 6 – колейные мосты; 5 – воронка; 8 – кольцевой маршрут; 9 – холм; 10 и 19 – габаритные тоннели; 11 и 18 – «змейки»; 12 и 16 – боксы; 13 и 17 – «восьмерки»; 14 и 15 – габаритные дворики; 20 и 24 – эстакады; 21 и 22 – доски; 23 – площадка начального обучения; 25-28 – места для разворотов. Размеры на рисунке даны в метрах.

Рис. 3.12. Автодромы

Легковые автомобили могут развивать на кольцевой дороге скорость до 120 км/ч. Все повороты на дороге выполнены без поперечного уклона для усложнения движения на повороте и отработки мастерства вождения на кривых. Внутри кольцевой дороги расположены два пересекающихся проезда, образующие перекрёсток, на котором может быть установлен светофорный объект для выработки навыков проезда регулируемых перекрёстков. Направление движения по трассе – против часовой стрелки. Для квалифицированных водителей возможно проведение тренировок на повышенных скоростях, особенно при входе и выходе из поворотов. Для подготовки водителей различных категорий, где могут одновременно обучаться 15-18 водителей, может быть рекомендован автодром, схема которого приведена на рис. 3.12, б.

На автодроме можно проводить широкий комплекс упражнений, в том числе имитировать реальные условия движения, установив различные дорожные знаки, светофорные объекты и нанеся различные виды дорожной разметки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные факторы определяют деятельность водителя?
2. Каковы характеристики зрительного анализатора?
3. Что такое ощущения и восприятия и каковы их особенности при управлении автомобилем?
4. В чём заключается инерционность процесса восприятия?
5. В чём заключаются процессы конвергенции, дивергенции и аккомодации хрусталика зрительного анализатора?
6. Что такое темновая и световая адаптация?
7. Назовите единицу измерения громкости, введённую Международной организацией по стандартизации.
8. Какова роль внимания в безопасности дорожного движения?
9. Назовите основные виды памяти.
10. Какова роль памяти в управлении автомобилем?
11. Какие этапы обучения вождению вы знаете?
12. Как классифицируют автомобильные тренажёры?
13. Каково назначение учебных автодромов?

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

4.1. Виды безопасности транспортного средства

Эффективность транспортного процесса характеризуется трудовыми и материальными затратами и во многом зависит от конструктивных и эксплуатационных свойств транспортных средств, в том числе одного из основных – безопасности транспортного средства.

Безопасность транспортного средства включает в себя комплекс конструктивных и эксплуатационных свойств, снижающих вероятность возникновения ДТП; тяжесть их последствий; отрицательное влияние на ОС. Различают активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность транспортного средства (рис. 4.1) [13, 27].

Активная безопасность – свойство транспортного средства, снижающее вероятность ДТП или предотвращающее его возникновение. Анализ свойств активной безопасности позволяет с определённой степенью условности объединить их в следующие основные группы:

- свойства, в значительной степени зависящие от действий водителя по управлению транспортным средством (тягово-скоростные, тормозные, устойчивость, управляемость, и т.д.);
- свойства, не зависящие или зависящие в незначительной степени от действий водителя по управлению транспортным средством (надёжность элементов конструкции, весовые и габаритные параметры и т.д.);
- свойства, определяющие возможность эффективной деятельности водителя по управлению транспортным средством (параметры рабочего места водителя).

Пассивная безопасность – свойство транспортного средства, снижающее тяжесть последствия ДТП. Различают *внутреннюю* (определяет конструктивные возможности транспортного средства по сохранению жизни и повышению травмобезопасности водителей и пассажиров, находящихся в транспортном средстве в момент ДТП) и *внешнюю* (снижение тяжести последствий ДТП для других участников движения) безопасности автомобиля.



Рис. 4.1. Структура безопасности транспортных средств

Послеаварийная безопасность – свойство транспортного средства, снижающее тяжесть последствий ДТП, т.е. тех последствий, которые могут возникнуть после самого ДТП: возгорание автомобиля, наезд других участников движения и др.

Экологическая безопасность – свойство транспортного средства, снижающее степень его отрицательного влияния на ОС. По определению это свойство в отличие от первых трёх, связанных в той или иной степени с ДТП, определено самим существованием и работой транспортного средства и проявляется на протяжении всего его срока службы [27].

Необходимо отметить, что все виды безопасности транспортного средства взаимосвязаны и влияют на конечный результат перевозочной деятельности.

Нормативные документы и законодательные акты в отношении различных элементов безопасности транспортных средств разрабатываются практически всеми странами, выпускающими автомобили. Учитывая международный характер требований безопасности, ряд стран в рамках Комитета по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН) подписали в 1958 г. Соглашение о принятии единообразных условий официального утверждения и о взаимном признании официального утверждения предметов оборудования и частей моторных перевозочных средств.

Многие страны разрабатывают более жёсткие требования, чем требования ЕЭК ООН. В настоящее время разработано несколько десятков требований, изложенных в Правилах ЕЭК ООН, касающихся элементов всех видов безопасности: активной – тормозные системы, системы освещения и сигнализации, обзорности и пр.; пассивной – конструкции кузова и его элементов, ремни безопасности, травмобезопасные рулевые колонки и пр.; послеаварийной – противопожарные конструктивные решения, конструктивные элементы по обеспечению эвакуации людей и пр.; экологической – количественный состав отработавших газов двигателей, уровень внешнего шума и пр. Отечественные нормативные документы (ГОСТ, ОСТ) разрабатываются в соответствии с Правилами ЕЭК ООН.

4.2. Тягово-скоростные и тормозные свойства

Тягово-скоростными называют совокупность свойств, обеспечивающих необходимые диапазоны изменения скоростей движения и интенсивности разгона транспортного средства в различных дорожных условиях. Эти свойства наиболее значимы в условиях интенсивных смешанных ТП. Наличие в потоке автомобилей, обладающих различными тягово-скоростными свойствами, заставляет участников ДД выполнять большое число манёвров, связанных с перестроением, совершением обгонов, интенсивным разгоном после остановки. Выполнение этих манёвров в условиях интенсивного движения зачастую осуществляется при остром дефиците времени, сопровождающем развитие ДТС. В этом случае имеющийся резерв по наращиванию интенсивно-

сти разгона может позволить выйти из критической ситуации. Тягово-скоростные свойства автотранспортных средств оцениваются следующими показателями:

- максимальной скоростью движения по горизонтальному прямолинейному участку дороги с усовершенствованным покрытием;
- временем достижения заданной скорости;
- значением пути движения по инерции до остановки (выбег);
- скоростной характеристикой разгона на различных передачах и скоростной характеристикой на дорогах с переменным продольным профилем;
- максимальным подъёмом, преодолеваемым транспортным средством при движении с постоянной скоростью на низшей передаче [27].

Тягово-скоростные свойства транспортного средства определяются характеристиками двигателя и трансмиссии, массой (значением и расположением центра массы), аэродинамическими характеристиками, размерами колёс, сопротивлением качению.

Тормозные свойства определяют возможность осуществления замедления необходимой интенсивности и удержания транспортного средства на уклонах.

Взаимодействие колёс с опорной поверхностью есть результат действия нормальных сил P_z (прижимающих колесо к дороге) и касательных сил P_x , P_y (сил трения между колесом и дорогой). Ясно, что тормозная эффективность во многом зависит от трения в зоне контакта шины с опорной поверхностью. Взаимодействие колеса с опорной поверхностью определяется трением покоя и трением скольжения отдельных элементов колеса и опорной поверхности относительно друг друга и называется сцеплением колеса с дорогой. Количественно это свойство оценивается коэффициентом сцепления φ .

Различают коэффициент продольного сцепления $\varphi_x = \frac{R_x^{max}}{R_z}$ и коэффициент поперечного сцепления $\varphi_y = \frac{R_y^{max}}{R_z}$,

где R_x^{max} , R_y^{max} и R_z – соответственно продольная, поперечная и нормальная реакция опорной поверхности.

Значения φ меняются в зависимости от состояния покрытия, начальной скорости торможения и степени проскальзывания колеса относительно дороги. Максимальный коэффициент сцепления при торможении наблюдается на сухих покрытиях при небольших скоростях движения в начале нарастания проскальзывания шины в зоне контакта с дорогой (коэффициент скольжения $\lambda = 0,2-0,25$).

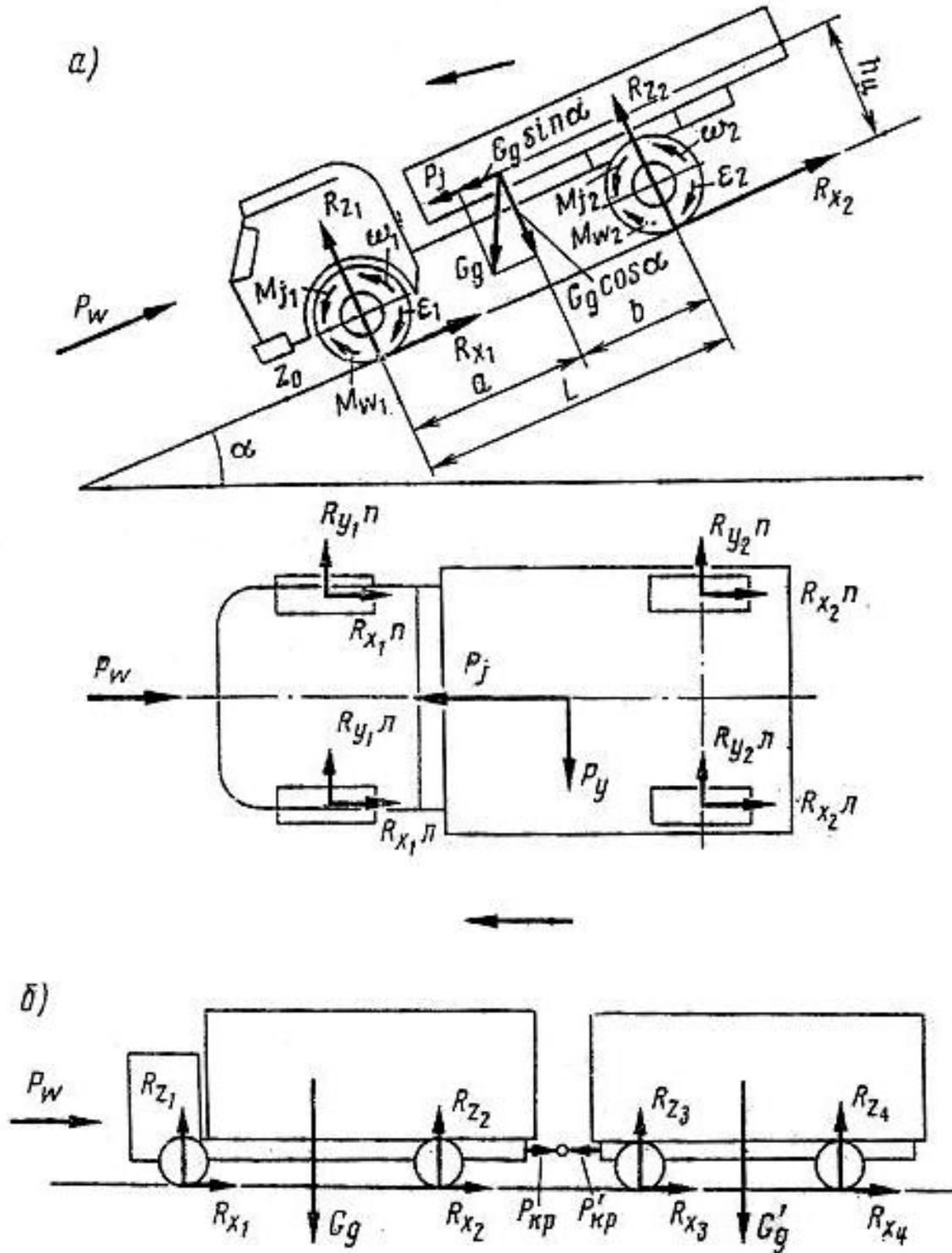
При дальнейшем увеличении степени проскальзывания шины вплоть до блокировки колес (при $\lambda = 1$) коэффициент сцепления φ_x уменьшается. Коэффициент сцепления на мокрых дорогах и загрязнённых, ниже, чем на сухих. Это объясняется тем, что в процессе качения колеса по дороге элементы шины должны разрушить грязе-водяную плёнку в зоне контакта. Чем выше вязкость плёнки и изношенность протектора, тем ниже коэффициент сцепления. При высоких скоростях движения ввиду кратковременности взаимодействия элементов протектора и грязе-водяной пленки её разрушения может не произойти. В этом случае между протектором и покрытием образуется грязе-водяной (или водяной) клин. Происходит своеобразное всплывание колеса над дорогой. Сцепление колеса с дорогой практически не осуществляется. Это явление носит название аквапланирования.

В процессе торможения на автомобиль (рис. 4.2) действуют следующие основные силы:

G_g – сила тяжести автомобиля, приложенная в центре массы автомобиля и направленная к центру земли; G'_g – то же, прицепа;

P_w – сила сопротивления воздуха, приложенная в центре парусности автомобиля и направленная параллельно плоскости дороги;

P_j – сила инерции автомобиля, приложенная к центру масс и направленная в сторону движения параллельно плоскости дороги, противоположно замедлению \dot{j} ;



a – движение одиночного автомобиля; *б* – движение автопоезда

Рис. 4.2. Схема сил, действующих на транспортные средства при торможении

M_{j1} , M_{j2} – моменты инерции колёс, действующие в направлении угловых скоростей ω_1 и ω_2 противоположно угловым

замедлениям колёс ε_1 и ε_2 . В моменте M_{j2} учтены влияния вращающихся масс трансмиссии и двигателя;

M_{w1}, M_{w2} – моменты сопротивления воздуха вращению колеса, направленные в сторону, противоположную направлению их вращения;

P_y – боковая сила, перпендикулярная продольной плоскости автомобиля и приложенная как составляющая веса в центре масс автомобиля (в случае действия бокового ветра точка приложения возникшей силы P'_y будет находиться в боковом центре парусности);

R_{z1}, \dots, R_{z4} – нормальные реакции опорной поверхности, направленные перпендикулярно дороге и приложенные в зоне контакта колёс с опорной поверхностью дороги;

R_{x1}, \dots, R_{x4} – продольные реакции опорной поверхности, направленные параллельно продольной плоскости автомобиля и приложенные в зоне контакта шины и дороги. Продольные реакции считают равнодействующими тормозных сил P_T , сил сопротивления качению P_K , сил сопротивлений в трансмиссии P_{TR} и ходовой части P_x , сил торможения двигателем и замедлителем P_g ;

R_{y1}, R_{y2} – поперечные реакции опорной поверхности;

$P_{кр}$ – сила тяги на крюке автомобиля-тягача;

$P'_{кр}$ – то же, прицепа.

Схема действия сил, представленная на рис. 4.2, носит несколько упрощённый характер. Это объясняется сложностью учёта всего многообразия действующих факторов. В частности, в процессе движения автомобиль описывает сложную траекторию. В результате меняются: значения действующих сил и точки их приложения; точка приложения центра масс из-за деформации подвески; динамический радиус колёс как результат эластичности шин; тормозные усилия на колёсах в результате изменения коэффициента сцепления и проскальзывания шин по дороге [27].

Высокоэффективная тормозная система позволяет повысить среднетехнические скорости движения и, как следствие, производительность транспортных средств. Тормозная система должна обеспечивать безотказную и эффективную работу в различных

дорожных и метеорологических условиях в смешанных плотных потоках транспортных средств. В связи с этим к тормозным системам предъявляются следующие требования:

- высокая эффективность торможения во всех условиях эксплуатации и при различных допустимых нагрузках;
- необходимая интенсивность торможения при незначительном усилии на педали тормоза;
- сохранение устойчивости и управляемости при экстренном торможении;
- сохранение необходимой эффективности нагретых тормозов и тормозов, находящихся во влажном состоянии;
- высокая надёжность.

Согласно действующим международным и отечественным нормативным документам, транспортные средства должны быть оснащены следующими тормозными системами:

- рабочей, предназначенной для снижения скорости во всех условиях эксплуатации;
- запасной, выполняющей функции рабочей в случае отказа последней;
- стояночной, предназначенной для удержания транспортного средства в неподвижном состоянии;
- вспомогательной, предназначенной для поддержания постоянной скорости движения транспортного средства на уклоне.

Запасная и стояночная системы могут быть объединены в одном механизме. В этом случае одна система выполняет функции двух тормозных систем и должна отвечать требованиям, предъявляемым к обеим системам.

Основными показателями эффективности рабочей и запасной систем являются замедление j и путь торможения S_t . Эти показатели нормируются соответствующими документами. Кроме того, в качестве показателя используют время t торможения.

Предусмотрены три типа испытаний тормозных систем для всех видов транспортных средств: испытания при холодных тормозных механизмах (тип 0); при нагретых (тип I); при перегретых (тип II). Нагрев тормозных механизмов осуществляется непрерывным или циклическим торможением в режимах, регламентированных соответствующим нормативным документом. Испытания

всех типов проводятся на сухом асфальтобетонном покрытии прямого горизонтального участка дороги (с уклоном $i \leq 0,5\%$) при полной полезной нагрузке.

Показателем эффективности стояночной системы является тормозная сила, необходимая для удержания транспортного средства на значительном уклоне (не менее 16%) в течение неограниченного времени [27].

В зависимости от интенсивности снижения скорости различают экстренное и служебное торможение. *Служебным* называют торможение, выполняемое для остановки или снижения скорости транспортного средства в заранее назначенном водителем месте. Снижение скорости в этом случае осуществляется плавно, либо при помощи двигателя, либо комбинированным торможением.

Экстренным называют торможение, выполняемое с целью остановки транспортного средства для предотвращения наезда на неожиданно появившееся препятствие. Это торможение может быть охарактеризовано остановочным и тормозным путём.

Под *остановочным* путём S_o понимают расстояние, которое пройдёт транспортное средство от момента обнаружения водителем опасности до момента остановки

$$S_o = v \cdot T_{\Sigma} + \frac{v^2}{2 \cdot j} = v \cdot (t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n) + \frac{v^2}{2 \cdot j}, \text{ м} \quad (4.1)$$

где v – начальная скорость торможения, м/с; T_{Σ} – суммарное время реакции водителя и срабатывания тормозов; j – установленное замедление, м/с²; t_p – время реакции водителя; t_c – время срабатывания тормозной системы; t_n – время нарастания замедления.

Тормозным путём S_T называют часть остановочного пути, который пройдёт транспортное средство от начала торможения до полной остановки

$$S_T = v \cdot (t_c + 0,5 \cdot t_n) + \frac{v^2}{2 \cdot j}, \text{ м} \quad (4.2)$$

Процесс экстренного торможения может быть проиллюстрирован диаграммой торможения (рис. 4.3). Начало координат

соответствует моменту обнаружения водителем неожиданно появившегося препятствия.

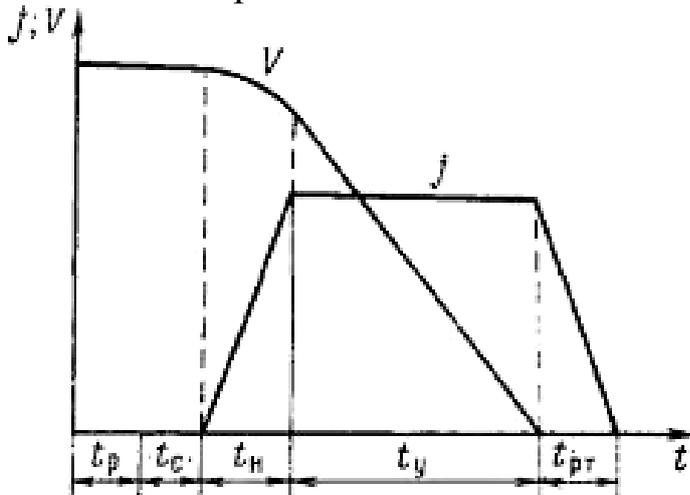


Рис. 4.3 Диаграмма торможения

решения и подачу команды из центральной нервной системы на исполнительные органы, и времени части моторного периода t_m , затрачиваемого на перенос ноги с педали управления подачей топлива на педаль тормоза. В связи с влиянием на время реакции большого числа факторов оно колеблется в значительных пределах (0,2-2,5 с и выше).

Время t_c срабатывания тормозной системы, прошедшее с начала нажатия на тормозную педаль до момента возникновения тормозного момента на колёсах, зависит от типа и технического состояния тормозной системы и колеблется от 0,05 с до 0,15 с для гидравлического привода и от 0,2 с до 0,4 с – для пневматического.

Время t_n нарастания замедления, прошедшее от начала увеличения замедления до достижения его значения, соответствующего максимальному установившемуся замедлению, колеблется в пределах 0,05-2,0 с и зависит от типа транспортного средства, типа и состояния тормозной системы, усилия на тормозной педали, состояния покрытия. В общем случае t_n возрастает с увеличением коэффициента сцепления φ_x и массы транспортного средства. В среднем t_n для сухого твёрдого покрытия принимается равным 0,4 - 0,6 с.

Время t_y , прошедшее от начала достижения максимального установившегося замедления до начала отпущения педали тор-

Время реакции водителя t_p , прошедшее от обнаружения препятствия до начала нажатия на тормозную педаль, складывается из времени t_l латентного (скрытого) периода, т.е. времени, затрачиваемого на анализ ситуации, принятие

моза, называют временем установившегося замедления. Понятие «установившееся замедление» для реальных условий торможения не совсем точно. Это связано с тем, что в процессе торможения могут меняться усилия на педали тормоза, коэффициент трения фрикционных пар (как результат изменения температуры и относительной скорости трущихся поверхностей), коэффициент сцепления (как результат изменения свойств покрытия, а также скорости движения, скольжения и температуры шин). В связи с этим переменное значение замедления заменяют средним и условно называют установившимся:

$$j_y = \frac{\int_0^{t_y} j(t) dt}{t_y}, \text{ м/с}^2 \quad (4.3)$$

Время растормаживания $t_{рТ}$ включает время от начала отпущения педали тормоза до начала возникновения зазоров между фрикционными элементами. При растормаживании могут иметь место два случая.

1. Скорость в момент растормаживания и, следовательно, замедление равны нулю.

2. Скорость в момент растормаживания не равна нулю, и остановка происходит в результате действия сил сопротивления качению при движении по инерции или последующего действия тормозов, осуществляется периодическое торможение, наиболее эффективное при невысоких значениях коэффициента сцепления.

Замедление по условиям сцепных качеств автомобиля не может быть выше значения, определяемого правой частью уравнения,

$$j_y \leq (\varphi_x \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha) \cdot g \approx (\varphi_x \pm i) \cdot g, \quad (4.4)$$

где φ_x – продольный коэффициент сцепления; g – ускорение свободного падения; i – уклон дороги.

На горизонтальной дороге $j_y \leq \varphi_x \cdot g$.

Максимальное установившееся замедление наступает при достижении максимально возможной продольной реакции R_x , т.е. при полном использовании сцепных качеств колеса с дорогой. При замедлении, меньшем по значению, чем максимальное

установившееся замедление, продольная реакция R_x не достигает своего максимального значения, т.е. при торможении не происходит полного использования сцепных качеств колеса и дороги. В этом случае используется часть сцепных качеств $j_y < \varphi_x \cdot g$. Такое торможение является служебным. Иначе говоря, коэффициент сцепления с дорогой можно рассматривать как переменную величину (реализуемую в момент торможения), меняющуюся от нуля до максимального значения, соответствующего экстренному торможению. Таким образом, замедление при торможении может изменяться от нуля до максимально возможного по условиям сцепления.

В процессе торможения в силу ряда причин может произойти потеря устойчивости транспортного средства. Однако в настоящее время нет каких-либо конкретных показателей устойчивости в период экстренного торможения. В действующем ГОСТе указывается допустимое расхождение тормозных сил между колёсами одной оси, которое не должно превышать 15%.

Торможение автопоезда имеет некоторые особенности, что видно из схемы сил, действующих при торможении (рис. 4.2, б).

При совместном торможении автомобиля-тягача и прицепа в зависимости от соотношения их тормозных усилий возможны следующие соотношения сил, действующих в механизме сцепки:

$P_{кр} = 0$. Торможение автомобиля-тягача и прицепа осуществляется синхронно, что является идеальным, но практически недостижимым;

$P_{кр} > 0$. Нарастание замедления прицепа происходит интенсивнее, чем нарастание замедления автомобиля-тягача. Осуществляется так называемая растяжка автопоезда, которая снижает вероятность потери устойчивости и исключает «складывание». Такое соотношение замедления может быть достигнуто в результате увеличения времени срабатывания тормозной системы автомобиля-тягача. Отрицательным здесь является то, что эффективность торможения автопоезда в целом снижается;

$P_{кр} < 0$. Прицеп накатывается на автомобиль-тягач. Такой режим торможения опасен, так как может привести к потере устойчивости и «складыванию» автопоезда.

Кроме того, потеря устойчивости и «складывание» автопоезда могут произойти в результате неравенства тормозных сил на колёсах при торможении.

4.3. Устойчивость и управляемость

Устойчивость транспортного средства рассматривается как его свойство противостоять заносу (скольжению) и опрокидыванию. В зависимости от возможного направления заноса или опрокидывания различают продольную и поперечную устойчивость.

Продольная устойчивость транспортного средства заключается в сохранении ориентации вертикальной оси в продольной плоскости в заданных пределах, т.е. без опрокидывания или скольжения при движении на продольном уклоне. Вероятность продольного опрокидывания современных автомобилей маловероятна ввиду низкого расположения центра тяжести. Чаще возникает скольжение автомобиля при буксовании ведущих колес на крутых подъёмах значительной протяжённости. Оценочным критерием продольной устойчивости транспортного средства является максимальный (критический) угол подъёма, который оно может преодолеть при равномерном движении без буксования ведущих колёс.

При движении на подъём на автомобиль действуют следующие основные силы (рис. 4.4).

$R_{Z_{1-4}}$ – нормальные реакции колёс автомобиля-тягача и прицепа соответствующих осей; $P_{кр}$ – сила тяги на крюке автомобиля-тягача; $P'_{кр}$ – сила тяги на дышле прицепа; $R_{x_{1-4}}$ – силы сопротивления качению соответствующих колёс автомобиля-тягача и прицепа; G_g ; G_{ng} – соответственно силы тяжести автомобиля-тягача и прицепа; $h_{кр}$ – высота приложения силы тяги; α – угол подъёма; $h_{ц}$ – высота центра масс автомобиля-тягача; $G_g \sin \alpha$ – горизонтальная составляющая силы тяжести; $G_g \cos \alpha$ – вертикальная составляющая силы тяжести; L_a – база автомобиля;

a – расстояние от передней оси до центра масс; b – расстояние от задней оси до центра масс.

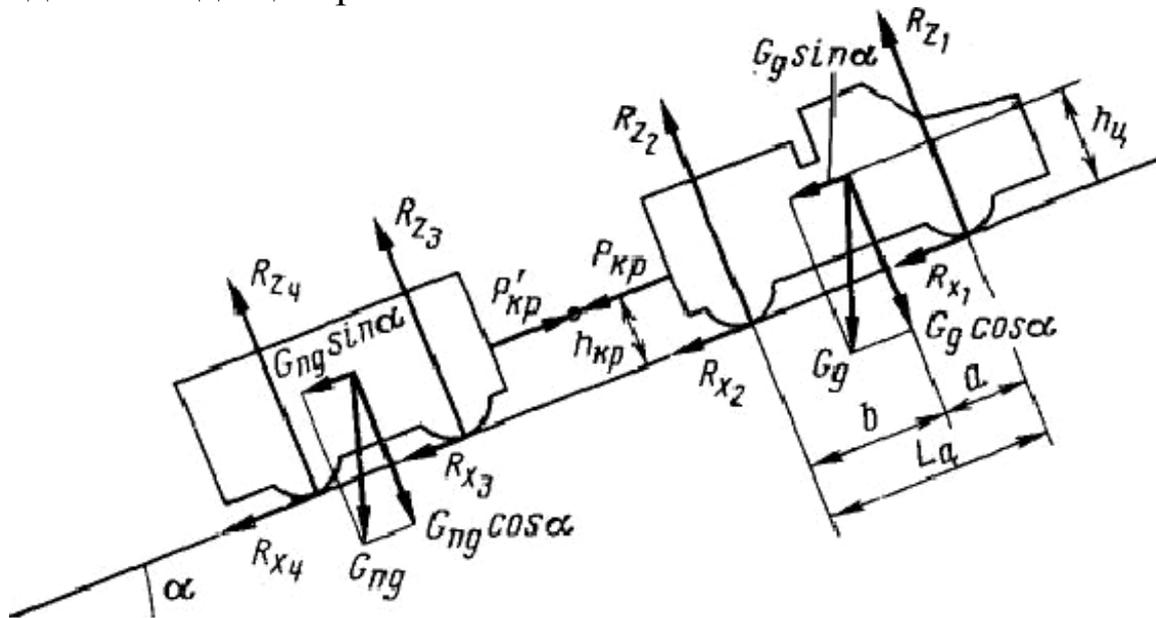


Рис. 4.4. Силы, действующие на автопоезд при движении на подъём

Считая, что силы сопротивления воздуха и качению ввиду малой скорости движения и твёрдого покрытия незначительны, максимальный (критический) угол подъёма α , при котором возможно движение одиночного автомобиля без буксования ведущих колёс [13, 27]:

$$\alpha = \arctg \left(\frac{a \cdot \varphi_x}{L_a - \varphi_x \cdot h_u} \right). \quad (4.5)$$

Очевидно, что критический угол подъёма α в большей степени зависит от коэффициента сцепления. Для автопоездов при $\varphi_x \approx 0,3$ α составляет 4-6°, для одиночных автомобилей с одной ведущей осью $\alpha=10-15^\circ$, для автомобилей со всеми ведущими колёсами $\alpha=17-19^\circ$.

Поперечная устойчивость – это свойство транспортного средства сохранять ориентацию вертикальной оси в поперечной плоскости в заданных пределах. Оно определяет его способность противостоять заносу и опрокидыванию при криволинейном движении по дороге или участку со значительным поперечным уклоном (косогору).

Показателями поперечной устойчивости являются: критическая скорость криволинейного движения транспортного средства,

соответствующая началу заноса; критическая скорость криволинейного движения транспортного средства, соответствующая началу его опрокидывания; критический угол косогора, соответствующий началу поперечного скольжения колес; критический угол косогора, соответствующий началу поперечного опрокидывания транспортного средства.

При движении транспортного средства по криволинейной траектории на него действуют центробежная сила инерции P_u и момент инерции M_u (рис. 4.5, где P_x – продольная составляющая центробежной силы инерции; ЦТ – точка приложения центра масс автомобиля; γ – угол действия центробежной силы относительно продольной оси автомобиля).

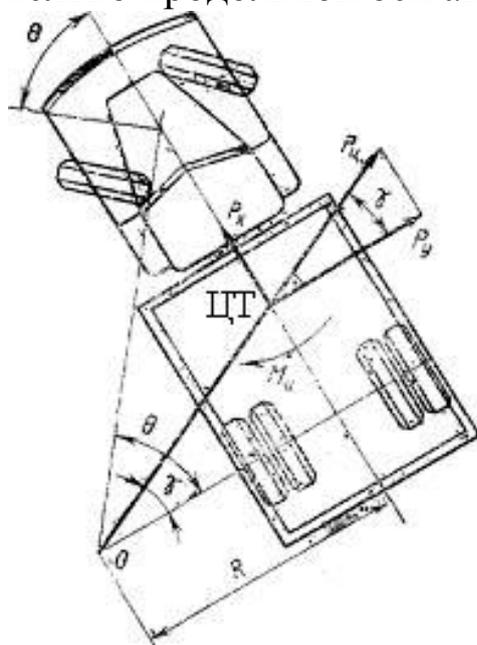


Рис. 4.5. Упрощённая схема действия сил при движении автомобиля на повороте

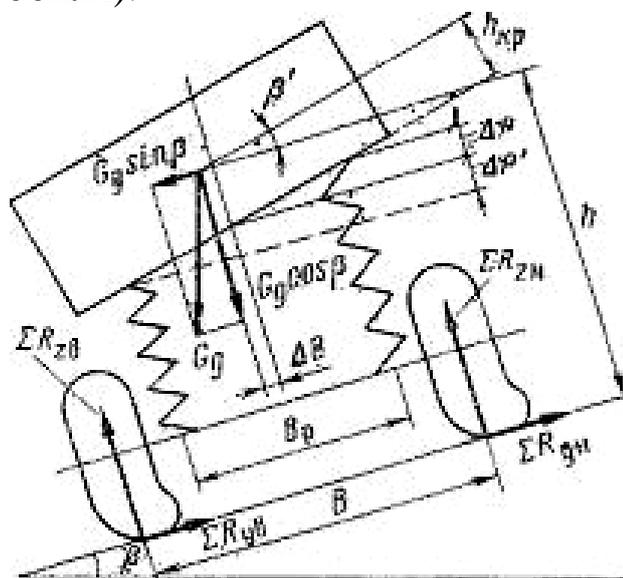


Рис. 4.6. Схема сил, действующих на автомобиль при движении по косогору

При криволинейном движении транспортного средства может начаться скольжение шин по дороге в поперечном направлении или оно может опрокинуться под действием поперечной составляющей P_y центробежной силы инерции.

Критическая (максимально допустимая) скорость криволинейного движения по заносу

$$v_z = \sqrt{g \cdot R \cdot \phi_y}, \text{ м/с}, \quad (4.6)$$

где R – радиус траектории движения; φ_y – поперечный коэффициент сцепления шин с дорогой.

Критическая (максимально возможная) скорость криволинейного движения по опрокидыванию

$$v_o = \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot B}{2 \cdot h}} = \sqrt{g \cdot R \cdot \eta}, \text{ м/с}, \quad (4.7)$$

где B – колея транспортного средства; h – высота центра масс;

$\eta = \frac{B}{2 \cdot h}$ – коэффициент поперечной устойчивости.

Приведённые формулы дают завышенное (на 10-15%) значение допустимой скорости при криволинейном движении. Это объясняется тем, что в них не учтён ряд факторов, в частности: крен кузова из-за деформации подвески; увод шин; неравномерное распределение груза по ширине кузова и т.д.

При движении транспортного средства по дороге с поперечным уклоном на него действуют следующие силы (рис. 4.6).

$\sum R_{zB}$, $\sum R_{zH}$ – соответственно суммарные нормальные реакции внутренних и наружных колёс; $\sum R_{yB}$, $\sum R_{yH}$ – соответственно суммарные боковые реакции внутренних и наружных колёс; G_g – сила тяжести; $G_g \sin \beta$, $G_g \cos \beta$ – составляющие силы тяжести; β – угол косогора; ΔB – смещение центра масс автомобиля при крене; ΔP , $\Delta P'$ – соответственно деформации правой и левой рессор; B_p – рессорная база; B – колея автомобиля; β' – угол крена подрессорной массы; $H_{кр}$ – плечо крена подрессорной массы.

В этом случае потеря устойчивости может произойти в результате действия поперечной составляющей силы тяжести, равной $G_g \sin \beta$ (рис. 4.6). В случае, если вектор силы тяжести пересекает опорную поверхность вне колеи, опрокидывание неизбежно. Критический угол косогора по условиям заноса

$$\beta_z = \arctg \varphi_y. \quad (4.8)$$

Критический угол косогора по условиям опрокидывания при движении на прямолинейном участке (без учёта деформации рессор и шин):

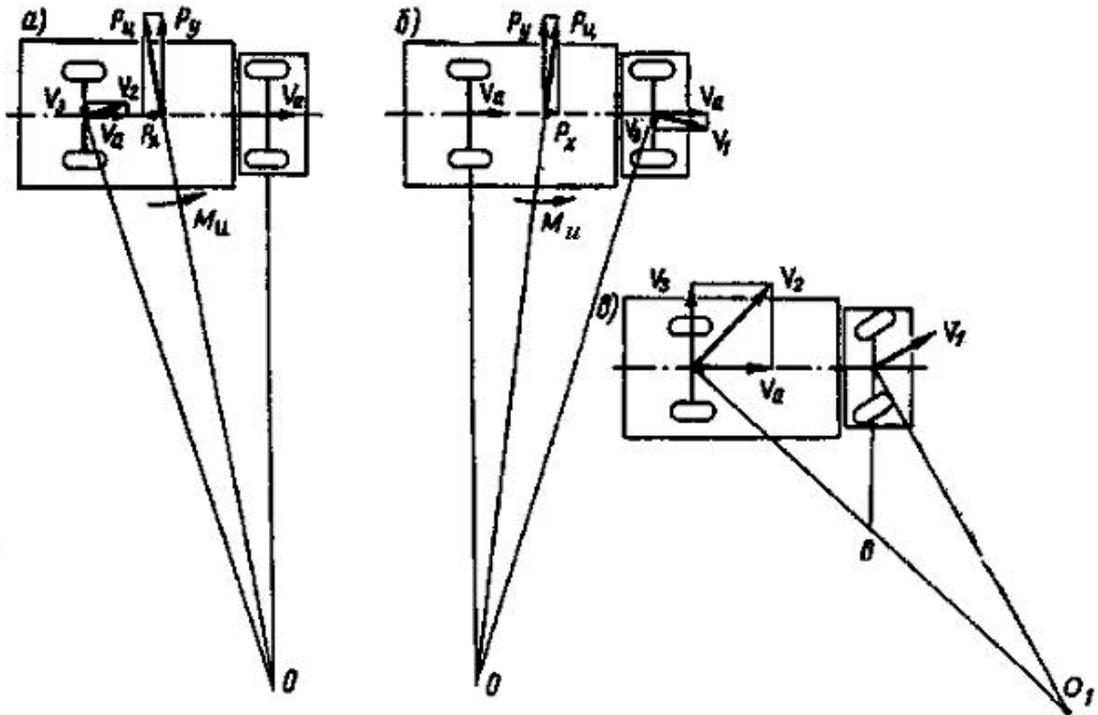
$$\beta_o = \operatorname{arctg} \frac{B}{2 \cdot h} = \operatorname{arctg} \eta. \quad (4.9)$$

Коэффициент поперечной устойчивости – переменная величина, так как высота h_g расположения центра масс зависит от степени загрузки автомобиля, характера и расположения груза. Для сравнительной оценки поперечной устойчивости различных транспортных средств применяют значения h_g , соответствующие полной нагрузке при равномерном распределении наиболее характерного для данного автомобиля груза.

При движении по дороге одновременный занос обоих мостов автомобиля происходит редко. Чаще начинается скольжение одного из мостов. Очевидно, что менее вероятен занос моста, колёса которого имеют большую силу сцепления с дорогой и меньшую касательную реакцию. Большие касательные реакции имеют колёса, нагруженные силой тяги или тормозной силой. Следовательно, при движении без торможения большую вероятность попасть в занос имеют ведущие колёса. При заносе заднего моста (рис. 4.7, а) поперечная составляющая P_y центробежной силы $P_{ц}$ действует в направлении скольжения моста, увеличивая занос. Поэтому занос заднего моста является прогрессирующим.

Гашения заноса в этом случае можно достичь, уменьшив касательную реакцию на задних колёсах в результате прекращения торможения и, если они ведущие, выключив сцепление. Кроме того, необходимо повернуть передние колёса в сторону заноса, в результате чего центр поворота сместится из точки O в точку O_1 . При этом увеличится радиус поворота и снизится центробежная сила $P_{ц}$ (рис. 4.7, в).

При заносе передней оси поперечная составляющая P_y центробежной силы $P_{ц}$ направлена в сторону, противоположную заносу, и происходит автоматическое гашение (см. рис. 4.7, б).



v_1, v_2 — соответственно скорости движения передней и задней оси; v_a — скорость движения автомобиля; v_3 — скорость заноса оси автомобиля.

Рис. 4.7. Схемы заноса мостов автомобиля и гашения его

Управляемость — свойство транспортного средства сохранять или изменять направление движения, заданное водителем, с определёнными затратами его физической и психической энергии. Из определения следует, что управляемость больше, чем другие эксплуатационные свойства транспортного средства, связана с водителем. Необходимые качества управляемости можно достичь при выполнении следующих требований:

- качение управляемых колёс при криволинейном движении должно происходить без бокового скольжения;
- углы поворота управляемых колёс должны иметь необходимое соотношение;
- стабилизация управляемых колёс должна быть обеспечена;
- произвольные колебания управляемых колёс должны быть исключены;
- углы поворота передней и задней осей должны находиться в определённом соотношении;
- в рулевом управлении должна быть обратная связь, обеспечивающая водителя информацией о значении и направлении

сил, действующих на колёса.

Исходя из этих требований, критериями оценки управляемости транспортного средства являются:

- ◆ критическая скорость;
- ◆ поворачиваемость;
- ◆ соотношение углов поворота управляемых колёс;
- ◆ стабилизация управляемых колёс;
- ◆ автоколебания управляемых колёс.

При криволинейном движении автомобиля на него действуют следующие силы (рис. 4.8).

P_{x_2} – сила тяги колёс задней оси; P_{f_1} и P_{f_2} – соответственно сила сопротивления качению передней и задней оси; P_{y_1} и P_{y_2} – поперечная реакция колёс соответственно передней и задней осей; Θ – угол поворота управляемых колёс; L – база автомобиля; ΔX – смещение центра поворота; R – радиус поворота; δ_1 и δ_2 – соответственно углы увода колёс передней и задней оси.

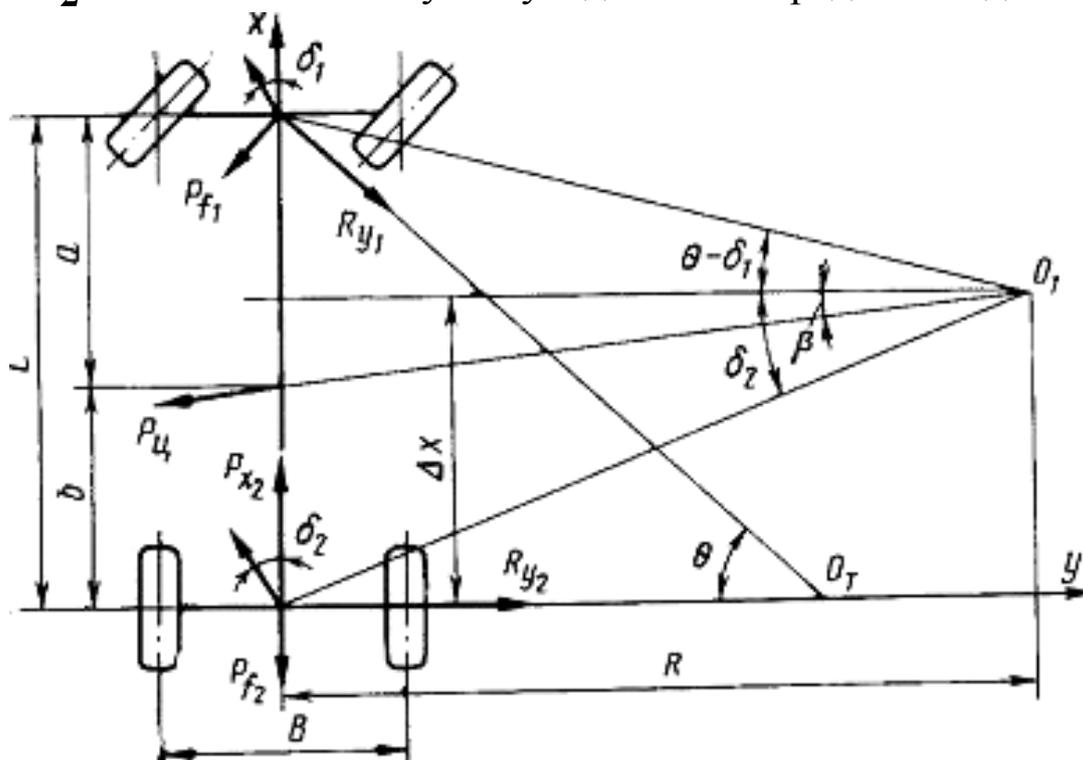


Рис. 4.8. Схема сил, действующих на автомобиль при криволинейном движении

Критической скоростью по условиям управляемости называют максимальную скорость криволинейного движения автомо-

бия (рис. 4.8) без поперечного проскальзывания управляемых колёс [13, 21, 27]:

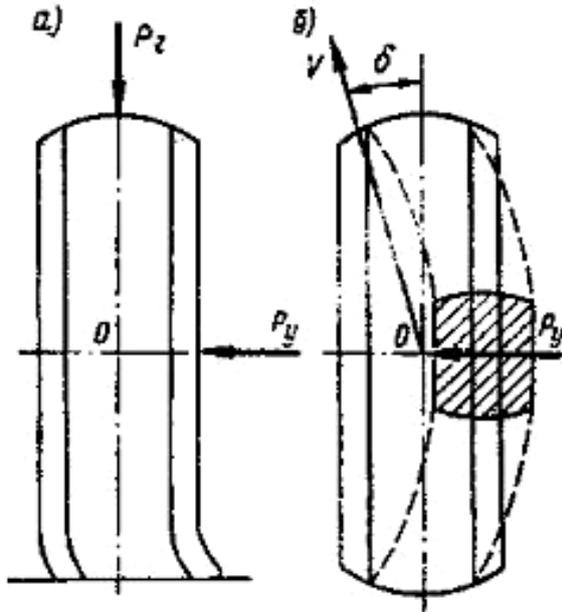
$$v_{упр} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{\varphi_y^2 - f^2}}{tg\Theta - f} \right) \cdot L \cdot g \cdot \cos\Theta}, \text{ м/с,} \quad (4.10)$$

где f – коэффициент сопротивления качению.

При достижении критической скорости $v_{упр}$ движения на повороте управляемые колёса проскальзывают в поперечном направлении и дальнейшее увеличение угла поворота управляемых колёс не меняет направления движения. При увеличении угла Θ критическая скорость $v_{упр}$ уменьшается. При высоком коэффициенте сцепления φ_y автомобиль сохраняет управляемость на кривых малых радиусов. При незначительном φ_y (обледенелое покрытие) или высоком коэффициенте сопротивления качению (песок, неукатанный снег) значения коэффициентов φ_y и f сближаются, что приводит к снижению критического значения скорости.

Если $\varphi_y \leq f$, то подкоренное выражение в формуле или равно нулю, или является мнимой величиной и, следовательно, автомобиль становится практически неуправляемым. В случае полного скольжения передних колёс (блокировка при торможении) поперечная реакция дороги отсутствует и автомобиль теряет управляемость.

Поворачиваемость – свойство транспортного средства с эластичными шинами двигаться по траектории, не совпадающей с траекторией, определяемой положением управляемых колёс. При криволинейном движении в результате действия поперечной силы качение колеса автомобиля в силу своих эластичных свойств сопровождается уводом, т.е. качением колеса под некоторым углом к плоскости вращения колеса. Угол, образуемый вектором скорости центра колеса с плоскостью его вращения, называется углом увода δ (рис. 4.9).



а) – вид спереди; б) – вид сверху
Рис. 4.9. Увод колеса

Увод может быть вызван также наклоном управляемых колёс к вертикальной плоскости (развалом) или углом к направлению движения (схождением). Между поперечной силой P_y и углом увода δ существует зависимость

$$P_y = K_y \cdot \delta, \quad (4.11)$$

где K_y – коэффициент сопротивления уводу.

Коэффициент сопротивления уводу численно равен поперечной силе, вызывающей

увод на 1° или 1 рад. В первом случае K_y измеряется в Н/град., во втором случае – в Н/рад. При небольших углах увода ($4-6^\circ$) коэффициент K_y можно считать постоянным и равным для шин легковых автомобилей $K_y = 15-40$ кН/рад; для шин грузовых автомобилей и автобусов $K_y = 30-100$ кН/рад.

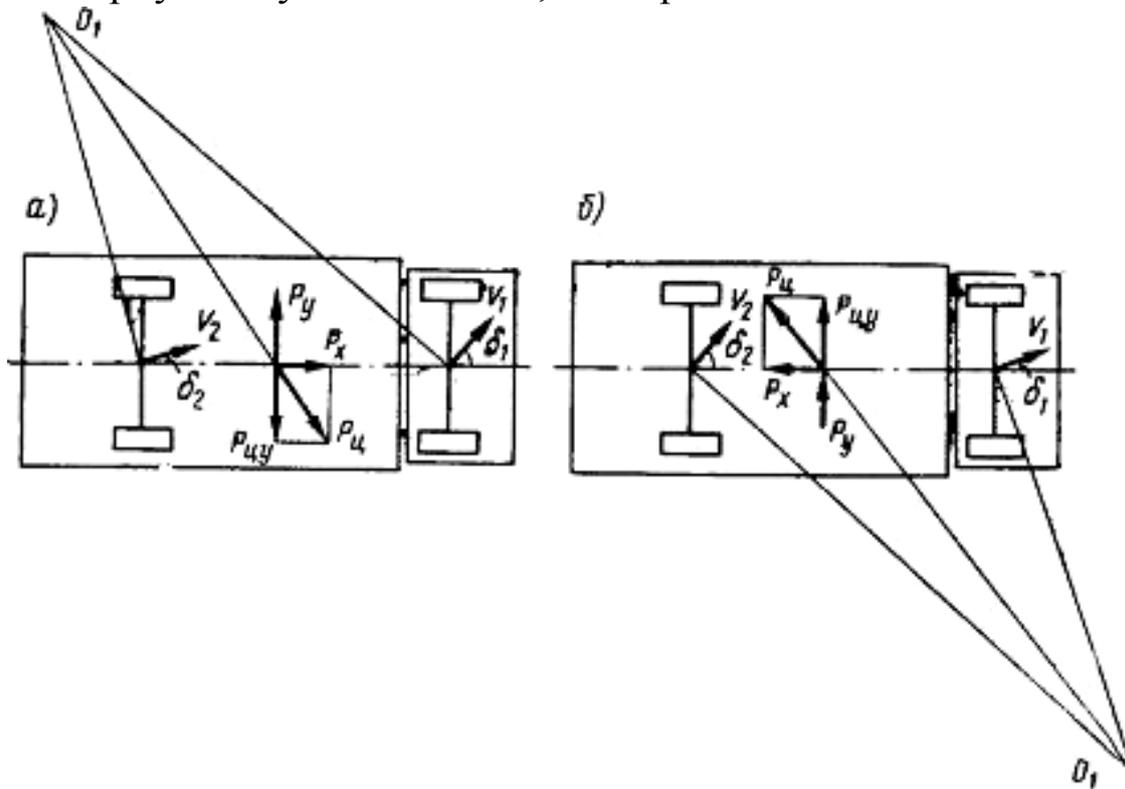
В зависимости от соотношения углов увода колёс передней и задней оси различают нейтральную, недостаточную и избыточную поворачиваемость.

При *нейтральной* поворачиваемости углы увода колёс передней и задней оси равны ($\delta_1 = \delta_2$). Траектория движения такого автомобиля соответствует траектории движения автомобиля с жёсткими шинами, отличаясь от последней на величину, пропорциональную углу увода колёс.

При *недостаточной* поворачиваемости, когда $\delta_1 > \delta_2$ (рис. 4.10, а), для движения по кривой радиусом R управляемые колёса необходимо повернуть на больший угол, чем при жёстких шинах. При движении по прямой под действием поперечной силы P_y в результате увода автомобиль начинает двигаться под углом к своей продольной оси, поворачиваясь вокруг центра O_1 (рис. 4.10, а). В результате возникновения поперечной составляющей

P_{cy} центробежной силы P_u , направленной в противоположную сторону от силы P_y , автомобиль сохраняет прямолинейное направление движения.

При *избыточной* поворачиваемости, когда $\delta_1 < \delta_2$ (рис. 4.10, б), для движения по кривой управляемые колёса необходимо повернуть на угол меньший, чем при жёстких шинах.



v_1, v_2 — соответственно векторы скоростей передней и задней оси

Рис. 4.10. Соотношение углов увода колёс автомобилей с разной поворачиваемостью

При движении по прямой и возникновении поперечной силы P_y поперечная составляющая центробежной силы направлена в ту же сторону, что и P_y . В результате увод возрастает, что увеличивает кривизну траектории, а это приводит к увеличению P_{cy} . Этот процесс может прогрессировать вплоть до потери устойчивости, если водитель не повернёт управляемые колёса в нужном направлении.

Чтобы обеспечить недостаточную поворачиваемость автомобиля, уменьшают давление воздуха в шинах передних колёс и немного смещают центр масс в направлении переднего моста, что

снижает коэффициент сопротивления уводу передних колёс и увеличивает центробежные силы, действующие на управляемые колёса.

Необходимое *соотношение углов поворота управляемых колёс* достигается конструкцией рулевого привода.

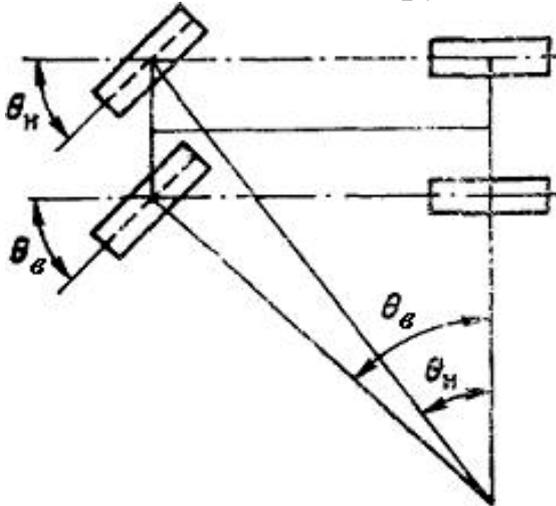


Рис. 4.11. Соотношение углов поворота управляемых колёс

При криволинейном движении ввиду того, что внутренние и внешние управляемые колёса описывают кривые разного радиуса, внутренние по отношению к центру поворота колёса должны быть повернуты на больший угол $\theta_{\text{в}} > \theta_{\text{н}}$ (рис. 4.11), что достигается конструкцией рулевой трапеции. Строго говоря, с увеличением скорости движения и изменением радиуса кривизны должно автоматически

меняться соотношение углов поворота управляемых колёс. Однако из-за значительного усложнения конструкции рулевой привод с автоматически меняющимся соотношением углов поворота управляемых колёс не применяется.

Стабилизацией управляемых колёс называют их свойство сохранять и восстанавливать нейтральное положение, соответствующее прямолинейному движению, после прекращения действия внешних сил. Это свойство проявляется в результате действия стабилизирующих моментов, причины возникновения которых заключаются в проявлении боковых деформаций в элементах шины в области контакта с опорной поверхностью и элементарных боковых реакций, различных в разных точках контакта. Результирующая боковая реакция создаёт упругий стабилизирующий момент, который и возвращает управляемые колёса в нейтральное положение.

Дополнительный стабилизирующий момент возникает в результате наклона шкворней поворотных цапф в продольной и поперечной плоскостях.

Автоколебания управляемых колёс («шимми») у автомобиля проявляются при движении по неровному покрытию в определённом диапазоне скоростей в случае их неуравновешенности и кинематически несогласованных конструкций подвески и рулевого привода. Частота этих колебаний 1,0-3,0 Гц, а амплитуда достигает нескольких градусов. Это явление затрудняет управление автомобилем и приводит к ускоренному износу шин и деталей рулевого управления. Одна из причин возникновения шимми – гироскопический момент. Его возникновение является результатом изменения положения управляемых колёс при одновременном их вращении. Основным способом снижения автоколебаний – применение независимых подвесок управляемых колёс.

4.4. Информативные и компоновочные параметры

Основное назначение систем отображения дорожной информации (СОИ) состоит в представлении воспроизводимой информации в форме изображения, параметры которого обеспечивают необходимую точность, информационную ёмкость и удовлетворяют требованиям психологии вождения.

Воспринимая информацию от СОИ, человек-оператор может осуществлять функции контроля и управления на одном из двух концептуальных уровней работы.

В первом случае он работает на так называемом физико-технологическом уровне, когда, воспринимая информацию, оператор чётко представляет ситуацию, состояние и ход процесса. Требуемые связи он восстанавливает мысленно, перебирая возможные ситуации на заложенный в его памяти модели процесса, объекта. Оператор может хорошо ориентироваться в сложных и неожиданных ситуациях.

Во втором случае оператор работает на формально-логическом уровне, когда он не вникает в сущность процесса и формально выполняет функции контроля и управления, а, следовательно, не может хорошо ориентироваться в сложных и непредвиденных ситуациях.

Информативность. Это понятие рассматривается как свойство транспортного средства обеспечивать участников движения необходимой информацией (рис. 4.12). Водитель в процессе дви-

жения получает информацию от управляемого им транспортного средства (внутренняя информация) и одновременно от дорожной ситуации, находящейся в его поле зрения (внешняя информация). Безопасное управление автомобилем обеспечивается лишь при согласовании внешних и внутренних потоков информации, обеспечивающих их полное, точное и своевременное получение. На основе восприятия полученной информации водитель составляет мысленную картину контролируемых объектов, явлений с учётом представлений, понятий и накопленного опыта – так называемую концептуальную информационную модель.

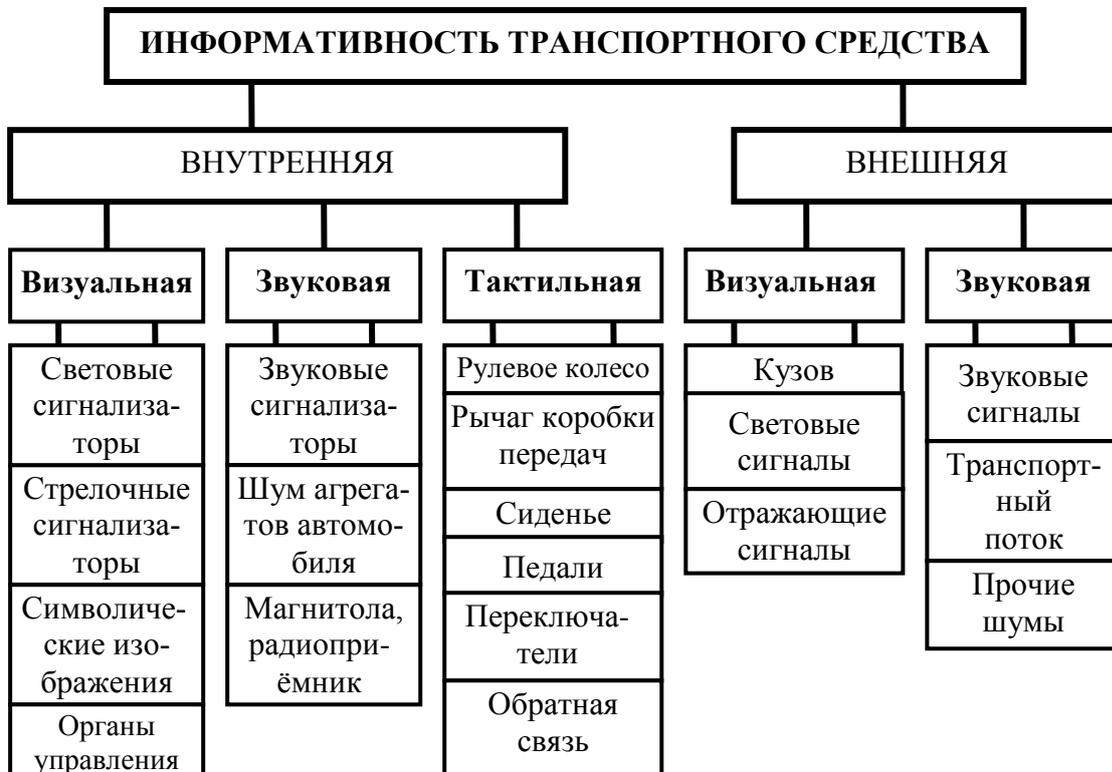


Рис. 4.12. Информативность транспортного средства

Информативность может быть визуальной, звуковой, тактильной.

Внешняя визуальная информативность транспортного средства включает:

пассивную информативность, определяемую как потенциальные свойства транспортного средства передавать информацию без затрат энергии. К ним относятся: форма, размеры, цвет кузова и световозвращающие (катафотирующие) устройства, устанавливаемые на транспортное средство;

активную информативность, определяемую как потенциальные свойства транспортного средства передавать информацию с определёнными энергетическими затратами. К ним относятся системы освещения, световая и звуковая сигнализации.

Цветографические свойства транспортных средств должны обладать:

- *сигнальностью* – эффективным зрительным выделением из потока;
- *опознаваемостью* – обозначением при помощи цвета, маркировки и графики назначения;
- *психофизиологической комфортностью* – отсутствием нарушений психофизиологических характеристик наблюдателя при длительном воздействии цвета на его зрение.

Одним из требований, предъявляемых к транспортному средству, является обеспечение необходимого контраста между его цветом и цветом ОС. Так, например, зелёный автомобиль в весенний и летний периоды, серый и коричневый в осенний период, белый в зимний период может не только не создавать необходимого контраста, но полностью слиться с цветом ОС.

Автомобили, окрашенные в яркие светлые тона, по данным статистики, реже попадают в ДТП, чем такие же автомобили, имеющие маскировочную окраску – чёрную, серую, коричневую, зелёную, синюю. Поэтому с позиций *сигнальности* предпочтительнее окрашивать транспортные средства в яркие цвета – оранжевый, жёлтый, красный, белый.

Однако в процессе длительного воздействия на зрение цвета вызывают физиологические процессы, утомляющие водителя. В этой связи целесообразно окраску автомобиля осуществлять по принципу выделения предупредительного цвета в соответствующей цветовой гармонии. Например, выбрать в качестве одного из предупредительных цветов красный, оранжевый или жёлтый и нанести полосы этого цвета на переднюю, заднюю и боковые поверхности кузова. Можно предложить семь цветовых групп с набором оттенков: жёлтая, фиолетовая, чёрная, зелёная, синяя, белая, средне-серая.

Световозвращатели – это устройства, отражающие падающий на них световой поток в направлении источника света. Све-

товозвращатели согласно международным и отечественным стандартам предназначены для обозначения габаритов транспортного средства в тёмное время в результате отражения света, излучаемого источником, находящимся вне этого транспортного средства.

Автономная система освещения транспортного средства предназначена для обеспечения видимости в условиях недостаточного уровня внешнего освещения. В настоящее время все выпускаемые автомобили оснащаются так называемыми головными фарами, имеющими в своем составе два типа освещения: ближний и дальний. Кроме того, на автомобили могут устанавливаться дополнительные широкоугольные противотуманные фары, фары-прожекторы дальнего действия (скоростной свет), фары заднего хода. Продолжаются исследования по созданию так называемого «городского света», предназначенного для движения в городе в тёмное время.

Число, расположение, цвет, углы видимости и светотехнические характеристики фар нормируются соответствующими отечественными и международными документами (ГОСТ, Правилами ЕЭК ООН, требованиями SAE, директивами СЕЕ, рекомендациями ISO). Фары ближнего света предназначены для освещения дороги впереди автомобиля при наличии встречных транспортных средств. Фары дальнего света – при отсутствии встречных транспортных средств.

Широкоугольные противотуманные фары предназначены для улучшения условий видимости при движении по горизонтальным кривым малых радиусов, проезде пересечений, при пониженной прозрачности атмосферы (туман, дождь, снег и т. п.)

Фары-прожекторы используются при движении с высокими скоростями на внегородских прямолинейных участках дорог с низкой интенсивностью движения.

Автономное освещение создаёт невысокий уровень яркости дорожного покрытия. Кроме этого, в нем присутствует еще ряд отрицательных взаимодействующих факторов: наличие источников ослепления, неравномерность яркости покрытия в поле зрения, ограниченное углом рассеяния фар поле зрения водителя, ограниченное время предъявления дорожных объектов, недоста-

точный контраст объекта с фоном. Слепящее действие фар проявляется в наиболее сложной ДТС – встречном разъезде.

Основным показателем эффективности системы освещения автомобиля является безопасная скорость, которая находится по формуле, получаемой из условия равенства необходимой дальности видимости и остановочного пути:

$$v_{\bar{o}} = j \cdot \left(\frac{\sqrt{T^2 + 2 \cdot S_e} - T}{j} \right), \text{ м/с}, \quad (4.12)$$

где $v_{\bar{o}}$ – безопасная скорость движения по условиям видимости; $T = t_1 + t_2 + t_3$ – суммарное время реакции водителя и срабатывания тормозов; t_1 – время реакции водителя; t_2 – время срабатывания тормозного привода; t_3 – дополнительное время реакции, необходимое для восприятия препятствия в тёмное время; S_e – дальность видимости препятствий.

Дальность видимости S_e зависит от расстояния освещения $S_{осв}$, но не равно ему:

$$S_e = S_{осв} - \mu \cdot v, \text{ м}, \quad (4.13)$$

где μ – эмпирический коэффициент, зависящий от динамики восприятия освещаемых объектов в поле зрения; v – скорость движения.

Поправка $\mu \cdot v$ учитывает тот факт, что с увеличением скорости движения сокращается расстояние, на котором объект может быть обнаружен, так как обнаружение объекта в динамических условиях восприятия требует больше его освещённости. Критерием безопасности может служить коэффициент видимости K_v , представляющий собой отношение величин дальности видимости S_e и остановочного пути S_o , или коэффициент опасности движения – величина, обратная коэффициенту видимости,

$$K_v = \frac{S_e}{S_o}, \text{ или } K_{од} = \frac{1}{K_v} = \frac{S_o}{S_e}. \quad (4.14)$$

Зависимости K_v и $K_{од}$ от скорости движения автомобиля для различных значений S_e представлены на рис. 4.13 (где S_{E1} , S_{E2} , S_{E3} – различные значения дальности видимости).

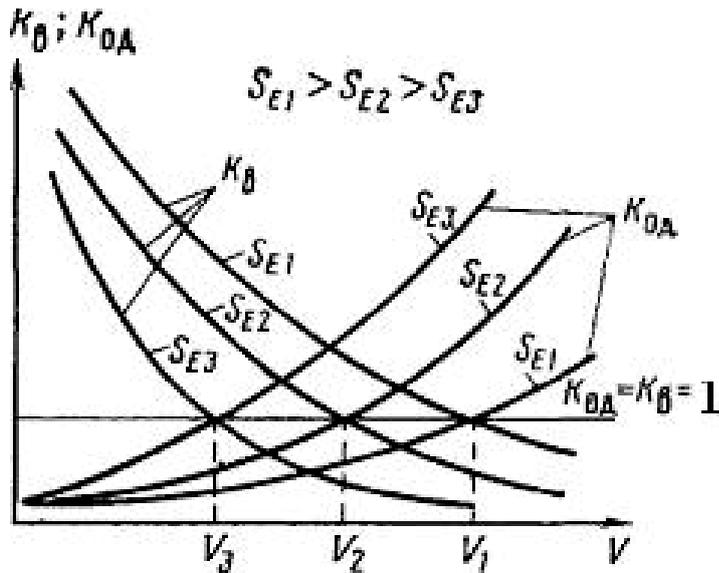


Рис. 4.13. Зависимость коэффициентов видимости K_v и опасности движения K_{od} от скорости

Коэффициент опасности движения K_{od} при скоростях, близких к нулю, отличен от нуля (соответственно $K_{od} \neq \infty$), так как остановочный путь S_o включает в себя время реакции водителя и время срабатывания тормозного привода и нулю равен быть не может. При $V = 0$ коэффициенты теряют смысл, так как движе-

ние отсутствует.

Система внешней световой сигнализации предназначена для передачи информации о положении транспортного средства в пространстве (на дороге) по отношению к другим участникам движения, о манёврах и состоянии транспортных средств. Информация, передаваемая внешними световыми сигналами, способствует правильному прогнозированию участниками движения последующей ДТС.

К световой сигнализации предъявляются следующие требования:

- обеспечение надежного восприятия передаваемой информации в различных ДТС;
- исключение слепимости и дискомфорта зрительного восприятия.

Основными свойствами приборов внешней световой сигнализации, определяющими их информативность, являются: *состав, расположение, цвет, сила света, размер, форма, режим работы*. В настоящее время определился минимальный обязательный комплект внешних светосигнальных приборов: сигнал торможения, габаритные огни (передние и задние), указатели поворотов (передние и задние), освещение номерного знака, знак автопоезда.

Число, расположение, цвет, углы видимости и фотометрические характеристики сигналов регламентированы отечественными и международными документами (ГОСТ, Правилами ЕЭК ООН, рекомендациями ISO, требованиями SAE, директивами СЕЕ).

Кроме перечисленных, существуют дополнительные сигналы, рекомендуемые международными стандартами: сигнал увеличения габарита автомобиля при открывании двери, световой указатель замедления движения, контурные огни, боковые огни, предупреждающие треугольники и др.

Практически все транспортные средства оснащены световыми сигналами, имеющими постоянные фотометрические и колориметрические характеристики. Это приводит к тому, что сигналы, хорошо различимые ночью, плохо различимы в условиях высоких уровней освещённости днём и, наоборот, сигналы, хорошо различимые днём, оказывают слепящее действие ночью.

Учитывая чрезвычайно широкий диапазон изменений уровней освещённости в течение суток, оптимальным с позиций безошибочного и своевременного обнаружения световых сигналов следует считать такой сигнал, который автоматически меняет фотометрические характеристики в зависимости от уровня внешней освещённости. Такой сигнал называется адаптивным.

Внутренняя информативность транспортного средства – это потенциальные свойства приборов, сигнализаторов и органов управления, обеспечивающие водителя необходимой информацией о состоянии систем, агрегатов, процессов, протекающих в них, о режиме движения управляемого транспортного средства. На восприятие информации, отображённой приборами и сигнализаторами, водитель выделяет ограниченное время в тех ситуациях, которые позволяют, по его оценке, переключить внимание. В это ограниченное время водитель должен получить необходимую информацию от нескольких сигнальных приборов, имеющих различные информативные характеристики (размер, форма, расположение в поле зрения, свето- и цветотехнические характеристики и пр.) Для оптимизации процесса восприятия внутренней информации в основу компоновки приборной панели могут быть заложены различные принципы значимости, частоты и функциональности [13, 27].

Применение двух первых принципов приводит к уменьшению времени обнаружения отклонений от нормы при изменении показаний приборов, второго и третьего – к уменьшению времени считывания показаний приборов.

Обзорность – свойство транспортного средства обеспечивать водителю геометрическую видимость ДТС. Обзорность определяется размерами окон, шириной и расположением стоек кузова, местом размещения водителя относительно окон, размерами стеклоочистителей, конструкцией омывателей, системами обогрева и обдува стекол, расположением, числом и размерами зеркал заднего вида. В зависимости от важности получаемой в процессе движения информации показатели обзорности условно можно подразделить на основные и дополнительные. К основным относят показатели обзорности автомобиля, которые характеризуют условия восприятия водителем объектов дорожной обстановки, расположенных в направлении движения автомобиля. К дополнительным, как правило, относятся те показатели обзорности, которые характеризуют условия восприятия водителем объектов, по своему расположению не совпадающих с направлением движения автомобиля и функционально несущих дополнительную информацию об окружающей обстановке и среде движения.

Размеры зон обзорности ветрового стекла определяются минимальной высотой верхней его кромки, ограничивающей верхний предел обзора. Этот предел назначается из условий необходимости обеспечения видимости средств ОДД. Одновременно верхняя кромка переднего стекла не должна быть расположена слишком высоко, так как это может привести к ослеплению водителя яркими солнечными лучами и перегреву организма от теплового излучения. Кроме того, вертикальные углы обзорности должны обеспечивать необходимую дальность видимости при движении по вертикальным кривым малых радиусов и значительным уклонам [21, 27].

Обзорность непосредственно перед автомобилем, т.е. нижний вертикальный угол обзорности, определяется длиной и высотой капота, расположением нижней кромки ветрового стекла, высотой расположения глаз водителя над дорогой.

В процессе движения водителю часто приходится оценивать дорожную обстановку позади автомобиля, особенно при смене

полос и совершении обгона. Для обеспечения необходимой задней обзорности автомобиля применяются зеркала заднего вида (внутренние и наружные). Существующие рекомендации по организации обзорности при помощи зеркал построены на принципе обеспечения с места водителя обзора бинокулярным зрением участка дороги определённой протяжённости. Желание конструкторов улучшить параметры задней обзорности приводит к созданию комбинаций зеркал, применению перископических систем, распространение которых пока не вышло за рамки эксперимента.

Звуковая информативность – это свойство транспортного средства обеспечивать водителя необходимой звуковой информацией. Звуковые сигналы в сочетании со зрительными дают больший эффект, чем каждый из них в отдельности. Преимущества звуковых сигналов не только в более высоком восприятии их человеком, но и в возможности приёма их без отвлечения от зрительной информации. Однако серьёзным недостатком слухового восприятия является его последовательный характер, что приводит к ограничению восприятия сообщений значительной продолжительности, перегрузке оперативной памяти, трудности в одновременном восприятии нескольких звуковых сигналов. Уровень шума также оказывает влияние на вероятность обнаружения звукового сигнала, что необходимо учитывать при формировании звуковой информации для водителя. В среднем уровень звука должен превышать уровень шума на 20 дБ, причём любой речевой или звуковой сигнал, используемый в звуковых индикаторах, должен быть выше абсолютного порога на 40 - 60 дБ.

Группа источников шумовой информации, кроме отрицательного влияния на организм, создаёт значительный фон, препятствующий нормальному и своевременному восприятию остальных, необходимых при управлении источников звуковой информации.

Приборы внутренней звуковой сигнализации находят всё более широкое распространение. Их полезность подтверждена практикой установки на отдельные типы транспортных средств. Особенно эффективны звуковые сигнализаторы для привлечения непроизвольного внимания водителя в случае отказа в работе систем и агрегатов, обеспечивающих безопасность движения

(понижение уровня жидкости, давления воздуха в тормозной системе, давления воздуха в шинах и пр.).

Звуковая система оповещения водителя может быть частью информационной автоматизированной системы управления дорожным движением (АСУДД). Принцип её работы заключается в подаче звукового сигнала при приближении транспортного средства к «опасной» зоне (пересечение, железнодорожный переезд, участок с пониженным коэффициентом сцепления и пр.) или оповещении по радиоприёмнику о предстоящих изменениях условий движения на маршруте (туман, ремонтные работы, объезд и пр.) Кроме того, на этой волне можно передавать так называемую «функциональную музыку», которая используется в качестве стимулятора трудовой деятельности.

Параметры транспортного средства. Они определяются его габаритными размерами (длиной, высотой, шириной) и массой. Эти параметры не остаются постоянными в процессе движения, что связано с динамикой перемещения отдельных точек транспортного средства в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Максимальные значения длины, высоты и ширины транспортного средства регламентированы соответствующими документами и составляют: 24; 3,8; 2,5 м.

Длина и взаиморасположение отдельных внешних точек транспортного средства определяют его профильную проходимость и маневренность.

Профильная проходимость (рис. 4.14) характеризует способность транспортного средства преодолевать неровности пути, препятствия и вписываться в дорожные габариты. Оценочными параметрами профильной проходимости являются: дорожный просвет h_{np} , передний и задний l_n и l_z свесы, углы переднего и заднего свеса α_{np} , β_{np} радиус продольной ρ_{np} и поперечной ρ'_{np} проходимости. Кроме того, для автопоездов оценочными параметрами являются углы гибкости (рис. 4.15) в вертикальной α и горизонтальной β плоскостях, т.е. максимальные углы возможного отклонения осей сцепного и тягового устройства.

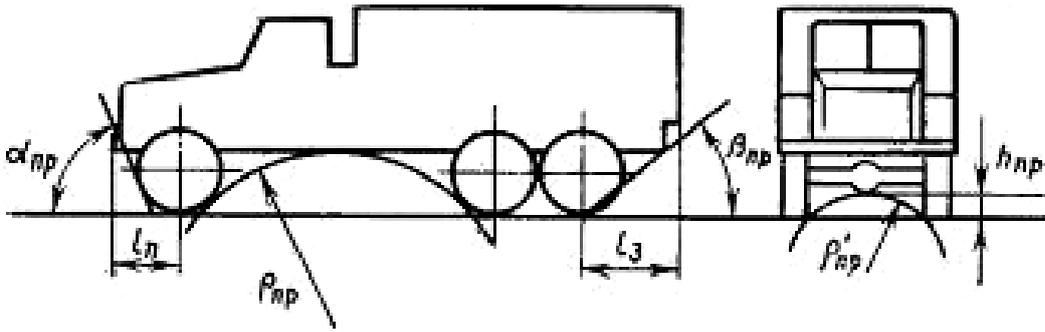


Рис. 4.14. Основные показатели проходимости автомобиля

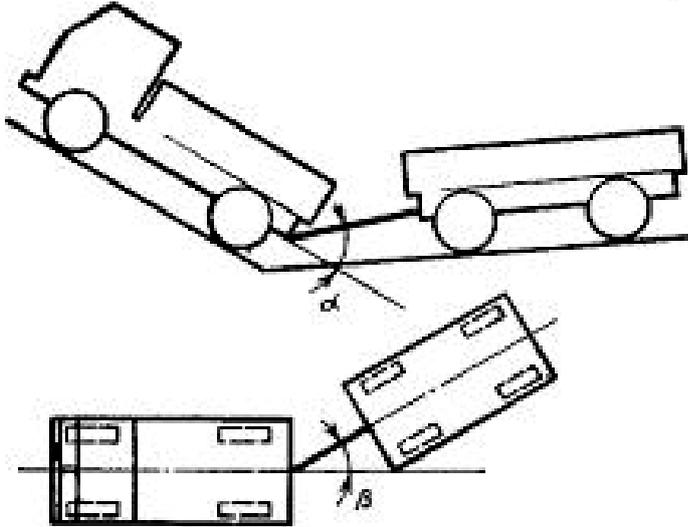
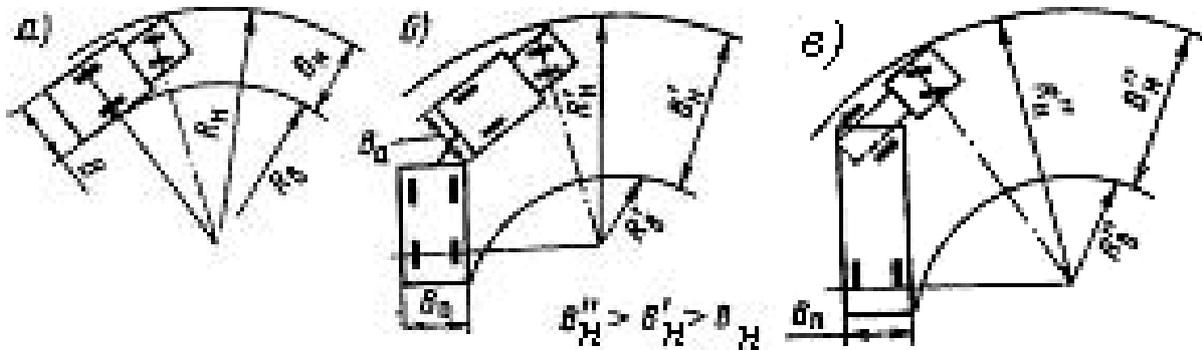


Рис. 4.15. Углы гибкости автопоезда в вертикальной и горизонтальной плоскостях



а) – одиночного автомобиля; б) – тягача с прицепом; в) – тягача с полуприцепом

Рис. 4.16. Показатели маневренности

Маневренность транспортного средства характеризует его способность изменять направление движения в горизонтальной плоскости на минимальной площади. Показателями маневренности (рис. 4.16, где $R_в$ – радиус поворота внутреннего колеса, $B_а$ – ширина автомобиля, $B_п$ – ширина прицепа) являются ширина коридора движения на повороте $B_н$ и минимальный радиус поворота наружного управляемого колеса $R_н$. Увеличение длины

приводит к снижению маневренности и к ухудшению характеристик транспортного потока.

Ширина транспортного средства определяет его динамический коридор движения, т.е. ширину полосы проезжей части, необходимой транспортному средству при движении по условиям безопасности (рис. 4.17, где B_d – динамическая ширина автомобиля, B_k – динамический коридор движения, C – зазоры безопасности). Увеличение занимаемого динамического коридора движения объясняется отклонением транспортных средств от прямолинейного движения с увеличением скорости.



а) – на однополосной дороге; б) – на двухполосной дороге

Рис. 4.17. Динамический коридор движения

Чем выше скорость, тем больше занимаемый динамический коридор движения B_k и тем, следовательно, шире полоса движения требуется транспортному средству с позиций безопасности движения [13, 21, 27]:

$$B_k = B_d + 3,6 \cdot v^n \cdot K + C, \text{ м}, \quad (4.15)$$

где K – эмпирический коэффициент, принимаемый равным 0,01-0,05; n – показатель степени, принимаемый равным или меньше единицы в зависимости от типа транспортного средства; C – зазор безопасности, принимаемый 0,3-1 м в зависимости от типа транспортного средства.

Динамический коридор движения автопоезда B_k при достижении сравнительно высокой скорости (40 км/ч и более) в результате поперечных колебаний прицепа в горизонтальной плоскости может достигнуть значения, угрожающего безопасности движения. Причём опасность возникает не только для других

участников движения, но и для автопоезда в результате потери устойчивости прицепа, ухудшения управляемости всего автопоезда. Кроме того, эти колебания вызывают значительные нагрузки на элементы автопоезда, особенно на тягово-сцепное устройство, что может привести к его поломке. Повышение критической скорости по условиям устойчивости автопоезда достигается увеличением базы прицепа (полуприцепа) и смещением центра тяжести к сцепному устройству.

Высота транспортного средства определяет его проходимость под искусственными сооружениями по дороге, устойчивость, аэродинамические характеристики. В зависимости от высоты, расположения и вида груза меняется центр тяжести автомобиля. Так, у передне- и заднеприводных автомобилей существенно различаются показатели устойчивости. Кроме того, на показатели устойчивости влияет распределение массы по осям, которое зависит не только от вида и расположения груза, но и от компоновки автомобиля, и, следовательно, у передне- и заднеприводных автомобилей соотношение масс, приходящихся на передние и задние колёса, различно.

Вероятность потери устойчивости автомобиля снижается при равенстве нагрузок на передние и задние колёса, уменьшении отношения высоты центра тяжести к ширине колеи, увеличении удельной мощности, общей массы, отношения общей массы к массе груза и т.д. Существующие ограничения по массе, приходящейся на ось автомобиля, продиктованы, кроме того, необходимостью сохранения дорожных покрытий.

4.5. Рабочее место водителя

Обитаемость – это окружающая среда, определяющая уровни комфортабельности и эстетичности места труда и отдыха человека. По отношению к водителю это определение также можно считать справедливым, так как для него салон (кабина) служит иногда не только рабочим местом, но и местом обитания (междугородные и международные грузовые и пассажирские маршруты). Показателями обитаемости являются: микроклимат, эргономические свойства, шум и вибрация, загазованность и плавность хода.

Микроклимат характеризуется совокупностью температуры, влажности и скорости воздуха. Оптимальным температурным режимом считается 17-24°C (рис. 4.18). Понижение или повышение температуры, особенно на длительный период, сказывается на психофизиологических характеристиках человека, приводит к замедлению реакции, снижению умственной деятельности, к физическому утомлению и, как результат, к снижению производительности и уровня безопасности.

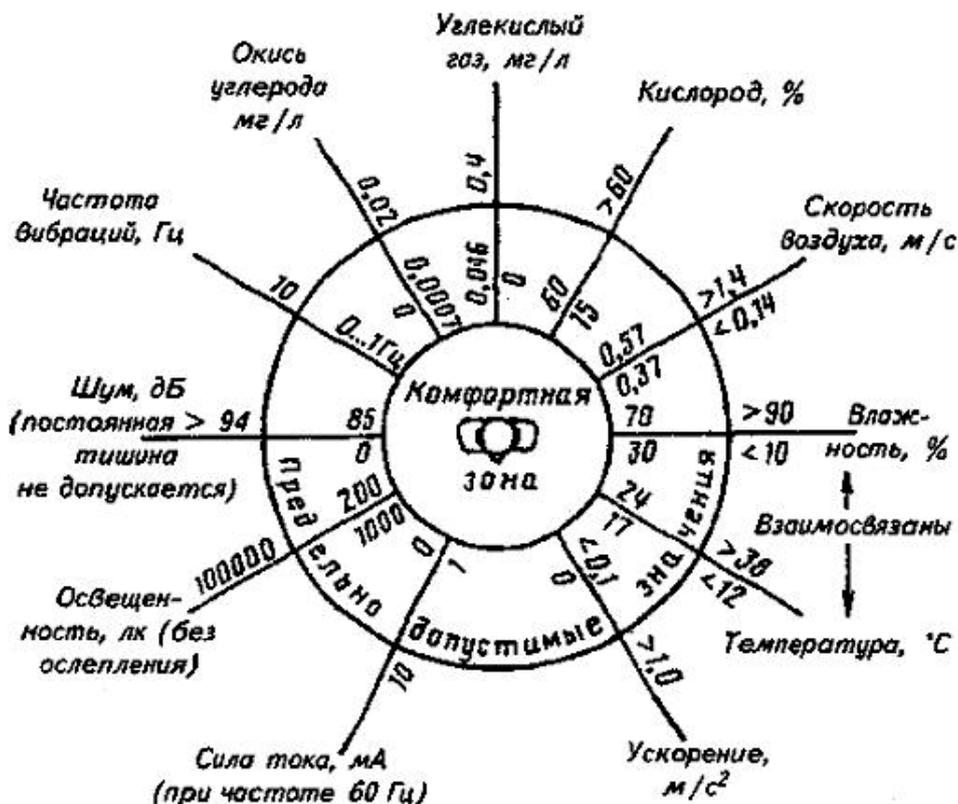
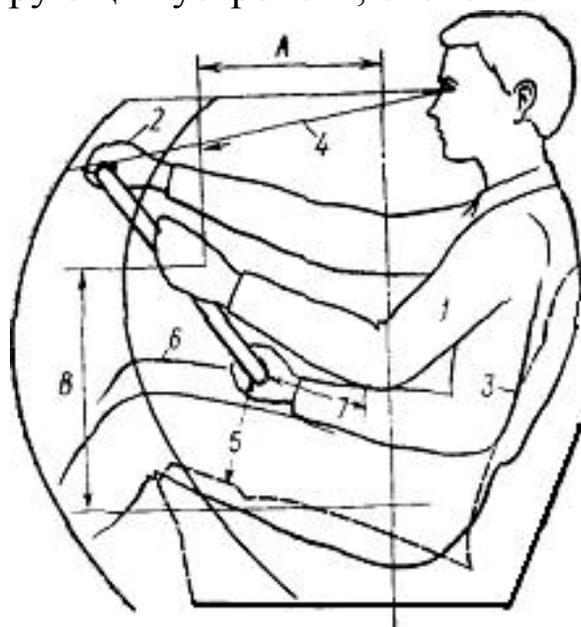


Рис. 4.18. Зоны условий обитания

Влажность и скорость воздуха в значительной степени влияют на терморегуляцию организма. При низкой температуре и высокой влажности повышается теплоотдача, и организм подвергается более интенсивному охлаждению. При высокой температуре и высокой влажности теплоотдача резко снижается, что ведет к перегреву организма (рис. 4.18). Порог ощущения движения воздуха человеком составляет около 0,25 м/с. Рекомендуемая скорость воздуха в салоне около 1 м/с.

Эргономические свойства характеризуют соответствие размеров и формы сиденья и органов управления транспортного средства антропометрическим параметрам человека (рис. 4.19). В

более широком смысле речь идёт об оптимальном согласовании человеческого и машинного звеньев в системе «человек – машина». Конструкция сиденья должна способствовать посадке водителя за органами управления, обеспечивающей минимум физических затрат в состоянии постоянной готовности в течение длительного времени. Это достигается определёнными соотношениями размеров подушки и спинки сиденья, возможностью их регулирования в вертикальной и горизонтальной плоскостях; изменением угла наклона спинки сиденья; наличием амортизирующих устройств; свойствами материала самого сиденья.



1 – удобное положение рук; 2 – рука должна свободно лежать на верхней части рулевого колеса; 3 – спинка сиденья не должна мешать рукам при повороте рулевого колеса; 4 – должна быть обеспечена видимость поверх рулевого колеса; 5 – должна быть обеспечена возможность свободного прохода ног при посадке и высадке; 6 – должен быть обеспечен свободный ход ног при работе педалями тормоза или сцепления; 7 – рулевое колесо не должно упираться в живот; A, B – зоны оптимального расположения органов управления.

Рис. 4.19. Эргономические требования к рабочему месту водителя

Взаиморасположение и конструкция органов управления обеспечивают необходимые действия водителя с заданной точностью в пределах допустимого времени, а также формирование ощущения на кожной поверхности при действии механических стимулов (прикосновения, давления, вибрации). При управлении транспортным средством эти стимулы формируются органами управления: рулевым колесом, педалями тормоза, сцепления, управления подачей топлива, рычагом коробки передач, ручками, тумблерами и пр.

Органы управления (ОУ) передают информацию водителю либо постоянно (рулевое колесо), либо эпизодически (педаль тормоза, переключатель указателей поворота). Они могут быть оценены значимостью тех задач, которые ОУ решают в процессе движения, т.е. в какой мере водитель способен продолжать безо-

пасно управлять транспортным средством в случае отказа в работе данного органа управления.

Основным назначением ОУ является обеспечение в пределах допустимого времени необходимого действия с заданной точностью. Это назначение достигается конструкторско-технологическими мероприятиями, разработанными с учётом эргономических требований. Специалистами в области инженерной психологии выработаны общие классификационные признаки для различных органов управления [13, 27]:

- характер движения (движения включения, выключения, переключения, вращательные, нажимные и т. д.);
- назначение и характер использования (оперативные, используемые постоянно, периодически, эпизодически и пр.);
- конструктивное исполнение (кнопки, тумблеры, педали и т. д.)

Независимо от характера и назначения ОУ их проектирование и размещение осуществляются с учётом следующих условий:

- экономии движений, т.е. число и траектории движений должны быть сведены к минимуму;
- простоты движений;
- законченности движения, т.е. окончание предыдущего движения должно быть удобным и явиться предпосылкой для последующего движения;
- равномерного распределения нагрузки между руками и ногами;
- оптимальной зоны досягаемости рук и ног человека, т.е. наиболее важные и часто используемые ОУ необходимо размещать в пределах оптимальной зоны, вспомогательные органы управления можно размещать в пределах допустимой или даже минимальной зоны досягаемости;
- стереотипа движений (нажатие – включено, отпускание педали – выключено и пр.);
- исключения случайности включения;
- наличия обратной связи, т.е. увеличение управляющего воздействия на объект управления должно сопровождаться увеличением прилагаемых усилий на органе управления.

Несмотря на кажущуюся простоту классификационных признаков, их реализация в изделиях требует чрезвычайно сложных

и кропотливых исследований. Это особенно важно применительно к органам управления транспортных средств, так как ошибка или неэкономичность (затраты времени) при манипуляции органами управления чревата тяжелыми последствиями.

Анализ расположения, размеров, форм, характеристик ОУ отечественных автомобилей даже одного семейства показывает значительные расхождения их свойств.

Для снижения вероятности ошибок, возникших в процессе управления транспортным средством, при проектировании органов управления следует использовать следующие принципы [27]:

- функциональности (ОУ, выполняющие близкие функции, следует располагать близко друг от друга);
- значимости (наиболее важные ОУ необходимо располагать в местах, наиболее удобных для пользования);
- очерёдности пользования (ОУ должны располагаться в последовательности их пользования);
- частоты пользования (ОУ, чаще используемые, располагаются в зоне наибольшей доступности).

Цветовая гамма (рис. 4.20) внутри салона автомобиля также оказывает определённое влияние на психику водителя, что, естественно, сказывается на уровне его работоспособности и безопасности движения.

Шум и вибрация есть механические колебания, интенсивность и характер воздействия которых зависят от вида, источника их возникновения и интенсивности.

Шум является результатом беспорядочных колебаний различной физической природы, случайным изменением мгновенных значений частоты и амплитуды.

Источниками шума в автомобиле являются двигатель, трансмиссия, системы впуска и выпуска, подвеска, элементы кузова.

Действие шума сказывается на увеличении времени реакции, снижении характеристик зрения, нарушения координации движения и функций вестибулярного аппарата. Отечественные и международные документы нормируют предельно допустимый уровень шума в кабине автомобиля в зависимости от его типа 75-85 дБ.

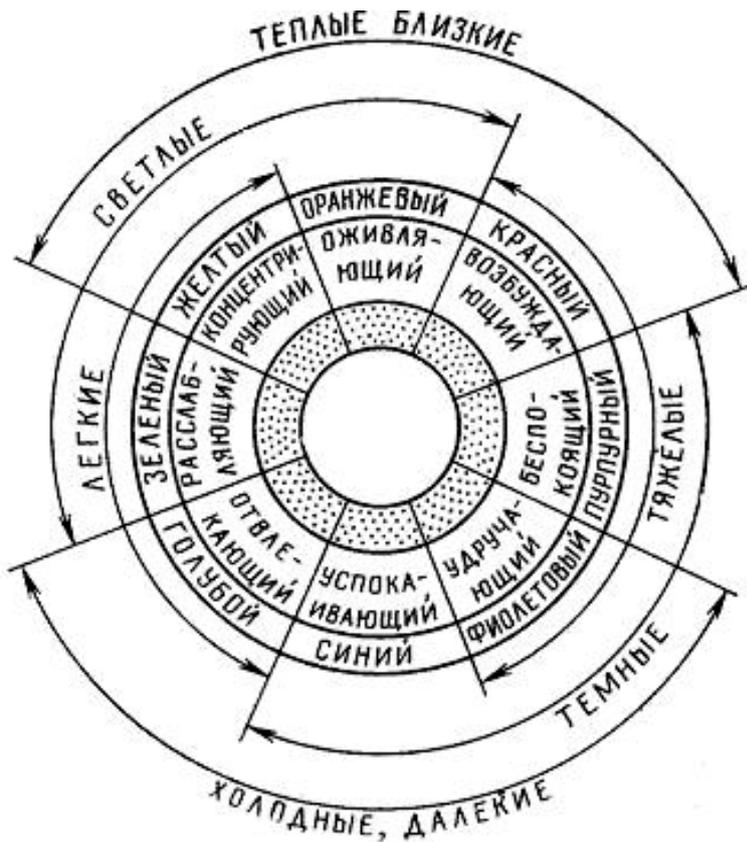


Рис. 4.20. Цветовой круг

окись углерода CO , углекислый газ CO_2 , окиси азота NO_x , пары бензина, для ОГ дизелей дополнительно твёрдые частицы углерода – сажа. Ввиду отрицательного воздействия на организм человека предельное количество вредных примесей из ОГ в воздухе кабины нормируется соответствующими международными и отечественными документами.

Плавность хода характеризуется ускорениями, длительное действие которых на водителя вызывает утомление (см. гл. 3).

Нормативные требования регламентируют предельные значения ускорений в зависимости от направления и продолжительности действия. Защита водителя и пассажиров от действия ускорений в салоне автомобиля осуществляется конструкцией сиденья и спинки. В частности, сиденье конструктивно выполнено отдельно от спинки, жёсткость подушек позволяет частично поглощать вибрацию и шум, гасить колебания. Конструкция сиденья позволяет не допускать значений собственной частоты колебания водителя или пассажира выше 2,0-3,0 Гц, что является приемлемым по психофизиологическим требованиям.

Вибрации характеризуются амплитудой и частотой (см. гл. 3). Источники вибрации в автомобиле – двигатель, трансмиссия, элементы кузова и др.

Загазованность характеризуется уровнем концентрации отработавших газов (ОГ) и паров топлива в кабине автомобиля.

Основными вредными компонентами ОГ являются

4.6. Пассивная безопасность

Под *пассивной безопасностью* транспортного средства понимаются его свойства, снижающие тяжесть ДТП. Различают *внешнюю* и *внутреннюю* пассивную безопасность (рис. 4.1). Основным требованием *внешней* пассивной безопасности является обеспечение такого конструктивного выполнения наружных поверхностей и элементов автомобиля, при котором вероятность повреждений человека этими элементами в случае ДТП была бы минимальной.

Внутренняя пассивная безопасность рассматривается как совокупность свойств автомобиля, обеспечивающих сохранность жизни и здоровья водителей и пассажиров при ДТП.

Как известно, значительное число ДТП связано с попутными столкновениями. В связи с этим одним из требований к *внешней* пассивной безопасности автомобилей является предохранение самого автомобиля от повреждений при помощи внешних элементов конструкции.

Конструктивно это выполняется в последнее время в виде так называемого «безопасного» бампера, цель которого заключается в поглощении незначительной части энергии удара. Конструкция бампера и передней части автомобиля должна иметь необходимые соотношения жёсткости и прочности, чтобы при столкновении на небольших скоростях (8-12 км/ч) бампер защищал от повреждения элементы кузова автомобиля, а при столкновении на значительных скоростях бампер и передняя часть автомобиля деформировались бы совместно, поглощая значительную часть энергии удара и защищая таким образом водителей и пассажиров от серьезных травм (рис. 4.21).

Задача жизнеобеспечения водителя и пассажиров в салоне автомобиля состоит в создании условий, при которых человек мог бы безопасно выдержать быстрое изменение кинетической энергии. Это достигается деформацией кузова автомобиля при столкновении (рис. 4.21). Перегрузки (замедление), возникающие в момент столкновения

$$j = \frac{v^2}{2 \cdot \Delta S}, \text{ м/с}^2, \quad (4.16)$$

где v – скорость в момент удара; ΔS – деформация кузова.

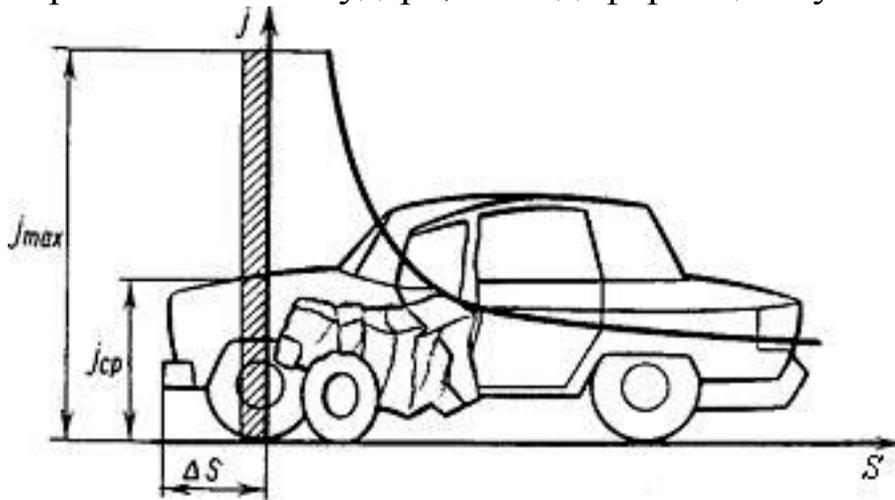


Рис. 4.21. Деформации и замедление автомобиля при столкновении с неподвижным препятствием

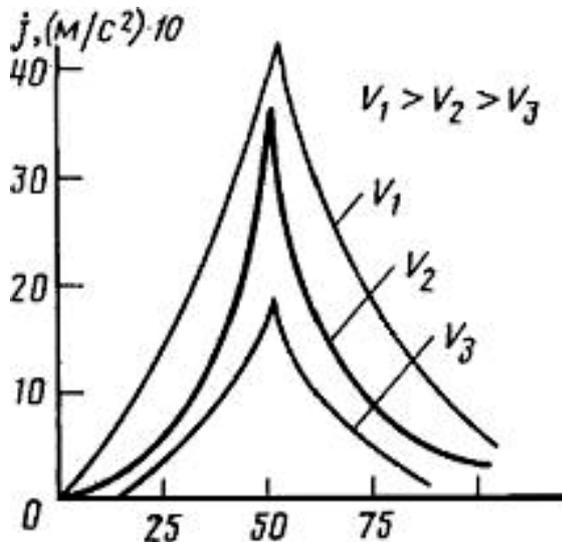


Рис. 4.22. Зависимость замедления j от времени t столкновения при различных скоростях движения

Время действия перегрузок (замедление) 50-100 мс (рис. 4.22).

К внутренней пассивной безопасности автомобиля предъявляются два основных требования:

- создание условий, при которых человек мог бы безопасно выдержать значительные перегрузки, возникающие под действием отрицательного ускорения;
- исключение травмоопасных элементов внутри кузова (кабины).

Автомобиль при наезде на неподвижное препятствие обладает высокой кинетической энергией удара. Вся эта энергия должна рассеяться в доли секунды. Как правило, эта энергия превращается в работу деформации кузова автомобиля и его узлов.

Таким образом, пассивная безопасность автомобиля определяется его способностью поглощать энергию удара при столкновении. Водитель и пассажиры при столкновении после мгновенной остановки автомобиля ещё продолжают двигаться, сохраняя скорость движения, которую автомобиль имел в момент, предше-

ствующий столкновению. Именно в этот отрезок времени происходит большая часть травм в результате удара головой о ветровое стекло, грудью о рулевое колесо, коленями о нижнюю кромку щитка приборов. Это явление называют вторичным ударом.

Анализ ДТП показал, что подавляющее большинство погибших находилось на переднем сиденье, поэтому при разработке мероприятий по пассивной безопасности автомобиля внимание в первую очередь уделяется обеспечению безопасности водителя и пассажиров, находящихся на переднем сиденье.

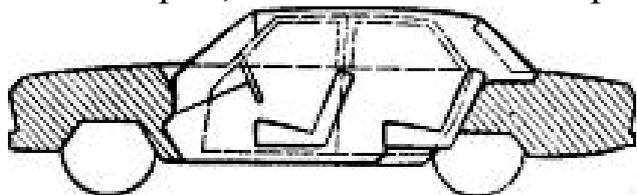


Рис. 4.23. Зона жизнеобеспечения (не заштрихована) и деформируемые части автомобиля (заштрихованы)

Основные требования к пассивной безопасности автомобиля могут быть сформулированы следующим образом: деформации передней и задней частей кузова при столкновении должны обеспечивать до-

пустимый уровень замедления; жёсткость салона должна быть такой, чтобы сохранить зону жизнеобеспечения, т.е. сохранить минимально необходимое пространство, в пределах которого исключено сдавливание тела человека, находящегося внутри кузова (рис. 4.23).

Кроме того, должны быть предусмотрены следующие меры, снижающие тяжесть последствий при столкновении:

- рулевое колесо и колонка должны перемещаться и поглощать энергию удара (телескопировать), а также распределять удар по груди водителя без нанесения ему травм;
- должна быть исключена возможность выброса или выпадания пассажиров или водителя (надёжность дверных замков);
- должны быть предусмотрены индивидуальные защитные и удерживающие средства для всех пассажиров и водителя (ремни безопасности, подголовники, пневмоподушки);
- перед пассажирами и водителем не должно быть травмоопасных элементов;
- все стёкла (ветровые, боковые) не должны быть травмоопасными.

Эффективность применения ремней безопасности в сочетании с другими мероприятиями пассивной безопасности подтверждена статистическими данными. Так, использование ремней уменьшает количество травм на 60-75%. Резко снижается также и тяжесть последствий ДТП.

При наличии ремней безопасности пассажир перемещается на расстояние, которое может достигать 1 м, благодаря упругим деформациям передних частей автомобиля, а также амортизирующим качествам самого ремня.

Одним из эффективных способов решения проблемы ограничения перемещения водителя и пассажиров при столкновении является применение пневматических подушек, которые наполняются газом.

Эта система не только эффективна, но и удобна, так как срабатывает автоматически при ударе и в обычном состоянии не стесняет движений водителя и пассажиров. Подушки встроены в центральную часть рулевого колеса, в приборный щиток и заднюю часть спинок переднего сиденья и в ненаполненном состоянии незаметны. В момент удара срабатывает электронный датчик и происходит наполнение подушки сжатым воздухом в течение 30-40 мс. Пассажир (водитель) после столкновения перемещается вперёд в сторону наполненной подушки, сжимая находящийся в ней газ, который выпускается через калиброванное отверстие в атмосферу. Происходит поглощение кинетической энергии удара.

Основной недостаток системы в том, что она не предотвращает выбрасывания людей из автомобиля при столкновениях и не защищает при боковых ударах. При этой системе остаются необходимыми и ремни безопасности, основная роль которых – ограничение перемещения тела водителя или пассажира при столкновениях.

4.7. Послеаварийная безопасность

Послеаварийная безопасность – это свойства транспортного средства, снижающие тяжесть последствий ДТП (рис. 4.1).

Наиболее тяжёлым последствием ДТП для пассажиров и водителя является возгорание автомобиля. Чаще возгорание происходит при тяжёлых ДТП, таких как столкновение автомобилей,

наезды на неподвижные препятствия, а также опрокидывание автомобиля. Несмотря на небольшую вероятность возникновения возгорания (0,3-1,2% по статистике), их последствия тяжелейшие. Они вызывают почти полное разрушение автомобиля и в случае невозможности эвакуации – гибель людей. В подобных ДТП топливо выливается из бака или из топливозаливной горловины. Сопутствующими факторами при возгорании автомобиля во время ДТП является образование топливно-воздушной смеси и присутствие источника загорания.

Требования пожарной безопасности автомобиля определяются международными и национальными нормативными документами. При конструировании автомобиля руководствуются следующими соображениями по обеспечению требований послеаварийной безопасности:

- бак располагать в отдалении от двигателя;
- устанавливать бак сзади более предпочтительно, так как встречные столкновения имеют более тяжёлые последствия;
- устанавливать систему автоматического отключения источника электроэнергии при ДТП;
- обеспечивать пожаробезопасность топливных баков, заливных горловин и топливопроводов;
- обеспечивать дверные замки системой блокировки в момент ДТП и возможность их беспрепятственного действия после ДТП для быстрой эвакуации людей;
- обеспечивать устройствами аварийной эвакуации людей (люки в крышах и на задней торцевой стенке, скатывающиеся крыши);
- обеспечивать огнетушителями;
- обеспечивать устройствами автоматического впрыска в бензобак веществ, снижающих возгораемость бензина;
- предусматривать внутри салона инструменты для разбиения или выдавливания стёкол.

4.8. Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – это свойство транспортного средства снижать степень отрицательного влияния на ОС. Можно

предложить следующую структуру экологической безопасности автомобиля (рис. 4.24) [6].

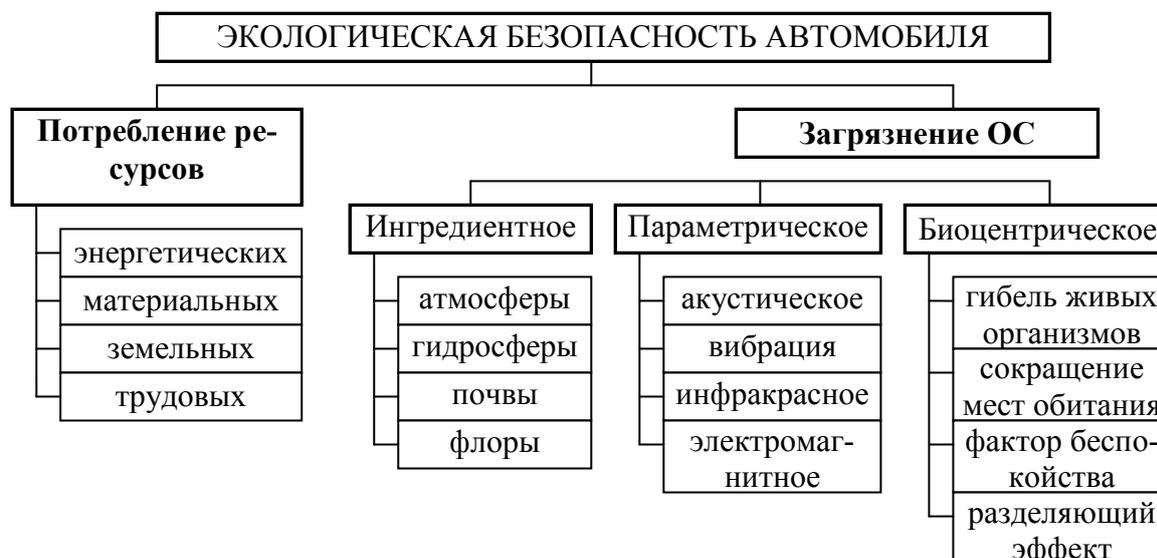


Рис. 4.24. Структура экологической безопасности

Из определения экологической безопасности автомобиля ясно, что она коренным образом отличается от изложенных выше разновидностей (активной, пассивной и послеаварийной) безопасности. В то время как первые три вида безопасности относятся к ДТП, экологическая безопасность имеет более широкое значение и охватывает весь процесс использования автомобиля. Можно остановиться на следующих основных негативных аспектах, связанных с эксплуатацией автомобилей (рис. 4.24).

Потеря полезной площади земли. Земля, необходимая для движения и стоянки автомобилей, исключается из других отраслей народного хозяйства (промышленности, строительства, лесного и сельского хозяйства). Общая протяжённость мировой сети автомобильных дорог с твёрдым покрытием превысила 10 млн. км, что означает потерю площади свыше 30 млн. га. Расширение улиц и площадей приводит к увеличению территории городов и удлинению всех коммуникаций (водопроводов, газопроводов, канализации, телефонных и электрических линий). Улицы «съедают» город. В Лос-Анджелесе, например, площади, отведённые для движения и стоянок автомобилей, составляют около 70% всей территории города. Кроме того, огромные площади занимают заводы по производству, ремонту автомобилей, службы обеспечения функционирования АТ – АЗС, СТО, кемпинги и пр.

Даже после своей «смерти» автомобили занимают много места. Свалки старых автомобилей, окружающие многие города мира, занимают громадные площади, захватывают драгоценную пригородную землю [18, 19].

Истребление природных ресурсов. На производство и эксплуатацию автомобилей расходуются миллионы тонн высококачественных материалов, что приводит к истощению их природных запасов. При экспоненциальном росте потребления энергии на душу населения, характерном для промышленно развитых стран, скоро наступит такой период, когда существующих источников энергии окажется недостаточно. Значительная доля потребляемой энергии расходуется автомобилями, КПД двигателей которых не превышает 0,30-0,35, следовательно, 65-70% энергетического потенциала не используется [6, 18].

Загрязнение атмосферы. Значительная масса вредных примесей, рассеянных в атмосфере, является результатом работы автомобилей. Источники загрязнения: двигатель, топливный бак и агрегаты трансмиссии.

Основными токсичными веществами являются: углеводороды (C_nH_m), окись углерода (СО), окислы азота NO_x .

Смешиваясь с туманом, ОГ образуют плотную завесу смога, против которого ещё не найдено средств. В дни смога резко увеличивается число аллергических заболеваний, инсультов и др.

Под действием солнечных лучей C_nH_m и NO_x , содержащиеся в атмосфере, вступают в фотохимическую реакцию, образуя фотооксиданты. Особенно велик уровень загазованности в местах скопления автомобилей.

Пути решения проблемы загазованности различны – от архитектурно-планировочных и методов ОДД до создания принципиально новых видов нетоксичных двигателей.

Уровень загазованности может быть снижен рядом конструктивных и эксплуатационных мероприятий, направленных не только на снижение объёма выбросов, но и их токсичности. Среди конструктивных мероприятий можно отметить следующие:

- применение устройств нейтрализации и очистки ОГ;
- применение устройств, оптимизирующих дозирование, смесеобразование топлива, а также рабочий процесс (электрон-

ные и электромеханические системы впрыска топлива, транзисторные системы зажигания, форкамерно-факельные дожигатели, рециркуляция выхлопа, термостатирование воздуха и пр.);

- применение нетрадиционных видов топлива (газовое топливо, водород, синтетический бензин, спирт);
- создание новых силовых установок.

Шум и вибрации. Уровень шума, длительно переносимый человеком без вредных последствий, составляет 80-90 дБ. На улицах крупных городов и промышленных центров уровень шума достигает 120-130 дБ. Основные источники шума на автомобиле: впускной и выпускной тракты двигателя, шестерни агрегатов трансмиссии, вентилятор и нагнетатели, шины, турбулентный поток воздуха за автомобилем.

В последнее время обнаружено вредное влияние, оказываемое на человека низкочастотными составляющими шума – инфразвуками (с частотой менее 16 Гц). Инфразвуки замедляют зрительные реакции, нарушают работу вестибулярного аппарата, вызывают головокружение.

Колебания почвы, вызываемые движением автомобилей, пагубно сказываются на зданиях и сооружениях.

Уменьшение шума автомобиля может быть достигнуто конструктивными мероприятиями: снижением количества и амплитуды ударных процессов, повышением чистоты обработки сопрягаемых деталей, совершенствованием конструкций воздухоочистителей, впускных и выпускных трубопроводов, активных глушителей, применении синхронизаторов и косозубых шестерен в коробке передач, применении промежуточных опор карданного вала, гипоидных главных передач и т.д. В процессе эксплуатации увеличение шума является результатом разрегулировки отдельных элементов, поломки зубьев шестерен, дисбаланса вращающихся масс и т.д. Это говорит о необходимости своевременной и правильной эксплуатации транспортного средства как меры снижения уровня шума. Кроме того, одним из способов снижения шума ТП является совершенствование методов ОДД.

Электромагнитные излучения. Работа системы зажигания автомобильного двигателя вызывает радио- и телепомехи. Чем выше напряжение в системе, тем больше сферы влияния помех.

Борьба с помехами ведется постоянно. Затрачено немало средств, однако полностью погасить помехи не удаётся [1].

Уничтожение флоры и фауны. Автомобили, работающие вне дорог, уплотняют верхний слой почвы, разрушая растительный покров. Бензин и масла, пролитые на землю, ускоряют гибель растений. Окислы свинца, содержащиеся в выхлопных газах автомобилей, заражают деревья и кустарники. В некоторых случаях плоды фруктовых деревьев, посаженных вблизи автомагистралей, нельзя употреблять в пищу. Они отравлены свинцом. Ядовиты и цветы, растущие на разделительных полосах [1, 6].

Под колёсами автомобилей ежегодно погибают тысячи животных, миллионы птиц, бесчисленное множество насекомых. Также дороги перерезают миграционные пути животных, вызывая разделяющий эффект. Для заповедных мест, вблизи которых проходят дороги с высокоинтенсивным движением, характерен фактор беспокойства, при котором может резко сокращаться популяция некоторых видов животных из-за шума автомобилей.

«Безопасный» автомобиль. В последнее время для накопления определённого опыта по конструктивной безопасности создаются так называемые «безопасные» автомобили. В этих единичных экземплярах автомобилей воплощены идеи завтрашнего дня. Возможности этих автомобилей с позиций их безопасности следующие:

- ◆ столкновение с бетонным препятствием на скорости до 80 км/ч не причиняет серьёзных травм водителю и пассажирам;
- ◆ пассажирский салон при опрокидывании автомобиля на скорости свыше 100 км/ч сохраняет зону жизнеобеспечения;
- ◆ автомобиль обладает возможностями, с точки зрения конструктивной безопасности превосходящими всё, что уже освоено мировым автомобилестроением;
- ◆ конструктивные решения, используемые в автомобиле, должны быть реальны для последующего серийного исполнения как в техническом, так и в экономическом отношении.

Цель создания подобных автомобилей заключается в апробировании и накоплении опыта, который позволит в будущем существенно повысить безопасность автомобилей серийного производства [1].

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких элементов складывается безопасность транспортного средства?
2. В чём различие остановочного и тормозного путей транспортного средства?
3. Как определяется устойчивость автомобиля против бокового скольжения и бокового опрокидывания?
4. Что такое увод колеса с эластичной шиной?
5. Какие Вы знаете виды поворачиваемости транспортного средства?
6. Как классифицируется информативность автомобиля?
7. Что характеризуют эргономические свойства транспортного средства?
8. Из каких элементов складывается пассивная безопасность транспортного средства?
9. Какие конструктивные мероприятия используются для повышения пассивной безопасности автомобиля?
10. Дайте определение послеаварийной безопасности транспортного средства.
11. Чем принципиально отличается экологическая безопасность транспортного средства от его активной, пассивной и послеаварийной безопасности?
12. В чём проявляются фактор беспокойства и разделяющий эффект отрицательных последствий автомобилизации?

5. ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

5.1. Дорога и улично-дорожная сеть как системы

Автомобильная дорога – сложное инженерное сооружение, предназначенное для движения транспортных средств. Дорога является одной из составляющих сложной системы дорожного движения. Очевидно, что чем качественнее дорога, тем эффективнее и безопаснее ДД. При проектировании и строительстве автомобильной дороги решается много задач, требующих специальных знаний в области геодезии, геологии, гидротехники, строительства искусственных сооружений, ОДД и др. Вместе с тем автомобильная дорога – это единое инженерное сооружение. Следовательно, создание столь сложного сооружения без применения методов системного анализа затруднительно [1].

К основным элементам автомобильной дороги, влияющим на уровень эффективности и безопасности ДД, относят: план трассы, продольный и поперечный профили, уклоны, кривизну в плане и профиле, тип и состояние покрытия.

Характерной особенностью последнего времени в проектировании автомобильных дорог является учёт и взаимное влияние факторов ОС и дороги (ландшафтное проектирование). Кроме экологических задач (использование земли, сохранение зелёных насаждений и пр.), необходим учёт человеческого фактора, т.е. осуществление так называемого функционального проектирования [1, 2, 13, 17].

План трассы представляет собой сочетание прямолинейных и криволинейных участков. Для плавного перехода от прямолинейных к криволинейным участкам на дорогах высоких категорий применяют переходные кривые с переменным радиусом. Необходимый уровень эффективности и безопасности движения достигается при проектировании обеспечением максимально возможной постоянной скорости без резких её перепадов на отдельных участках дороги. Для этого используют кривые большого радиуса и не допускают крутых поворотов после продолжительных прямых участков. На кривых в плане малого радиуса устраивают вираж, поперечный уклон которого должен соответ-

ствовать расчётной безопасной скорости движения. План трассы и продольный профиль дороги при проектировании не должны рассматриваться изолированно друг от друга. В частности, размещение на значительном расстоянии друг от друга кривых в плане и профиле позволяет значительно повысить пропускную способность дороги. Обязательным условием для кривых в плане и профиле является обеспечение геометрической видимости, соответствующей расчётной скорости движения [24].

Продольный профиль представляет собой сочетание прямых участков (без уклонов и с уклонами) и вертикальных кривых. Уклон выражают в процентах (%) или промиллях (‰), показывающих изменение вертикального уровня дороги на 100- или 1000-метровом участке. Вертикальные кривые проектируют таким образом, чтобы обеспечить безопасность и комфортность движения без снижения пропускной способности дороги. Это достигается применением кривых переменного радиуса, параметры которых обеспечивают безопасную расчётную скорость движения по условиям геометрической видимости при маневре обгона или экстренного торможения. Для обеспечения безопасности движения по вогнутым вертикальным кривым рассчитывают расстояние видимости при включенных фарах [23, 24].

Поперечный профиль дороги зависит от ширины проезжей части (категория дороги, число полос движения), наличия и ширины обочин, наличия разделительной полосы, тротуаров, бордюров и пр. Для стока воды с проезжей части предусматривают небольшой поперечный уклон, который зависит от типа покрытия (чем качественнее покрытие, тем меньше уклон). Наличие укрепленных обочин позволяет не только совершить вынужденную остановку, но и повысить безопасность движения, одновременно защищая от разрушения кромку проезжей части. Разделительная полоса отделяет встречные ТП, снижая вероятность встречных столкновений. Она может быть обустроена противослепительными устройствами, повышающими безопасность движения в тёмное время. Кроме того, она может использоваться для установки дорожных знаков и светофоров. Наличие разделительной полосы даёт возможность реконструировать в последующем проезжую часть с учётом изменения характеристик и режимов движения ТП [2, 17].

Параметры покрытия определяют также важные технические и экологические составляющие движения, такие как износ шин, шум и вибрацию, сопротивление качению, сцепление колеса с дорогой и др. Разноречивость требований не позволяет создать дорожное покрытие, оптимальное по всем параметрам. Поэтому покрытие, отвечающее высоким сцепным качествам, может быть недостаточно удовлетворительным по создаваемому уровню шума или износу шин.

Одним из основных требований к дорожному покрытию является необходимость обеспечения высоких сцепных качеств для любых погодных условий в течение всего срока службы [17].

Единая улично-дорожная сеть представляет собой систему улиц и дорог городов, населённых пунктов и междугородных автомобильных дорог. Основными параметрами оценки уровня развития УДС являются *протяжённость* и *плотность* (представляет собой отношение суммарной протяжённости улиц и дорог в километрах к рассматриваемой площади территории в квадратных километрах). Для плотности УДС характерен большой диапазон возможных значений. Наибольшая плотность характерна для густонаселённых районов крупных городов. Уличная сеть городов, её геометрические и структурные параметры зависят от многих факторов: планировочной структуры города, плотности населения, состава транспортного парка, уровня загрузки основных транспортных магистралей и скорости сообщения на них, концентрации и распределения пешеходного движения, дислокация основных фокусов тяготения ТП.

Основная задача улично-дорожной сети состоит в эффективном и безопасном удовлетворении спроса её пользователей, т.е. в перемещении заданного объёма пассажиров и грузопотока, а также в обеспечении комфортного движения пешеходов. Выполнение этой задачи возможно при условии работы УДС с необходимой надёжностью, под которой понимается её свойство выполнять данные функции при сохранении эксплуатационных показателей в необходимых пределах в течение требуемого периода времени.

В соответствии с решаемыми транспортными и пешеходными задачами улицы и дороги в соответствии со СНиП подразделяют на 5 категорий.

Значительное число улиц и дорог нашей страны в силу ряда обстоятельств не соответствует по своим параметрам (ширине проезжей части и обочин, уклонам кривых в плане и профиле и пр.) существующим техническим нормативам, что в значительной степени снижает эффективность ДД и создаёт предпосылки для возникновения ДТП.

Одной из сложных задач является определение необходимой плотности УДС. С одной стороны, чем выше плотность сети, тем выше уровень удовлетворения транспортного спроса. Однако высокая плотность сети приводит к большому числу пересечений, что увеличивает число конфликтных точек и приводит к увеличению суммарных задержек транспортных и пешеходных потоков и к снижению скорости сообщения. Практика показала, что наиболее приемлемой следует считать плотность УДС около 2 км/км^2 [1, 2, 24].

Для более объективной оценки уровня развития УДС в дополнение к линейной плотности используют такой параметр как удельная плотность УДС (определяется как отношение суммарной площади проезжих частей УДС, выраженной в квадратных километрах, к общей площади территории в квадратных километрах). Удельная плотность УДС позволяет учесть не только протяжённость сети, но и её пропускную и провозную способности, поскольку, чем больше ширина проезжей части дороги или улицы, тем выше их производительность.

Основными транспортными артериями города являются магистрали. Пересечение магистралей образует транспортные узлы. Совокупность магистралей и транспортных узлов составляет планировочную (геометрическую) структуру (схему) УДС города (рис. 5.1). Каждая схема имеет определённые достоинства и недостатки. Формирование определённой структуры в конкретном городе зависит от многих факторов (географические условия, историческое развитие, возраст города и пр.).

В частности, радиальная схема УДС (рис. 5.1, г) распространена во многих старых городах, где развитие уличной сети началось, как правило, от торгового центра. Основным недостатком подобной схемы является невозможность отвода транзитного движения из центральной части города, перегруженной периферийными городскими ТП. В процессе постепенного развития по-

добной уличной сети для разгрузки центральной части города строят кольцевые дороги. В результате образуется *радиально-кольцевая схема УДС* (рис. 5.1., д), характерная для многих крупных старых городов (в частности, центральная часть Москвы).

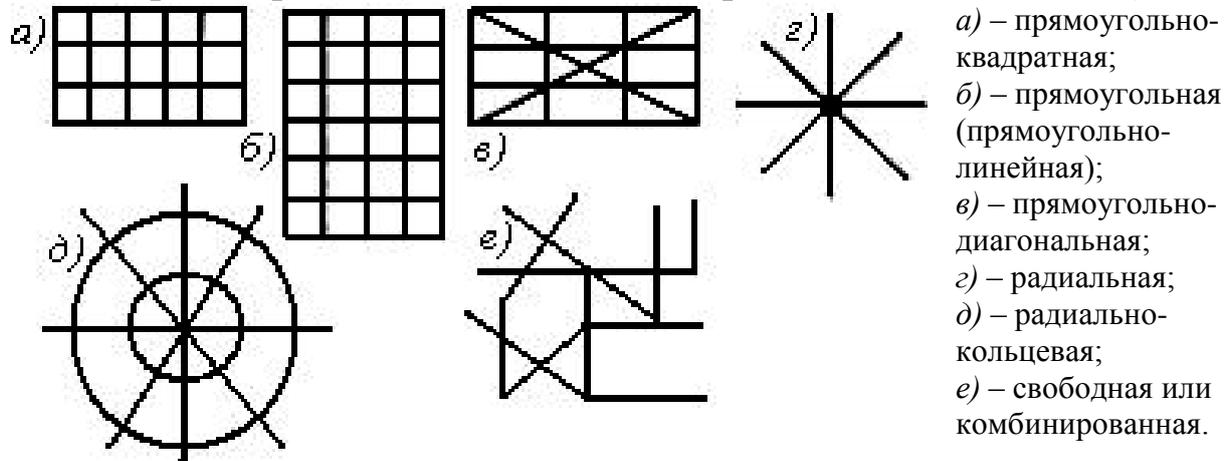


Рис. 5.1. Планировочные структуры улично-дорожной сети городов

Прямоугольные схемы УДС (рис. 5.1, а, б) позволяют более равномерно распределить ТП по территории города, однако затрудняют сообщение между периферийными районами. Строительство диагональных магистралей устраняет этот недостаток и приводит к появлению *прямоугольно-диагональной схемы УДС* (рис. 5.1, в). Эта схема характерна для более «молодых» городов. В процессе развития городов их УДС претерпевает изменения, диктуемые необходимостью обеспечения следующих требований: удобства транспортных связей; минимума времени сообщения между районами города; рациональной схемы маршрутов общественного транспорта; необходимой пропускной способности транспортных магистралей, узлов; безопасности движения; возможности внедрения АСУДД.

Основными показателями, характеризующими эффективность УДС, являются: коэффициент непрямолинейности (отношение расстояния между пунктами по уличной сети к расстоянию между ними по воздушным линиям), расстояния от геометрического центра УДС до основных периферийных точек УДС, процент транзитного движения от общего объёма движения по УДС [2, 13, 24].

Городские улицы классифицируют по функциональному признаку [1, 13]:

➤ скоростные дороги, предназначенные в основном для транзитного движения и связи с дорогами общегосударственного значения, а также для обеспечения скоростной транспортной связи между удалёнными районами города;

➤ магистральные улицы общегородского значения, предназначенные для транспортной связи объектов общегородского значения (центра, вокзалов, парков культуры и отдыха, спортивных сооружений и пр.), промышленных, административных и жилых районов, скоростных и автомобильных дорог общей сети;

➤ магистральные улицы районного значения, предназначенные для транспортной связи между магистральными улицами общегородского значения и скоростными дорогами;

➤ улицы местного значения, предназначенные для транспортной и пешеходной связи микрорайонов и отдельных сооружений и жилых зданий с магистральными улицами;

➤ пешеходные дороги, предназначенные только для пешеходного движения.

5.2. Влияние элементов автомобильной дороги на безопасность движения

Возникновение ДТП является следствием, как правило, нескольких причин (см. раздел 2). Официальная статистика считает, что ДТП, непосредственной причиной которых являются дорожные условия (ДУ), не превышают 10%. Однако к этому необходимо добавить те ДТП, в которых ДУ в определённой степени явились способствующим фактором их возникновения [2, 24].

Автомобильная дорога оказывает влияние на процесс движения двумя составляющими факторами [2, 17]:

- постоянными (геометрией трассы и земляного полотна);
- переменными (метеорологическими условиями, временем года и суток).

Очевидно, что действие переменных факторов на процесс движения тем меньше, чем выше качественный уровень постоянных факторов, формирующих у водителя необходимый режим движения [24].

Чтобы выявить влияние элементов автомобильных дорог на безопасность движения, проф. В.Ф. Бабковым был предложен

метод использования одного из элементов дороги и практически постоянных значений остальных влияющих на ДТП факторов. Относительная вероятность ДТП на каждом участке оценивается итоговым коэффициентом аварийности U , вычисляемым как произведение частных коэффициентов, характеризующих изменение условий движения по сравнению с *эталонным* горизонтальным прямым участком с шероховатым усовершенствованным покрытием шириной 7-7,5 м и укрепленными обочинами шириной 2,5-3 м в открытой местности. Эти изменения являются следствием влияния на процесс движения отдельных элементов плана, продольного и поперечного профиля, состояния покрытия и обочин, придорожной полосы и т.д. [2]

$$U = \prod_{i=1}^m U_i, \quad (5.1)$$

где U_i – частные коэффициенты аварийности, учитывающие влияние различных факторов на уровень опасности участка (интенсивности движения, числа полос, ширины проезжей части и обочин, продольного уклона, радиуса кривых в плане, коэффициента сцепления, расстояния видимости в плане и т.д.)

Перечисленные и используемые в настоящее время коэффициенты не исчерпывают всех факторов, влияющих на безопасность ДД, а их значения не являются окончательными [2]. Кроме того, не все из перечисленных выше факторов в равной степени влияют на безопасность ДД. Задачей исследователей в этой области является установление относительного веса каждого из коэффициентов и их взаимозависимости.

Итоговый коэффициент аварийности U определяют при помощи линейного графика участка дороги. На график наносят план и профиль дороги с элементами, определяющими ДУ, а следовательно, и безопасность движения (продольные уклоны, вертикальные кривые, кривые в плане, мосты, населенные пункты, расстояния видимости и пр.)

По построенным эшпорам итоговых коэффициентов аварийности U можно в процессе проектного задания для эксплуатирующейся дороги рекомендовать мероприятия по повышению безопасности движения, руководствуясь следующими соображениями [2]:

-участки, на которых итоговый коэффициент аварийности $U \leq 15$, считать удовлетворительными, по условиям безопасности движения;

-для участков с коэффициентом аварийности $U = 15-40$ предусмотреть мероприятия по улучшению ОДД (нанесением разметки проезжей части, запрещающей обгон, установкой знаков ограничения скорости и пр.);

-для участков с итоговым коэффициентом аварийности $U > 50$ необходима капитальная перестройка.

Коэффициент аварийности U , учитывая частоту возникновения ДТП, не позволяет оценить опасность того или иного элемента дороги с позиции тяжести последствий ДТП. Поэтому в практике возможны случаи, когда при одном и том же значении коэффициента аварийности на различных участках дороги тяжесть последствий, а, следовательно, и потери от ДТП могут быть различными. Кроме того, оценочные данные, учитывающие не только ДТП, но и тяжесть последствий, необходимы для решения очередности мероприятий по совершенствованию или реконструкции отдельных участков дороги. С этой целью предложены поправочные коэффициенты тяжести ДТП [4].

Итоговый коэффициент тяжести M определяют как произведение коэффициентов тяжести m_j и вводят как поправку в значение итогового коэффициента аварийности при $U > 15$

$$M = \prod_{j=1}^n m_j. \quad (5.2)$$

По рассчитанным коэффициентам M на линейном графике коэффициента аварийности U строится эпюра, учитывающая тяжесть ДТП, что позволяет определить первоочередность мероприятий на исследуемом участке дороги по условиям безопасности движения.

Одним из способов повышения эффективности и безопасности движения является обеспечение высоких и близких по значениям скоростей движения на близлежащих участках дороги. Это возможно при отсутствии резких переломов в плане и профиле (плавность трассы), необходимой ширине и состоянии проезжей части, обочин и т.д. Оценка плавности трассы осуществляется

построением эпюры скоростей движения одиночного автомобиля по значениям коэффициента безопасности K_{δ} , представляющим собой отношение скоростей движения на смежных участках [1, 2, 13]. Эпюру скорости строят на основе теории движения автомобиля с учётом следующих требований:

- ◆ графики скоростей выполняют, как правило, для двух направлений движения;
- ◆ местом перепада скорости считается момент достижения критической скорости автомобиля по условиям управляемости для данного типа и состояния покрытия;
- ◆ местные ограничения скорости, диктуемые требованиями Правил ДД, не учитываются;
- ◆ максимальная скорость движения ограничивается безопасной скоростью, диктуемой отдельным элементом плана или профиля. Эта скорость считается скоростью «входа» на следующий участок дороги.

Соблюдение этих требований позволяет выявить наиболее неблагоприятные участки дороги по условиям безопасного скоростного режима движения автомобиля.

Допустимую скорость движения на кривых в плане определяют: из условия обеспечения боковой устойчивости автомобиля при коэффициенте поперечного сцепления, равного 0,3; из условия расчётной геометрической видимости согласно теории проектирования дорог.

Чем выше разность между расчётной и фактической скоростями движения, тем меньше коэффициент безопасности, тем выше вероятность возникновения ДТП. Оценка опасности ДТП для различных участков дороги по K_{δ} движения следующая [2]:

Безопасные.....	0,8
Малоопасные	0,7 - 0,8
Опасные	0,6 - 0,7
Очень опасные	< 0,6

Оценка трассы дороги при помощи коэффициента аварийности U и коэффициента безопасности K_{δ} позволяет более объективно оценить степень опасности отдельных участков дороги и принять более правильное решение об очередности необходимых мероприятий.

5.3. Принципы устранения опасных участков дороги

Наиболее опасными считаются участки дорог, которые характеризуются следующими признаками [1, 2, 17, 24]: недостаточной шириной проезжей части; недостаточной геометрической видимостью в плане и профиле; резким неожиданным изменением направления дороги; нерегулируемым пересечением транспортных и пешеходных потоков; отсутствием полос разгона и торможения; большими уклонами.

Распространённая мера оповещения водителей при помощи дорожных знаков не всегда приводит к заметному повышению безопасности ДД. Необходимость уменьшения скорости по условиям безопасности снижает эффективность транспортного процесса. В этом случае единственным способом устранения опасного участка дороги является его реконструкция. При реконструкции необходимо руководствоваться обязательным правилом прогнозируемого последствия выполненных мероприятий. Это значит, что совершенствование отдельных элементов опасного участка не должно приводить к возрастанию его опасности. Так, например, при реконструкции только покрытия на кривой малого радиуса возможно увеличение скоростей движения, что может привести к потере устойчивости транспортных средств и, как следствие, увеличению ДТП на только что подвергнутом реконструкции участке.

Общим принципом устранения опасных участков дорог является выравнивание скоростного режима движения транспортных средств на соседних участках дороги, по возможности, в сторону наибольшего из допустимых значений по условиям безопасности. При различии скоростей движения по направлениям реконструкция участка осуществляется исходя из наименьшего коэффициента безопасности.

Участки дорог с большими продольными уклонами представляют опасность для движения в силу следующих обстоятельств: недостаточной геометрической видимости помех на участках подъёмов, возможности возникновения ДТП с тяжёлыми последствиями в результате неисправности тормозной системы. Кроме того, эти участки образуют своеобразное «узкое» место,

снижая пропускную способность дороги. Реконструкция подобных участков является дорогостоящим мероприятием.

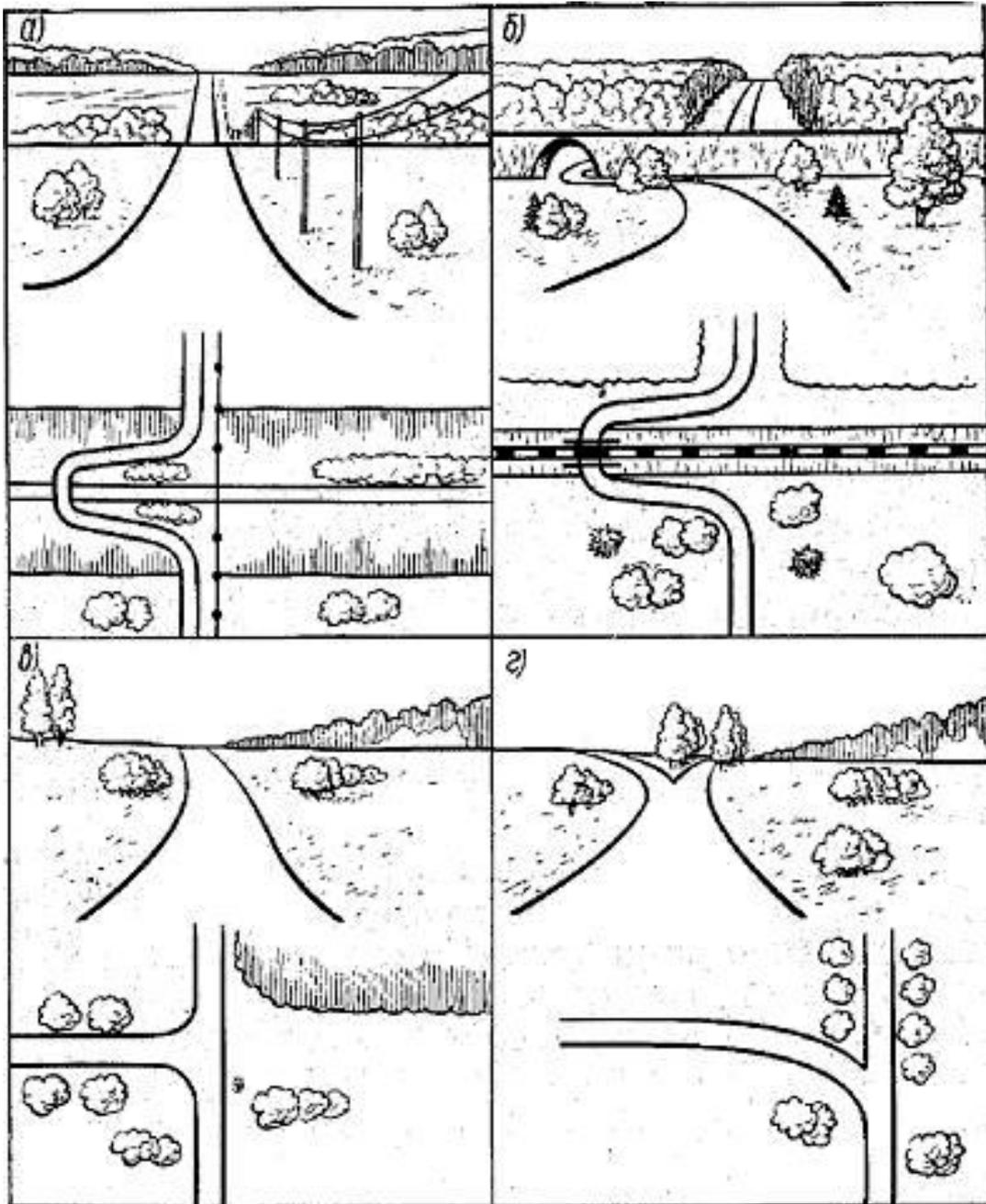
До реконструкции участка безопасность движения может быть повышена в результате [2]: нанесения сплошной осевой линии разметки, запрещающей выезд на встречную полосу движения (при интенсивности менее 500 авт/сут.); устройства разделительного островка шириной не менее 1,0 м (при интенсивности 500-1500 авт/сут.)

На затяжных подъёмах для увеличения пропускной способности дорог желательно устройство дополнительных полос для грузовых автомобилей и автопоездов. Это требование записано в нормативных документах многих стран. Для исключения заторового состояния при смене полос дополнительную полосу начинают за 50-100 м до начала подъёма и продолжают на 100 м (и более 350 м при высокой интенсивности) за его пределами.

Для повышения безопасности движения на кривых малых радиусов в плане до реконструкции участка (увеличения радиуса, устройства виража, устройства срезок для увеличения геометрической видимости) необходимо исключить заезд автомобилей на встречную полосу средствами ОДД (устройством разделительной полосы или узких направляющих островков) [10, 12].

Значительное число ДТП происходит при неудовлетворительной планировке пересечений и примыканий [2, 10], создающих у водителей неверное представление о направлении дороги (рис. 5.2). Обычные средства ОДД в приведённых примерах малоэффективны. В этих случаях требуется чёткое обозначение направления основной дороги (озеленение, средства ориентирования, дорожные знаки) или смещение места примыкания второстепенной дороги.

Эффективным способом обеспечения безопасного проезда пересечения в одном уровне является канализирование движения по направлениям с выделением для каждого направления самостоятельных полос движения при помощи разметки или направляющих островков и рассредоточением конфликтных точек пересечения ТП. Канализирование позволяет эффективно решать задачу повышения безопасности ДД за счёт воздействия на скоростные режимы и траектории движения ТП.



а) – поворот дороги для спуска по склону с малым уклоном; б) – скрытый поворот для прохода под железной дорогой; в) – примыкание второстепенной дороги на водоразделе, создающее впечатление крутого поворота дороги; г) – поворот основной дороги, создающий впечатление, что она продолжается прямо по направлению примыкающей дороги

Рис. 5.2. Примеры неудачного расположения примыканий и неожиданных поворотов, создающих неправильное представление о направлении дороги

Канализирование движения на пересечении должно осуществляться на следующих принципах [2, 12]:

➤ выбор необходимого направления движения не должен вызывать у водителя затруднений и предполагать альтернатив;

➤ движение по основной дороге должно иметь преимущество и не приводить к снижению скорости на пересечении; для левоповоротного движения должна быть обеспечена скорость 30 км/ч; для правоповоротного – 15-20 км/ч;

➤ водитель, движущийся по второстепенной дороге, должен быть своевременно предупреждён об этом для возможности безопасного снижения скорости и осуществления маневра;

➤ число островков безопасности, их расположение и конфигурация должны обеспечивать чёткое и, по возможности, мало конфликтное прохождение пересечения;

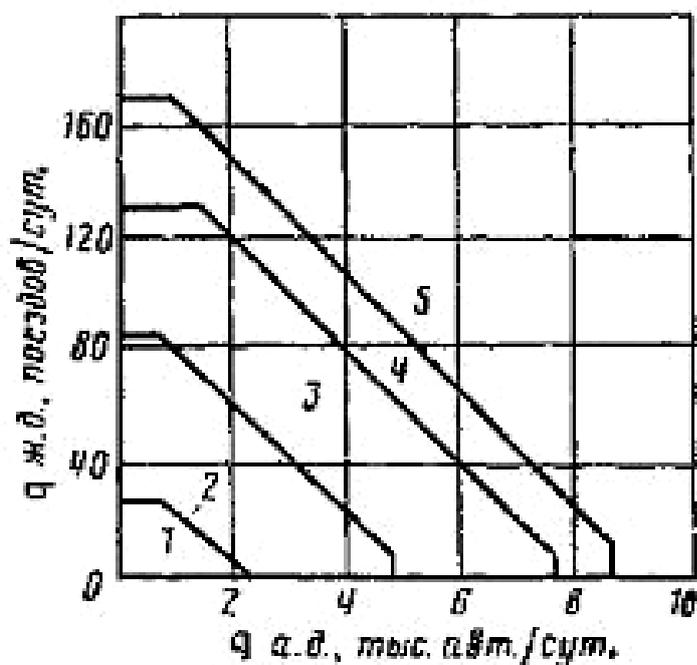
➤ слияние и разделение ТП не должно проходить под углами более $5-7^\circ$ для безопасного входа в поток и выхода из него;

➤ конфликтные точки должны быть, по возможности, удалены друг от друга;

➤ для левоповоротного движения необходимо выделять специальные полосы движения;

➤ для обеспечения снижения скорости при переходе с главной дороги на второстепенную последнюю выполняют переменного радиуса и меньшей ширины;

➤ при наличии пешеходного движения разметкой должны быть обозначены места переходов.



- 1) – железнодорожные переезды, оборудованные дорожными знаками и разметкой проезжей части;
- 2) – железнодорожные переезды, оборудованные дополнительно автоматической светофорной сигнализацией и искусственным освещением;
- 3) – устройство дополнительных полос на железнодорожных переездах и на подходах к ним;
- 4) – пересечения в разных уровнях без учёта строительства временного объезда;
- 5) – пересечения в разных уровнях с учётом строительства временного объезда.

Рис. 5.3. График для выбора мероприятий по ОДД через железнодорожные переезды

Железнодорожные переезды являются местами сосредоточения особо тяжёлых ДТП. Для полного обеспечения безопасности движения оптимальным следует признать наличие пересечения в разных уровнях. Высокая стоимость этого решения не позволяет построить все пересечения таким образом, и в настоящее время в нашей стране значительное число железнодорожных переездов осуществлено в одном уровне (рис. 5.3, где $q_{ж.д.}$ – интенсивность движения поездов через железнодорожный переезд; $q_{а.д.}$ – интенсивность движения автомобилей через железнодорожный переезд). Чтобы обеспечить безопасность проезда железнодорожных переездов [2, 12, 20, 21], необходимы:

- достаточное расстояние геометрической видимости приближающегося поезда водителями транспортных средств;
- - наличие предупредительной информации и автоматической сигнализации на переезде (дорожные знаки, светофоры, шлагбаумы, световая сигнализация);
- ровность и высокий коэффициент сцепления покрытия на подходах и непосредственно на переезде;
- достаточное число полос для движения через переезд и их ширина.

Для двухполосных дорог при интенсивности 7500 авт/сут. и 130 поездов рекомендуется уширять проезжую часть до 4 полос движения. Обеспечение всех перечисленных мероприятий может снизить ДТП до 2,5 раз.

5.4. Влияние эксплуатационных свойств дороги на безопасность движения

Климатические и метеорологические воздействия на дорогу, разрушающее действие транспортных средств, временной фактор – всё это ухудшает свойства автомобильной дороги как инженерного сооружения, снижая тем самым эффективность и безопасность ДД.

Погодно-климатические факторы длительного воздействия (снежный покров, низкие температуры) значительно влияют на пропускную способность дороги, среднюю скорость движения. Факторы кратковременного действия (осадки, туман, гололёд)

распространяются, как правило, на отдельные участки дорог, приводя к локальному снижению скоростей движения и увеличению ДТП.

Серьёзной и важной задачей повышения безопасности движения является устранение скользкости покрытия. Шероховатость покрытия в процессе эксплуатации снижается в результате истирания каменных материалов под действием шин транспортных средств. Растёт тормозной путь, увеличивается вероятность возникновения ДТП.

Снижение коэффициента сцепления происходит также в результате действия атмосферных осадков, загрязнения, температурного размягчения асфальтобетонного покрытия. Для сохранения высокого значения коэффициента сцепления в различных погодноклиматических условиях предусматривают следующие мероприятия [1, 2]:

- увеличивают крупность щебня для поверхностных обработок;
- используют специальный рисунок протектора шины (в зимний период);
- применяют антиблокировочные устройства в тормозных системах;
- применяют фрикционные и противогололёдные материалы (химические реагенты);
- осуществляют подогрев покрытия (электрическим током, горячей водой или паром);
- применяют дренажные покрытия.

В соответствии со СНиП в зависимости от условий движения и назначения дороги коэффициент сцепления на опасных участках должен быть не менее 0,6, в благоприятных условиях – не менее 0,45. В условиях эксплуатации коэффициент сцепления не должен быть ниже 0,4.

Неровность покрытия, по данным ГИБДД, является причиной 13-18% ДТП, связанных с неблагоприятными ДУ. Характер возникновения ДТП заключается в необходимости неожиданного изменения скоростного режима (экстренное торможение), маневра в плане или одновременного совершения этих двух действий. При наличии попутного и встречного ТП вероятность столкновения в этих случаях резко возрастает. Кроме того, неровности вы-

зывают колебания подвески, что может привести в потере управляемости. Колебания прицепов и полуприцепов автопоездов приводят к увеличению динамического коридора движения, что также увеличивает вероятность столкновения и возможность потери боковой устойчивости. Наличие неровностей на дорогах повышает утомляемость водителей, отвлекает их внимание от восприятия других объектов на дороге, снижает пропускную способность дороги и, в конечном итоге, снижает производительность подвижного состава. Методы ОДД в этих случаях носят характер предупреждения участников движения. Единственным эффективным методом борьбы с неровностями покрытия является, кроме качественного строительства, своевременный его ремонт.

Значительное число ДТП в тёмное время суток объясняется резким ухудшением условий зрительного восприятия объектов информации в дорожном движении. Чтобы улучшить условия восприятия в тёмное время:

- укладывают осветлённые дорожные покрытия (из светлых материалов);
- маркируют осевую линию, укладывают светлые краевые полосы;
- взаимно удаляют встречные ТП или организуют одностороннее движение;
- устанавливают противоослепительные экранирующие устройства на разделительной полосе;
- обустривают дороги направляющими столбиками, оборудованными светоотражающими устройствами (оптическое ориентирование водителей);
- делают дорожную разметку из светоотражающей краски с рефлектирующими элементами;
- применяют вертикальную разметку со светоотражающими элементами;
- устанавливают дорожные знаки с рефлектирующей поверхностью или освещаемые;
- устраивают искусственное освещение;
- обеспечивают действенный контроль на дорогах за техническим состоянием и правильностью регулировки систем освещения и сигнализации транспортных средств.

Значительное число ДТП происходит в результате съездов транспортных средств с дороги, наездов на опоры путепроводов, на мачты освещения и различные объекты на придорожной полосе. Для снижения тяжести последствий подобных ДТП и предотвращения съездов с дороги осуществляют мероприятия, повышающие пассивную безопасность ДД. К числу таких мероприятий относят [2, 17]:

- ◆ устранение по возможности при проектировании и строительстве потенциально опасных мест;
- ◆ устройство пологих откосов насыпей, позволяющих осуществить вынужденный съезд с дороги без опрокидывания;
- ◆ запрещение установки на придорожной полосе массивных конструкций;
- ◆ применение ударобезопасных конструкций ограждений;
- ◆ установку в местах повышенной опасности ограждений.

Конструкция ограждений должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать высокое энергопоглощение кинетической энергии транспортных средств при плавном снижении скорости наезда на ограждение;
- исключать возможность возникновения значительных замедлений и деформаций транспортного средства;
- не допускать попадания транспортного средства в опасную зону в результате деформаций и разрушений ограждений;
- исключать опрокидывание или отбрасывание транспортного средства в транспортный поток;
- зрительно предупреждать водителя о границах и характере опасной зоны.

В зависимости от решаемой задачи и конструкции ограждения они могут быть [26]:

- ◆ жёсткими, предназначенными только для отклонения траектории движения транспортного средства;
- ◆ гибкими, поглощающими часть энергии удара и отклоняющими автомобиль;
- ◆ деформируемыми, поглощающими энергию удара.

Ремонтные работы проезжей части улиц и дорог создают зоны повышенной опасности и значительно снижают эффектив-

ность транспортного процесса в результате образования предзаторовых и заторовых условий движения. Для снижения отрицательных последствий при проведении ремонтных работ необходимо осуществлять следующие мероприятия:

- перед проведением ремонтных работ провести измерение основных характеристик ТП – интенсивности, состава, скорости и определить возможность пропуска ТП с учётом уменьшения ширины проезжей части;

- определить возможные маршруты объезда по существующей УДС или предусмотреть устройство специально оборудованного временного объездного маршрута (при необходимости обустроенного временными пешеходными дорожками или тротуарами);

- обеспечить заблаговременную и исчерпывающую систему информирования всех участников движения;

- обеспечить бесконфликтный проезд ремонтируемого участка с необходимым ограничением скорости, предусмотрев установку соответствующих средств организации и регулирования движения (дорожные знаки, временная светофорная сигнализация, в случае необходимости использование регулировщиков);

- установить ограждения всех опасных мест с обязательным оборудованием их информационными устройствами для тёмного времени суток (светоотражающие элементы, сигнальные фонари).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что относится к основным элементам автомобильной дороги?
2. Что представляет собой улично-дорожная сеть?
3. Как определить плотность улично-дорожной сети?
4. Какие показатели характеризуют эффективность и степень развития улично-дорожной сети?
5. Что такое итоговый коэффициент аварийности?
6. Каковы признаки наиболее опасных участков дорог?
7. В чем заключаются принципы канализированного движения?
8. Как влияют эксплуатационные свойства дороги на ее безопасность?

6. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Движение каждого автомобиля происходит в условиях непрерывного влияния на него разнообразных дорожных факторов, образующих в своей совокупности различную по сложности дорожную обстановку. К этим факторам относятся: геометрические параметры и транспортно-эксплуатационные характеристики дорог, состояние инженерного оборудования, параметры ТП, метеорологические условия, техническое состояние автомобилей; наличие пересечений и пешеходных переходов; профессиональные качества водителей, их психофизиологическое состояние и т.п. Дорожное движение состоит из движения отдельных автомобилей и ТП и является результатом взаимодействия системы ВАДС. Каждый элемент системы, в свою очередь, состоит из ряда подсистем, имеющих внутренние связи и взаимодействия, которые влияют на функционирование системы. Взаимодействие отдельных автомобилей в условиях ограничений, накладываемых системой ВАДС, позволяет рассматривать движение автомобилей как потоковое и предопределяет закономерности его движения.

6.1. Характеристики транспортных потоков

Характеристики движения отдельного автомобиля в потоке, получены как результат анализа частных, отдельных ситуаций взаимодействия автомобилей. Непрерывная цепь такого рода ситуаций приводит к образованию обобщенных состояний ТП. Любое из состояний потока можно характеризовать совокупностью параметров. Принятие решений по ОДД и перевозок, планированию работы транспортных систем, оценка эффективности функционирования УДС возможны только на основе изучения параметров ТП и зависимостей между ними в конкретных условиях. Поэтому сбор и обработка информации о зависимостях между основными характеристиками ТП, прежде всего, интенсивностью, плотностью и скоростью, является существенной частью деятельности по ОДД [5, 7, 10, 12]. Сводная таблица основных параметров оценки состояния ТП в заданный период времени и на заданном участке УДС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Номенклатура характеристик транспортных потоков

Параметр	Обозначение	Единицы измерения	Базовая формула
Интенсивность движения	q	авт/с, авт/час, ват/сут	$q = \frac{n_t}{T},$ n_t – число автомобилей, прошедших через поперечное сечение дороги; T – время наблюдения
Объём движения	Q	авт	$Q = \int_0^T q(t) dt,$ Фактический подсчёт числа автомобилей, прошедших по участку дороги за время наблюдения T
Состав потока	p	проценты или доли единицы	Определяется прямыми экспериментальными исследованиями
Плотность потока	k	авт/м, авт/км	$k = \frac{n_L}{L},$ n_L – число автомобилей, расположенных на участке дороги; L – длина участка дороги
Занятость участка дороги	R	проценты или доли единицы	$R = \frac{t_0}{T},$ t_0 – время занятости детектора транспорта
Временной интервал	t	с	$t = \frac{1}{q_{пол}},$ $q_{пол}$ – удельная интенсивность движения, приходящаяся на одну полосу
Пространственный интервал (дистанция)	d	м	$d = v \cdot t$ v – скорость автомобиля

Продолжение табл. 6.1

Параметр	Обозначение	Единицы измерения	Базовая формула
Временная (мгновенная) скорость	v_t	м/с, км/ч	$v_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n},$ v_i – скорость i -го автомобиля в заданном поперечном сечении дороги
Пространственная скорость	v_L	м/с, км/ч	$v_L = \frac{L}{t_{np}}$ t_{np} – время проезда участка дороги длиной L
Удельное время поездки (темп движения)	t_∂	с/км, мин/км	$t_\partial = \frac{1}{v_L}$
Удельное время задержки	t_Δ	с/км, мин/км	$t_\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\Delta i}}{\sum_{i=1}^n L_i},$ $t_{\Delta i}$ – время задержки i -го автомобиля при прохождении участка дороги длиной L_i

Интенсивность и объём движения. Данные параметры оценивают степень загрузки путей сообщения. Интенсивность движения $q(x, t_1, t_2)$ – это количество транспортных средств, проходящих через какое-либо поперечное сечение дороги за единицу времени (рис. 6.1). Наиболее часто в качестве промежутка времени принимается один час, и, соответственно, интенсивность движения определяется как авт/час. При решении некоторых задач используется информация о суточной и среднегодовой интенсивности движения. Объём движения рассматривается как фактическое число автомобилей, прошедших по всему участку дороги за весь рассматриваемый период времени [5, 12, 13].

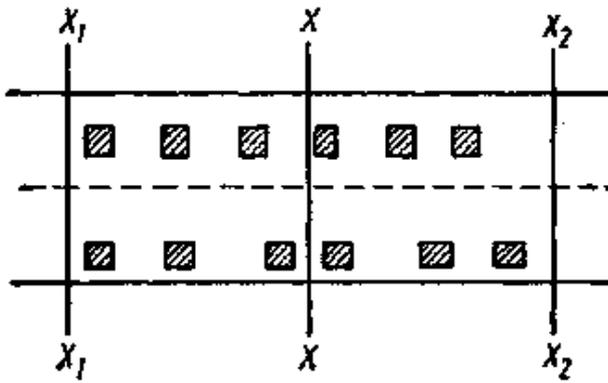


Рис. 6.1. Схема движения автомобиля на участке $X_1 X_2$ в течение периода времени $t_1; t_2$.

Отличительной особенностью интенсивности движения является наличие у неё свойства неравномерности. Различают временную и пространственную неравномерности.

Временная неравномерность интенсивности характеризует её изменение в одном и том же поперечном сечении дороги в различные периоды времени. Распределение интенсивности движения по временным периодам определяется целями поездок и их частотой.

Факторы, влияющие на формирование потребности в поездках, в значительной степени подвержены воздействию случайной составляющей, соответственно, случайным образом происходит и изменение интенсивности движения. Поэтому наиболее надёжным методом оценки транспортной нагрузки является систематическое измерение интенсивности движения на дорожной сети.

Важнейшей информацией, которой руководствуются при ОДД, являются сведения о пиковых нагрузках, которые и являются следствием временной неравномерности. Изменение интенсивности движения в течение суток характеризуется, прежде всего, наличием утреннего и вечернего часов пик. В течение этих периодов времени отмечается высокая транспортная нагрузка, которая создаёт значительные проблемы участникам ДД. Во время часа пик транспортная нагрузка составляет около 15% суточной. Типичный график изменения интенсивности движения в течение суток приведён на рис. 6.2.

Анализ изменения транспортной нагрузки показывает, что, вследствие неравномерности изменения интенсивности движения, внутри часа пик возможно существование периодов времени, в которые интенсивность превышает среднепиковые нагрузки. Поэтому интенсивность движения в час пик рекомендуется анализировать по пятиминутным периодам. В этом случае выделяют пиковый период – непрерывный интервал времени, в течение которого пятиминутные интенсивности движения превыша-

ют среднюю для всего часа пик интенсивность (рис. 6.3). В данном примере интенсивность движения в 15-минутный период пик на 20% превышает среднюю интенсивность за час пик. Игнорирование этого фактора может привести к ошибочным решениям при разработке схем ОДД.

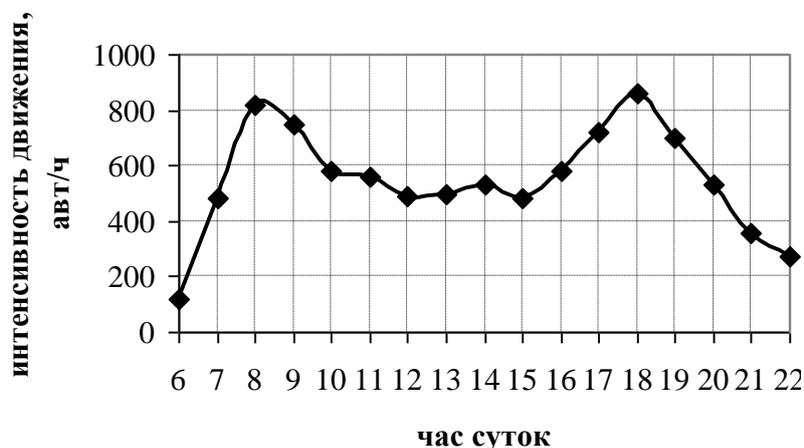


Рис. 6.2. Изменение интенсивности движения по часам суток



Рис. 6.3. Выделение пикового периода времени

грузки на различных участках УДС. Пространственное распределение интенсивности движения связано с распределением грузо- и пассажирообразующих пунктов (фокусов тяготения), их концентрацией и мощностью.

Временная неравномерность интенсивности движения оценивается коэффициентом неравномерности K_n , представляющим собой отношение фактической интенсивности q_f за рассматриваемый промежуток времени к средней интенсивности q_c за более длительный промежуток времени. В практической деятельно-

Сезонные колебания интенсивности движения способствуют формированию плотных ТП в летний период времени.

Пространственная неравномерность интенсивности характеризует её изменение в один и тот же период времени в разных поперечных сечениях дороги (улицы, маршрута), т.е. пространственные колебания интенсивности движения проявляются в разном уровне транспортной на-

сти по УиОДД обычно требуется определение коэффициента либо суточной, либо годовой неравномерности.

Коэффициент суточной неравномерности

$$K_H^{сут} = \frac{q_{час}}{q_{сут}} \cdot 24, \quad (6.1)$$

где $q_{час}$, $q_{сут}$ – интенсивность движения соответственно за исследуемый час и в целом за сутки.

Коэффициент годовой неравномерности

$$K_H^{год} = \frac{q_{мес}}{q_{год}} \cdot 12, \quad (6.2)$$

где $q_{мес}$, $q_{год}$ – интенсивность движения соответственно за исследуемый месяц и в целом за год.

Степень пространственной неравномерности определяется соотношением интенсивностей в заданных поперечных сечениях дороги (улицы, маршрута).

Состав транспортного потока существенным образом влияет на условия, параметры и режимы движения автомобилей. Оценка состава ТП осуществляется, в основном, по процентному составу или доле транспортных средств различных типов. Объективная оценка уровня транспортной нагрузки, сравнение уровня загрузки различных магистралей могут быть произведены только с учётом состава ТП.

Влияние состава ТП на другие характеристики ДД обусловлено многими факторами. Во многом это происходит вследствие различия динамических и тормозных качеств легковых и грузовых автомобилей. В процессе эксплуатации эти различия становятся ещё более ощутимыми. Поэтому в смешанном ТП повышается вероятность возникновения потенциально опасных ситуаций.

Более низкая скорость движения грузовых автомобилей по сравнению с легковыми вынуждает водителей легковых автомобилей совершать обгоны для поддержания приемлемого для них скоростного режима. Маневрирование осуществляется в условиях ограниченной видимости при следовании легкового автомобиля за грузовым, что также повышает риск попадания в ДТП.

Все эти аспекты обусловили необходимость применения коэффициентов приведения к условному легковому автомобилю.

Определение значений коэффициентов приведения базируется на сравнении динамических габаритов различных типов транспортных средств. *Динамическим габаритом автомобиля L_{∂}* называется отрезок полосы дороги, включающий длину автомобиля l_a и дистанцию, необходимую для безопасного следования за впереди идущим автомобилем при заданной скорости v (рис. 6.4).

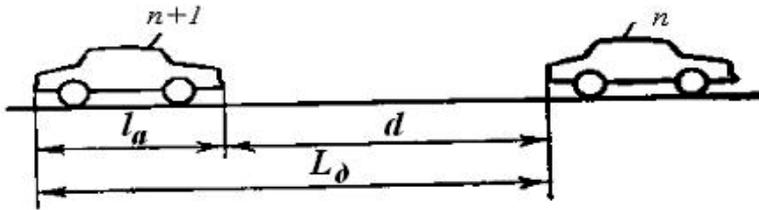


Рис. 6.4. Динамический габарит автомобиля

абсолютно равных тормозных свойств ведущего и ведомого автомобилей и величина L_{∂} зависит только от времени реакции водителя t_p ведомого автомобиля

$$L_{\partial} = l_a + v \cdot t_p + l_0, \text{ м}, \quad (6.3)$$

где l_0 – зазор безопасности между остановившимися автомобилями.

2. Расчёт на «полную безопасность». В этом случае динамический габарит включает в себя остановочный путь ведомого автомобиля

$$L_{\partial} = l_a + v \cdot (t_p + t_c + 0,5 \cdot t_H) + \frac{v^2}{2 \cdot j_2} + l_0, \text{ м}, \quad (6.4)$$

t_c – время срабатывания тормозной системы; t_H – время нарастания замедления, j_2 – установившееся замедление ведомого автомобиля.

3. Поскольку при торможении ведущий также проходит определённое расстояние, то величина динамического габарита учитывает разность в тормозных путях ведущего и ведомого автомобилей

$$L_{\partial} = l_a + v \cdot (t_p + t_c + 0,5 \cdot t_H) + \frac{v^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1} \right) + l_0, \text{ м}, \quad (6.5)$$

где j_1 – установившееся замедление ведущего автомобиля.

В общем случае существует 3 основных метода расчёта величины динамического габарита автомобиля [12, 13, 23].

1. Исходят из

Согласно отечественным нормативным документам, при решении практических задач в области УиОДД значения коэффициентов приведения к условному легковому автомобилю следует принимать по табл. 6.2.

Таблица 6.2

Значения коэффициентов приведения

Тип транспортного средства	Коэффициент приведения
Легковые автомобили	1,0
Грузовые автомобили грузоподъемностью:	
до 2 т	1,5
от 2 до 5 т	2
от 5 до 8 т	2,5
от 8 до 14 т	3
свыше 14 т	3,5
Автопоезда грузоподъемностью до 12 т	3,5
Автопоезда грузоподъемностью 12 - 20 т	4
Автобусы малой вместимости	1,5
Автобусы средней вместимости	2,5
Автобусы большой вместимости	3,0
Троллейбусы	3,0
Сочленённые автобусы и троллейбусы	4,0

Расчёт интенсивности движения в приведённых единицах производится по формуле

$$q_{np} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot K_{npi}, \text{ при. авт/ч,} \quad (6.6)$$

где q_{np} – интенсивность движения в приведённых единицах, q_i – интенсивность движения автомобилей i -го типа, K_{npi} – коэффициент приведения автомобилей i -го типа (табл. 6.2).

В зависимости от преобладания в потоке того или иного типа транспортного средства условно ТП относят к одной из трёх групп: смешанный поток (30÷70% легковых автомобилей, 70÷30% грузовых автомобилей), преимущественно грузовой (более 70% грузовых автомобилей), преимущественно легкой (более 70% легковых автомобилей).

Плотность транспортного потока $k(x_1, x_2, t)$ определяется числом транспортных средств, приходящихся на 1 км полосы дороги. Как следствие, плотность ТП оценивает степень стеснён-

ности условий движения. Плотность количественно характеризует относительную занятость участка дороги определённой длины и связана со средним расстоянием между последовательно движущимися друг за другом автомобилями. С увеличением плотности ТП сокращается дистанция между автомобилями, снижается скорость движения, увеличивается напряжённость труда водителя, ухудшаются условия движения. Максимальная плотность ТП достигается в заторовых ситуациях. Численные значения максимальной плотности определяются составом потока. Для смешанного состава ТП она составляет около 100 авт/км, для преимущественно легковых автомобилей – до 150 авт/км.

Основные трудности использования информации о плотности ТП связаны со сложностью непосредственного измерения этого параметра дорожного движения. В связи с этим в практической деятельности ОДД для оценки степени стеснённости условий движения используют аналог плотности – занятость участка дороги. Однако для определения её величины требуются автоматические приборы по учёту параметров ДД – детекторы транспорта (табл. 6.1) [10, 13].

Временной и пространственный (дистанция) интервалы оценивают степень стеснённости условий движения на микроуровне (т.е. на уровне отдельных автомобилей). Временной интервал – это период времени между проездом автомобилем какого-либо поперечного сечения дороги и проездом этого же сечения автомобилем, следующим за ним по одной полосе, а пространственный интервал (дистанция) – это расстояние между ними.

Скорость является качественной характеристикой движения ТП и оценивает целевую функцию транспорта – быстроту транспортного процесса. В ОДД в зависимости от методов измерения и расчёта сложилась определённая терминология при характеристике скорости (рис. 6.5).

Временная (мгновенная) скорость – скорость транспортного средства в каком-либо сечении дороги. Измерение мгновенной скорости не представляет трудностей, т.к. при этом используются разнообразные средства измерений: секундомер, фиксирующий прохождение мерного участка; видеокамера; радар; транспортный детектор. Кроме того, для получения достоверных результатов можно замерить скорости множества автомобилей в ТП. По-

этому мгновенная скорость наиболее широко применяется в практической деятельности по ОДД.

Пространственная скорость оценивает изменение скоростного режима по длине магистрали и наиболее полно характеризует условия движения на УДС. Однако подобную информацию можно получить только в процессе непрерывной записи скорости с использованием дорожно-исследовательской лаборатории. Достоверность результатов измерений обеспечивается многократным проездом по исследуемой магистрали.

Скорость движения оценивается только с учётом времени движения автомобиля по УДС, а скорость сообщения определяется с учётом всех задержек при движении. Очевидно, что именно скорость сообщения способна объективно оценить уровень ОДД на исследуемом участке УДС.



Рис. 6.5. Разновидности скорости транспортного средства (потока)

Темп движения. На основе данных о скорости ТП можно определить такой удельный показатель, как темп движения – величину, обратную скорости сообщения. Темп движения оценивает время прохождения единицы длины маршрута и предоставляет наглядную информацию об условиях организации движения и перевозок. Таким образом, темп движения имеет идентичный информативный признак, что и скорость, а именно – оценка быстроты транспортного процесса, но только с позиции затраченного времени.

Задержки движения характеризуются потерей времени при прохождении транспортным средством заданного маршрута. В свою очередь, любой маршрут движения в общем случае состоит из транспортных узлов (примыкания, перекрёстки, развязки в разных уровнях) и перегонов. Соответственно, причины возникновения транспортных задержек на разных элементах УДС заданного маршрута различны (рис. 6.6).



Рис. 6.6. Разновидности транспортных задержек

Задержки в транспортных узлах являются результатом необходимости пропуска транспортных и пешеходных потоков по пересекающимся направлениям.

Задержки на перегонах характеризуются потерей времени при прохождении транспортным средством заданного перегона с границами $[l_1, l_2]$ со скоростью сообщения ниже оптимальной:

$$t_{\Delta} = \int_{l_1}^{l_2} \left(\frac{1}{v_{\phi}} - \frac{1}{v_0} \right) dl, \text{ с/км}, \quad (6.7)$$

где v_{ϕ} ; v_0 – соответственно фактическая и оптимальная скорости сообщения.

Оптимальной скоростью в данном случае следует считать скорость сообщения, обеспечивающую минимум потерь времени, топлива, расходов, связанных с износом автомобиля, потерь от ДТП и т.д. Ввиду трудности определения истинного значения оптимальной скорости в практике ОДД условно в качестве оптимальной принимают разрешённую (расчётную по условию безопасности) скорость на данном участке дороги. В целом задержки на перегонах являются результатом маневрирования, наличия в потоке автомобилей, движущихся с малыми скоростями, движения пешеходов, остановок и стоянок транспортных средств, перенасыщенности ТП.

Зная задержки отдельного автомобиля на маршруте t_{Δ} , можно определить суммарную задержку ТП

$$T_{\Delta} = t_{\Delta} \cdot q \cdot T, \text{ авт-ч/км}. \quad (6.8)$$

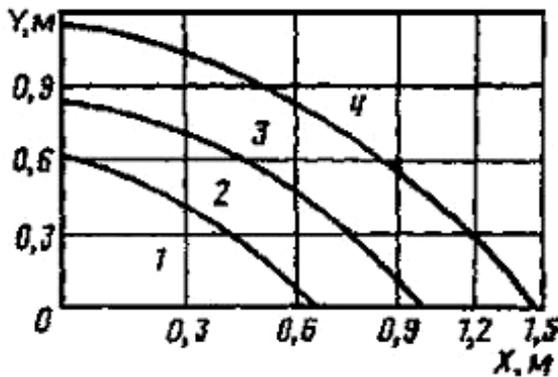
В совокупности все эти зависимости позволяют прогнозировать изменение состояния транспортного потока и пропускной способности при планировании мероприятий по совершенствованию ОДД и развитию УДС.

6.2. Характеристики пешеходного движения

Номенклатура характеристик пешеходного движения во многом согласуется с аналогичной номенклатурой для ТП (табл. 6.1). Характеристики пешеходного движения имеют такие же информативные признаки, что и соответствующие характеристики ТП при их определённой адаптации применительно к пешеходному движению. На практике основными параметрами для оценки пешеходного движения являются скорость, интенсивность и плотность, физический смысл которых аналогичен соответствующим показателям ТП [7, 12, 13, 20, 21].

Скорость движения пешеходов в зависимости от возраста, психофизиологического состояния человека, цели передвижения, плотности потока колеблется в среднем от 0,5 до 1,6 м/с.

Интенсивность пешеходного потока q_n определяется числом пешеходов, проходящих через определённое поперечное сечение пешеходного пути в единицу времени.



x, y – дистанции соответственно в продольном и поперечном направлениях, 1 – насыщенный – $S \leq 0,5 \text{ м}^2/\text{чел.}$; 2 – стеснённый – $S = 0,5 - 1,5 \text{ м}^2/\text{чел.}$; 3 – частично стеснённый – $S = 1,5 - 2,5 \text{ м}^2/\text{чел.}$; 4 – свободный – $S > 2,5 \text{ м}^2/\text{чел.}$

Рис. 6.7. Виды пешеходных потоков

Плотность пешеходного потока k_n определяется числом пешеходов, приходящихся на квадратный метр площади. Плотность является величиной, характеризующей уровень обслуживания пешеходного пути, и мерой этого уровня выступает площадь S , приходящаяся на одного человека (рис. 6.7).

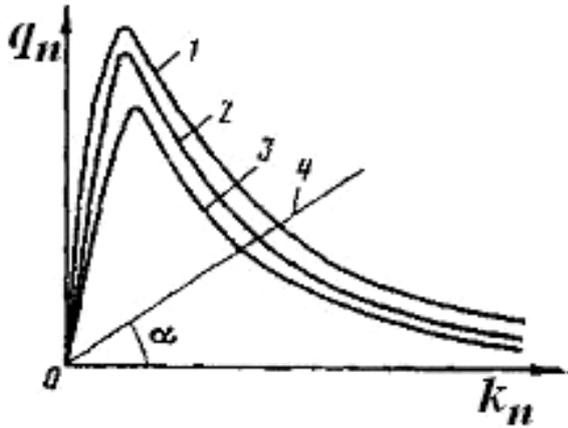
Интенсивность, плотность и скорость пешеходного потока взаимозависимы (рис. 6.8).

Средняя скорость потока может быть определена как отношение

удельной интенсивности к плотности потока.

При небольшой плотности пешеходного потока скорости движения пешеходов могут иметь значительные колебания в виду свободы её выбора у отдельного пешехода. В случае плотного

потока скорости выравниваются, движение носит взаимосвязанный характер, интенсивность движения падает.



1 – упорядоченный односторонний; 2 – упорядоченный двусторонний; 3 – неупорядоченный поток; 4 – радиальный вектор, тангенс угла которого характеризует скорость потока

Рис. 6.8. Основная диаграмма пешеходного потока

Интенсивность пешеходных потоков – неравномерная в пространстве и времени величина, что может быть оценено коэффициентом неравномерности, представляющим отношение фактической интенсивности q_f за рассматриваемый период к средней q_c за более длительный промежуток времени.

По мере возрастания плотности пешеходы стремятся сохранить определённую дистанцию в продольном и попе-

речном направлениях для возможности осуществления пространственного манёвра (см. рис. 6.7). Требуется минимум $2,5 \text{ м}^2$ на каждого пешехода, чтобы была возможность для осуществления необходимого манёвра. С увеличением плотности скорость потока падает.

Организация движения пешеходных потоков предусматривает решение следующих специфических вопросов: обеспечение безопасности движения; назначение оптимальных маршрутов движения основных пешеходных потоков; разобщение транзитных пешеходных потоков с потоками, образованными при заполнении зданий и высвобождении их от людей; создание оптимальных условий (удобств) передвижения людей по коммуникационным путям, выражающееся в обеспечении минимальных затрат времени и энергии; обеспечение удобных и безопасных «контактов» переходов с транспортным путём; рациональная организация остановок, стоянок, станций и вокзалов.

Использование тех или иных методов организации пешеходного движения находится в тесной зависимости от многих факторов, которые можно объединить в пять групп: градострои-

тельные, дорожно-планировочные, дорожно-эксплуатационные, субъективные и экономические.

Градостроительные факторы выступают в виде планировочных особенностей схем путей сообщения, расположения пунктов тяготения и генерации пешеходных потоков. В качестве основных *дорожно-планировочных факторов* необходимо учитывать ширину проезжей части, условия взаимной видимости водителей и пешеходов, характер поперечного профиля улицы.

Дорожно-эксплуатационные факторы включают в себя интенсивность пешеходного и транспортного движения, скорость движения транспортных средств, режим регулирования. К *субъективным факторам* относятся состав пешеходного потока по признакам возраста и пола, целевое назначение пешего передвижения, уровень дорожного воспитания участников движения – водителей и пешеходов, эффективность дорожного надзора, транспортная адаптация пешеходов.

Экономические факторы включают капитальные затраты и эксплуатационные расходы на строительство и содержание технических средств организации и обеспечения пешеходного движения, дальность передвижения, величину задержек транспортных средств и пешеходов.

В соответствии с перечисленными факторами и конкретными задачами мероприятия по организации пешеходного движения можно объединить в три группы.

1. Градостроительные, решающие вопросы рациональной организации архитектурно-пространственной среды.
2. Транспортные, связанные с решением вопросов обеспечения безопасности и организации движения пешеходов и транспорта.
3. Функционально-планировочные, связанные с расчётом коммуникационных путей.

Передвижение людей представляет собой одну из основных функций их жизнедеятельности и определяется местом их работы и жительства. В большинстве своём передвижения людей являются регулярными во времени, имеют относительную пространственно-временную устойчивость и подчиняются определённым закономерностям. Выявление этих закономерностей и их использование для создания населению оптимальных условий передвижения в застройке является задачей организаторов движения.

6.3. Соотношения между характеристиками транспортного потока

В общем виде соотношение между интенсивностью, плотностью и скоростью в теории ТП носит название основного уравнения ТП и имеет вид

$$q = k \cdot v, \text{ авт/ч.} \quad (6.9)$$

Соответственно, графическое представление основного уравнения в теории ТП называют основной диаграммой ТП (рис. 6.9, где q_m – максимальная интенсивность движения, k_m – оптимальная (при максимальной интенсивности) плотность ТП, k_j – максимальная плотность ТП, v_f – скорость свободного движения) [3, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 20, 21, 23, 26].

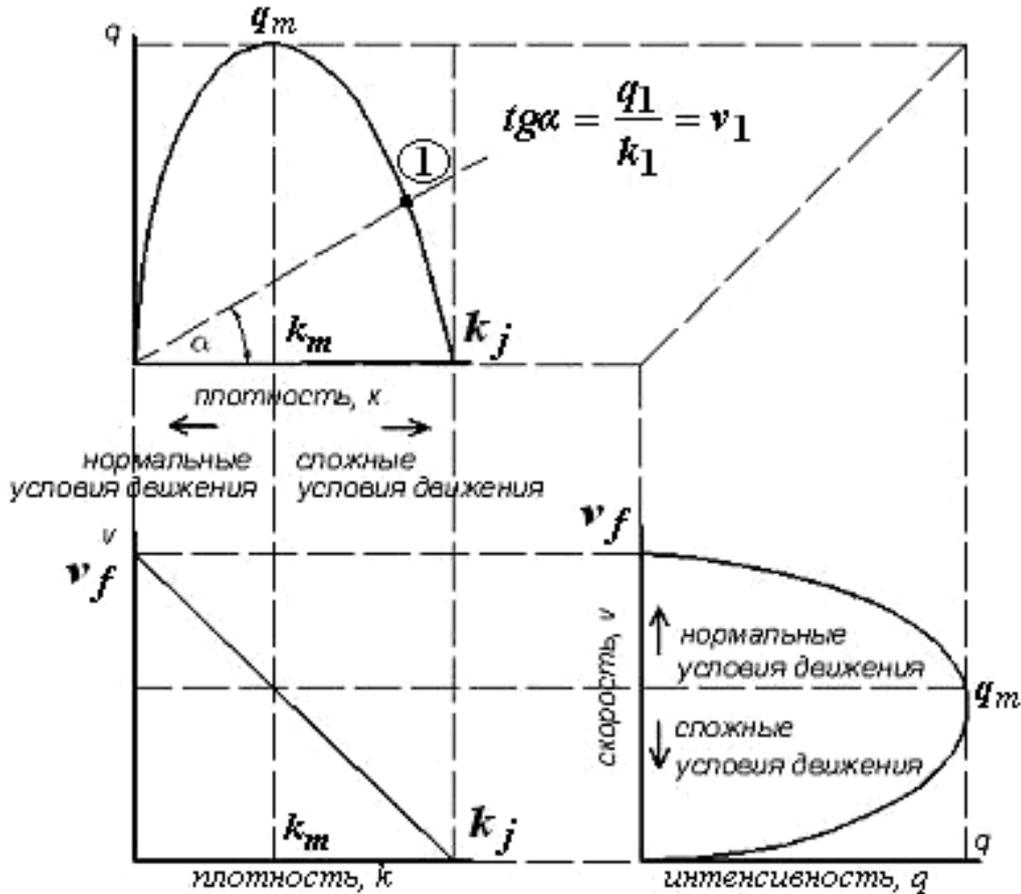


Рис. 6.9. Основная диаграмма транспортного потока

На основной диаграмме прослеживаются фундаментальные закономерности изменения состояния ТП. Первая характерная точка соответствует нулевой интенсивности и плотности и харак-

теризует абсолютно свободные условия движения. Первоначально увеличение плотности вызывает возрастание интенсивности движения, и этот процесс продолжается до достижения пропускной способности дороги q_m (вторая характерная точка – точка экстремума на основной диаграмме). Дальнейшее увеличение плотности приводит к значительному ухудшению условий движения, возникновению предзаторовых ситуаций, снижению интенсивности движения. Третья характерная точка соответствует полной остановке движения при максимальной плотности k_j и нулевой интенсивности (полный транспортный затор).

Исходя из основного уравнения ТП, тангенс угла наклона радиус-вектора, проведённого из начала координат основной диаграммы к какой-либо точке графика (в данном случае точка 1 на рис. 6.9), показывает скорость движения при данной интенсивности и плотности.

Соотношения между интенсивностью, плотностью и скоростью, базирующиеся на основном уравнении ТП, относятся к макромоделям ТП. Разнообразие условий функционирования системы ВАДС обусловило возникновение множества различных по свойствам макромоделей ТП. Используя эти модели, можно определить пропускную способность участков сети, оптимальный уровень загрузки, время поездки при данной интенсивности движения и т.д. Вследствие воздействия на систему ВАДС различных возмущающих факторов, при проведении транспортных обследований практически никогда не удаётся получить данные, идеально соответствующие какой-либо зависимости.

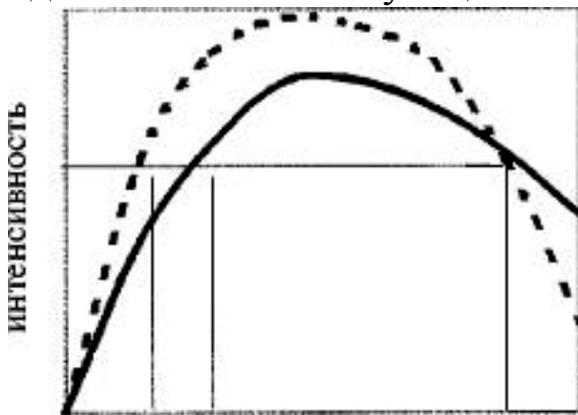


Рис. 6.10. Варианты основной диаграммы ТП

В этих условиях возможны различные варианты при анализе основной диаграммы ТП. Если для двух точек с различной плотностью получены равные интенсивности движения, это может означать, что данные точки или находятся на различных ветвях одной макромоделей, или принадлежат двум различным макромоделям ТП. Возни-

кают сложности и при интерпретации результатов, когда имеются три точки с различной плотностью и равной интенсивностью движения (рис. 6.10).

Поэтому в процессе исследования ДД и в соответствии с необходимостью решения конкретных задач ОДД разработаны различные типы макромоделей ТП. Несмотря на сложность многих макромоделей, практически все их варианты получены на методической основе построения моделей Б. Гриншилдса и Г. Гринберга путём их дальнейших преобразований. Для этих моделей зависимости между интенсивностью, плотностью и скоростью описываются следующими уравнениями:

◆ макромодель Б. Гриншилдса, имеющая в своей основе линейную зависимость между скоростью и плотностью:

$$v = v_f \left(1 - \frac{k}{k_j} \right), \text{ км/ч.} \quad (6.10)$$

С учётом основного уравнения ТП (6.9)

$$q = k \cdot v_f \cdot \left(1 - \frac{k}{k_j} \right), \text{ авт/ч.} \quad (6.11)$$

◆ макромодель Г. Гринберга для логарифмической зависимости между скоростью и плотностью:

$$v = v_m \cdot \ln \left(\frac{k_j}{k} \right), \text{ км/ч.} \quad (6.12)$$

С учётом основного уравнения ТП (6.9)

$$q = v_m \cdot k \cdot \ln \left(\frac{k_j}{k} \right), \text{ авт/ч.} \quad (6.13)$$

где v_m – оптимальная (при интенсивности равной пропускной способности) скорость.

Уравнения (6.11) и (6.13) представляют собой, по сути, разновидности основного уравнения ТП. Зависимость между интенсивностью и плотностью по модели Гриншилдса имеет параболический вид. Поэтому пропускная способность достигается при плотности равной $k_j/2$ и определяется как

$$q_{max} = \frac{k_j \cdot v_f}{4}, \text{ авт/ч.} \quad (6.14)$$

Применение модели Гриншилдса не представляет трудностей, т.к. можно легко определить параметры модели – скорость свободного движения и максимальную плотность. Однако следует учитывать, что расчётные данные модели Гриншилдса показывают очень высокие значения пропускной способности.

Для приближения к реальным условиям во многих случаях используется обобщённая зависимость между интенсивностью и плотностью потока, полученная на основе модели Гриншилдса

$$q = v_f \cdot k \cdot \left(1 - \frac{k}{k_j}\right)^n, \text{ авт/ч.} \quad (6.15)$$

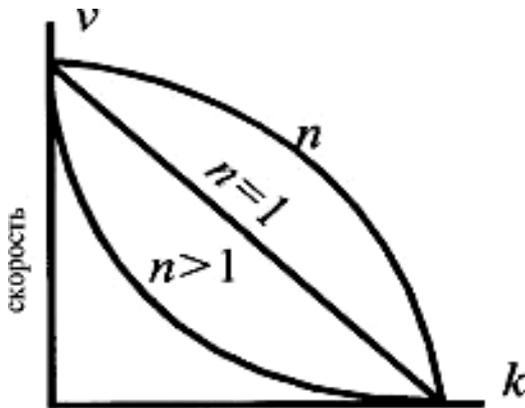


Рис. 6.11. Типы зависимостей между плотностью и скоростью при различных значениях параметра n уравнения (6.15)

Возможные при различных значениях параметра n типы зависимостей между плотностью и скоростью показаны на рис. 6.11.

Уровень пропускной способности по макромоделю Гринберга достигается при следующих условиях

$$q_{max} = \left(\frac{v_m \cdot k_j}{e} \right), \text{ авт/ч} \quad (6.16)$$

где e – основание натурального логарифма.

Во многих случаях данные транспортных обследований показывают, что фактические значения плотности и интенсивности не аппроксимируются какой-либо одной макромоделю ТП. Как правило, в этих ситуациях разные ветви основной диаграммы ТП описываются различными макромоделями. Стандартным учебным примером такой ситуации являются данные, полученные в тоннеле Линкольна в Нью-Йорке (рис. 6.12).

В подобных случаях для описания изменения интенсивности движения во всем диапазоне изменения плотности от нуля до k_j используются две макромоделю ТП для нормальных и сложных условий движения. Такие комбинации макромоделей назы-

вают разрывными, поскольку при переходе от одной модели к другой в зоне пропускной способности имеется разрыв из-за несовпадения расчётных данных. Один из вариантов сочетания моделей имеет вид:

$$q = k_m \cdot v \cdot \ln\left(\frac{v_f}{v}\right), \text{ при } k < k_m, \text{ авт/ч,}$$

$$q = v_m \cdot k \cdot \ln\left(\frac{k_j}{k}\right), \text{ при } k > k_m, \text{ авт/ч.} \quad (6.17)$$

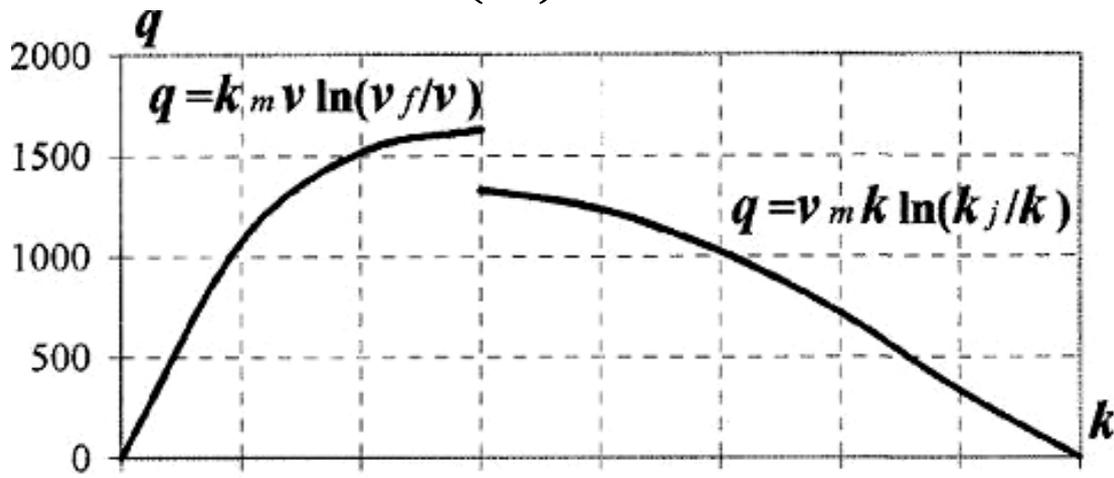


Рис. 6.12. Разрывная основная диаграмма ТП

При введении дополнительных параметров эта модель позволяет реально прогнозировать изменение состояния разнородного ТП, используя идею динамических коэффициентов приведения к легковому автомобилю.

Макромодели, учитывающие резкие колебания скорости и интенсивности движения при возникновении заторовых ситуаций, разработаны проф. В.В. Зыряновым и описываются при помощи теории катастроф [8]. При этом катастрофа сборки описывается уравнением

$$x^3 + a \cdot x + b = 0, \quad (6.18)$$

где x — параметр состояния, a, b — параметры управления.

При анализе соотношений между интенсивностью, плотностью и скоростью широко используются методы, базирующиеся на аналогии ТП с потоком жидкости или газа. Гидродинамическая аналогия позволяет получить функциональные зависимости

между характеристиками ТП исходя из уравнений движения непрерывного потока жидкости.

Рассмотрим движение ТП между двумя стационарными пунктами измерений (рис. 6.13).

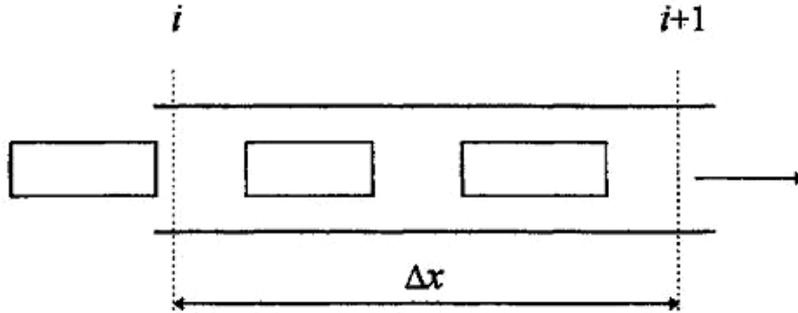


Рис. 6.13. Схема движения транспортного потока между двумя пунктами

Допустим, что за период измерений Δt на каждом пункте зафиксировано соответственно n_i и n_{i+1} автомобилей.

Следовательно, интенсивность движения в каждом сечении дороги составит

$$q_i = \frac{n_i}{\Delta t}, \quad q_{i+1} = \frac{n_{i+1}}{\Delta t}, \quad \text{авт/ч.} \quad (6.19)$$

В общем случае $n_i \neq n_{i+1}$, поэтому существуют различия в интенсивности движения в пунктах измерений

$$\frac{n_{i+1} - n_i}{\Delta t} = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \Delta q, \quad \text{авт/ч.} \quad (6.20)$$

Изменение числа автомобилей между пунктами измерений составит

$$\Delta n = \Delta q \cdot \Delta t. \quad (6.21)$$

Учитывая, что расстояние между пунктами измерений равно Δx , изменение плотности ТП составит

$$\Delta k = \frac{n_{i+1} - n_i}{\Delta x} = \frac{\Delta n}{\Delta x}, \quad \text{авт/км.} \quad (6.22)$$

$$\text{или } \Delta n = \Delta k \cdot \Delta x. \quad (6.23)$$

Рассматривая значения Δn в уравнениях (6.21) и (6.23), необходимо иметь в виду различие в знаках при Δq и Δk . Если на участок Δx поступает больше автомобилей, чем покидает его, то плотность ТП увеличивается, а $\Delta q < 0$. Поэтому

$$-\Delta q \cdot \Delta t = \Delta k \cdot \Delta x. \quad (6.24)$$

И в конечном виде

$$\frac{\Delta q}{\Delta x} + \frac{\Delta k}{\Delta t} = 0 \quad \text{или} \quad \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial k}{\partial t} = 0. \quad (6.25)$$

Выражение (6.25) является уравнением неразрывности потока жидкости и аналогичную роль играет при описании ТП.

Согласно гидродинамической аналогии, уравнение движения ТП на данном участке дороги имеет вид

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{c^2}{k} \frac{\partial k}{\partial x}, \quad (6.26)$$

где c – коэффициент.

Это уравнение соответствует зависимости между плотностью и скоростью – с уменьшением плотности происходит приращение скорости ТП.

Анализируя совместно уравнения (6.9), (6.25) и (6.26), можно получить логарифмическую модель ТП

$$q = v_m \cdot k \cdot \ln\left(\frac{k_j}{k}\right), \text{ авт/ч.} \quad (6.27)$$

На основе уравнения 6.9 для каждого сечения проезжей части можно построить основную диаграмму ТП, работающую в определённом временном интервале. Интенсивность может быть определена через динамический габарит L_∂ :

$$q = \frac{1000}{L_\partial} \cdot v, \text{ авт/ч.} \quad (6.28)$$

Воспользовавшись третьим методом расчёта динамического габарита, в выражении (6.5) следует учитывать нормативные значения конструктивных параметров различных автомобилей и ориентироваться на смешанный состав транспортных средств в потоке. В этом случае можно получить зависимость динамического габарита L_∂ от средней скорости ТП.

Для сопоставления теоретической модели и экспериментальных данных использованы данные статистического эксперимента. Характеристика сечений дорог при проведении эксперимента следующая: многополосные магистрали первой категории, без радиусов в плане и уклонов в профиле, коэффициент сцепления в пределах 0,6 – 0,7. Эксперимент проводился в двух транспортных ситуациях – при средних значениях плотности и в заторовой ситуации. Дискретность опроса детектора транспорта составляет от 10 до 30 секунд. Результаты исследования приведены на рисунке 6.14.

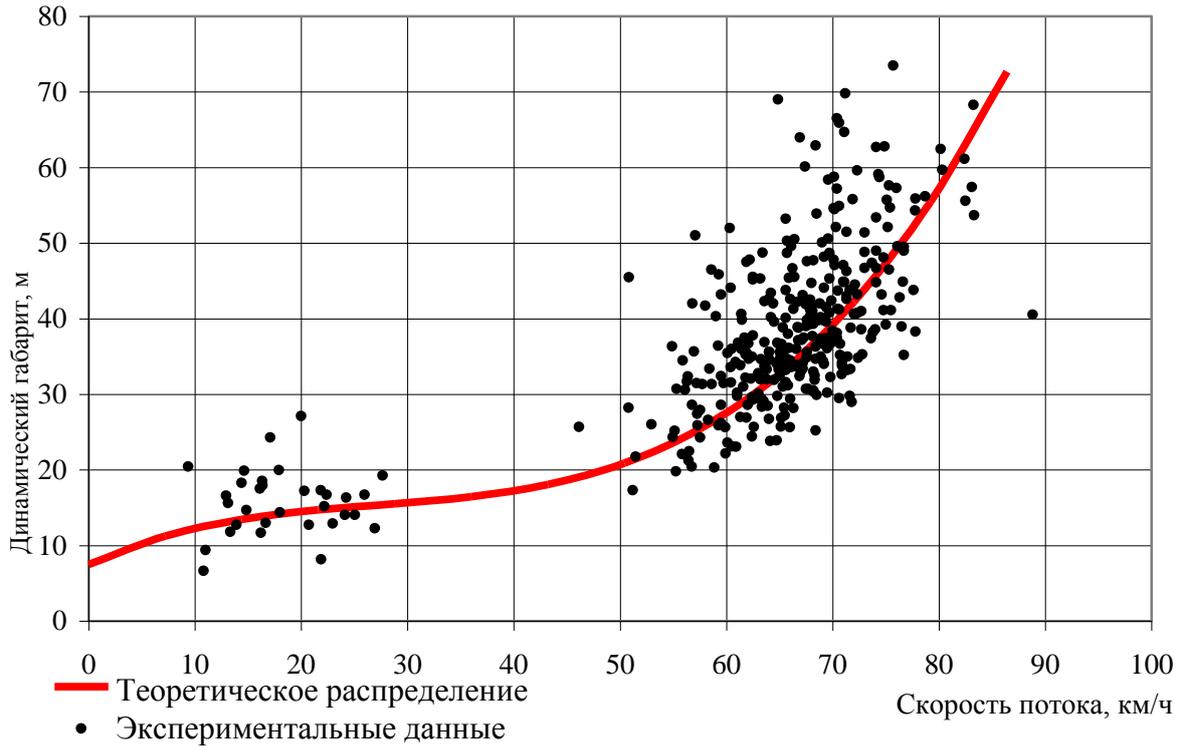


Рис. 6.14. Теоретическое и экспериментальное распределения значений динамического габарита автомобилей

Наблюдаемые значения (рис. 6.14) разбросаны вокруг кривой регрессии. Чем ближе они группируются около этой кривой, тем существенней взаимосвязь теоретической модели и экспериментальных данных.

Одним из наиболее важных приложений гидродинамической аналогии к решению практических задач является анализ процессов, происходящих в ТП при возникновении на дороге «узких» мест. Такие места возникают при резком снижении пропускной способности участка дороги, ДТП, уменьшении числа полос. В этих случаях вследствие резкого изменения скорости движения в ТП возникают ударные волны.

Рассмотрим конкретный пример, связанный с появлением в ТП медленно движущегося транспортного средства. Возможность обгона исключена. В начальном состоянии интенсивность, плотность и скорость ТП равны соответственно q_1 , k_1 , v_1 . При появлении на дороге автомобиля, движущегося со скоростью v_2 , за ним начинает формироваться ТП при интенсивности q_2 и плотности k_2 (рис. 6.15).

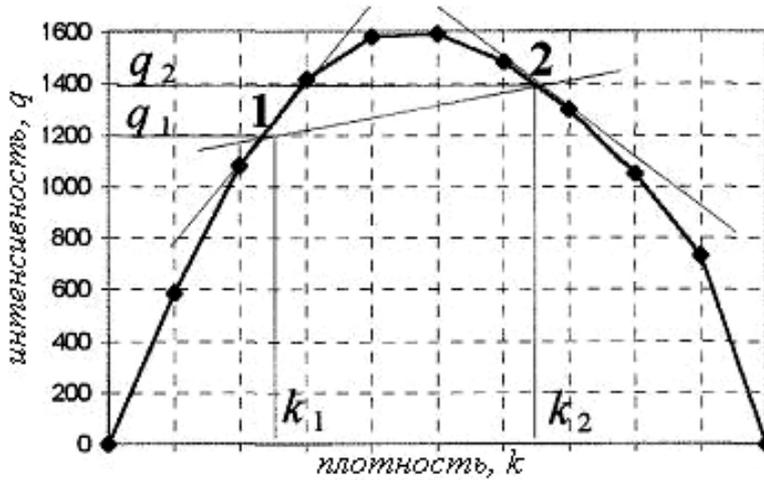


Рис. 6.15. Схема к возникновению «узкого» места после «узкого» места на УДС

$$v_{\theta} = \frac{q_1 - q_2}{k_2 - k_1}, \text{ км/ч.} \quad (6.29)$$

Знак при v_{θ} определяет направление распространения ударной волны. Например, для ситуации, изображённой на рис. 6.15., имеем:

$$\begin{aligned} q_1 &= 1200 \text{ авт/ч;} & q_2 &= 1400 \text{ авт/ч;} \\ k_1 &= 25 \text{ авт/км;} & k_2 &= 65 \text{ авт/км;} \\ v_1 &= 50 \text{ км/ч;} & v_2 &= 18 \text{ км/ч.} \end{aligned}$$

Для этих данных скорость ударной волны составляет 5 км/ч. Передняя часть очереди движется вперёд со скоростью медленно движущегося автомобиля $v_2 = 18$ км/ч, задняя часть очереди движется также вперёд со скоростью $v_{\theta} = 5$ км/ч. Скорость роста очереди автомобилей определяется разностью $v_2 - v_{\theta} = 13$ км/ч.

Приведённые подходы к описанию зависимостей между характеристиками ТП позволяют принимать обоснованные решения при разработке проектов ОДД.

6.4. Пропускная способность дороги и уровни удобства движения

Одной из важных характеристик автомобильной дороги является её пропускная способность. Пропускной способностью дороги называют максимальное количество автомобилей, которое может пройти через заданный участок дороги за единицу време-

За медленно движущимся автомобилем образуется очередь, длина которой зависит от скорости ударной волны v_{θ} . В свою очередь, величина v_{θ} определяется разностью в параметрах ТП до и по-

ни с учётом обеспечения требуемого уровня безопасности движения. Пропускная способность дороги и степень её использования является важнейшим проектировочным и эксплуатационным критерием. Уровень пропускной способности дороги определяется множеством факторов системы ВАДС (рис. 6.16): геометрическими характеристиками дороги и ДУ, составом ТП, методами и средствами регулирования движения и др.

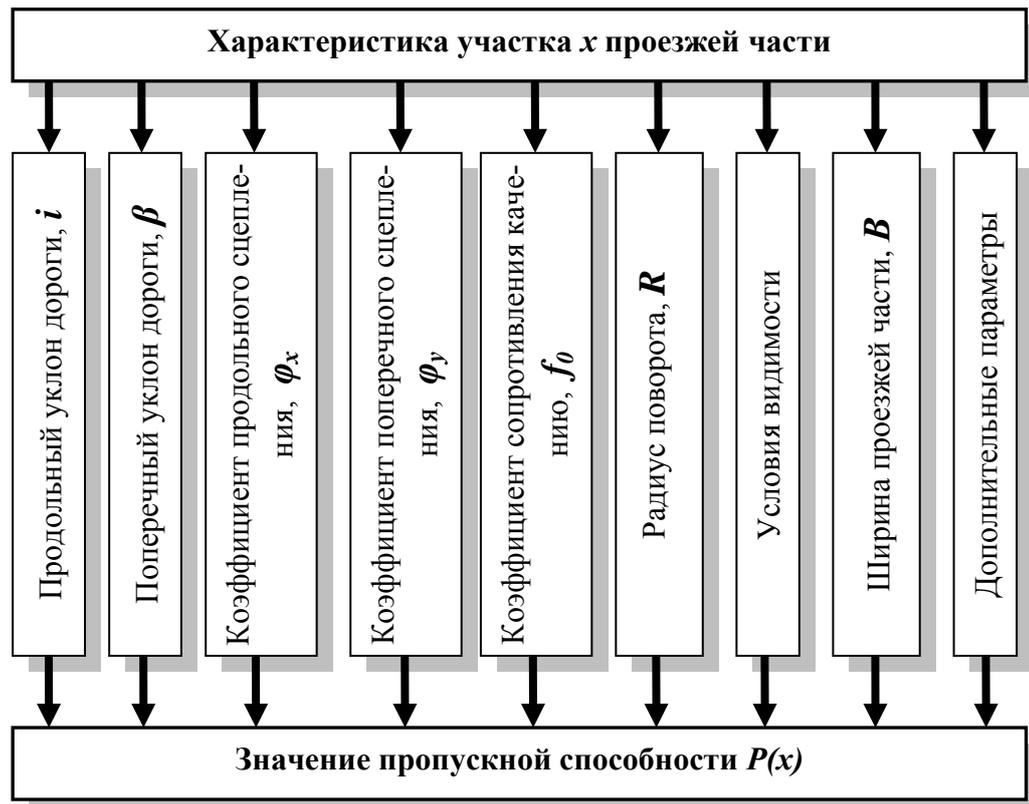


Рис. 6.16. Факторы, определяющие пропускную способность

Совокупность факторов, влияющих на пропускную способность заданного участка проезжей части можно разделить на две группы: факторы, влияющие на скорость свободного движения отдельного автомобиля, и факторы, связанные с движением автомобилей в ТП. Степень воздействия многих факторов на пропускную способность сопоставима с влиянием параметров дороги. Поэтому методически более правильно иметь в виду, что пропускная способность является характеристикой системы ВАДС.

Выделяют следующие разновидности пропускной способности дороги по методу определения её величины [12, 13]:

- нормативная – по нормативным данным о характеристиках дороги, ТП и методах ОДД;

- расчётная – расчётным путем с использованием теории ТП и моделирования движения;
- фактическая – измерением характеристик ТП на заданном участке дороги.

Определение пропускной способности с использованием справочной и нормативной документации является в настоящее время наиболее распространённым методом в практической деятельности по ОДД. Это объясняется простотой определения пропускной способности, наличием необходимой информации в СНиП и других нормативных документах, универсальностью методик по отношению к типовым элементам УДС и ОДД. Однако многие конкретные характеристики сети, изменения параметров ТП и условий движения могут быть при этом упущены, и зачастую нормативная пропускная способность не в полной мере будет соответствовать фактической. Из всего многообразия зависимостей, выражающих пропускную способность, наиболее точное её значение определяется через пиковое значение интенсивности движения и среднюю скорость свободного движения.

Выявление фактической пропускной способности требует систематического изучения характеристик ТП. Для получения достоверных результатов необходимо регистрировать все основные параметры ДД – интенсивность, плотность, скорость, состав потока. Экспериментальные данные должны быть получены в как можно более широком диапазоне изменения плотности ТП, поскольку уровень пропускной способности в различных условиях движения достигается при плотности, составляющей 0,3-0,6 от максимальной. Для получения сопоставимых результатов при оценке пропускной способности на каком-либо участке дороги не должен меняться интервал наблюдений, за который осредняются характеристики ТП. В большинстве случаев результаты замеров осредняются за периоды от 5 до 15 мин.

Полученные при определении фактической пропускной способности экспериментальные значения интенсивности, плотности и скорости имеют разброс, как правило, особенно значительный при интенсивности, превышающей 0,6-0,7 от уровня пропускной способности. Поэтому на заключительной стадии определения фактической пропускной способности особое значе-

ние имеет подбор зависимости, наиболее точно описывающей соотношения между характеристиками ТП для полученных данных. Для этого могут применяться существующие макромоделли ТП и регрессионные зависимости.

Расчётная пропускная способность определяется с использованием макромоделей ТП или моделирования движения автомобилей. При оценке пропускной способности по наиболее распространённым макромоделям достаточно иметь значения таких параметров, как скорость свободного движения v_f максимальная плотность k_j , скорость v_m и плотность k_m при достижении пропускной способности.

Моделирование движения автомобилей и последующий переход к параметрам ТП позволяет учесть многие факторы, влияющие на значение пропускной способности в реальных условиях. Такие преимущества способствуют интенсивному развитию этого направления оценки расчётной пропускной способности. Применяемые детерминированные и стохастические модели движения автомобилей будут рассмотрены ниже.

Пропускная способность одной полосы движения для потока легковых автомобилей составляет 1500-2400 авт/ч. Уровень пропускной способности определяется, в основном, такими факторами, как состав ТП, число полос движения, наличие уклонов, тип и состояние дорожного покрытия, наличие пересечений в одном уровне и схема регулирования движения на них [13]. С увеличением в ТП доли грузовых автомобилей пропускная способность снижается.

При расчёте пропускной способности реальной дороги P_p можно воспользоваться системой поправочных коэффициентов, учитывающих эксплуатационные условия. Такой метод применяется в США. В общем виде формула для расчёта P_p по этой методике имеет вид

$$P_p = P_t \cdot \prod_{i=1}^n k_i, \text{ авт/ч,} \quad (6.30)$$

где P_t – расчётная пропускная способность при идеальных условиях (теоретическая); k_i – коэффициенты, учитывающие факти-

ческие условия движения (ширину полосы движения, состав ТП, величину и протяжённость уклонов, наличие пересечений и т.д.).

Исследования на многополосных дорогах показали, что их пропускная способность увеличивается не строго пропорционально числу полос. Это явление объясняется тем, что на многополосной дороге при наличии пересечений в одном уровне автомобили маневрируют для поворотов налево и направо, разворотов на пересечениях, подъезда к краю проезжей части для остановки. Кроме того, даже при отсутствии указанных перестроений параллельные насыщенные ТП создают стеснение движения из-за относительно небольших и непостоянных боковых интервалов, так как водители не в состоянии обеспечить постоянное движение, идеально совпадающее с воображаемой осью размеченной полосы дороги.

При расчёте пропускной способности многополосной дороги это явление необходимо учитывать коэффициентом многополосности k_{mn} . Пропускную способность рекомендуется определять умножением пропускной способности полосы P_n на коэффициент многополосности, который принимается для 2-полосной дороги одного направления 1,9, для 3-полосной – 2,7, для 4-полосной – 3,5, для 5-полосной – 4,3.

На городских улицах одним из основных факторов, определяющих пропускную способность, является наличие пересечений в одном уровне, когда приходится прерывать ТП для пропуска их по пересекающим направлениям с помощью светофорного регулирования или выделенного приоритета. В этом случае для движения ТП данного направления через перекрёсток используется лишь часть расчётного времени, так как остальная часть отводится для пересекающего ТП. Тогда пропускная способность зависит от соотношения транспортной нагрузки на пересекающихся улицах и уровня управления движением (жёсткое, адаптивное или координированное регулирование).

Таким образом, на практике для оперативного определения пропускной способности реальной дороги P_p вместо выражения (6.30) можно воспользоваться его упрощённым аналогом

$$P_p = P_n \cdot k_{mn} \cdot \alpha_p, \text{ авт/ч,} \quad (6.31)$$

где α_p – коэффициент, учитывающий влияние регулируемого пересечения, $\alpha_p < 1,0$.

Коэффициент α_p зависит от удельной интенсивности пересекающихся потоков и оптимальности режима регулирования. При близких по удельной интенсивности пересекающихся потоков этот коэффициент колеблется в пределах 0,4-0,6.

На основе анализа соотношений между характеристиками ТП, а также использования дополнительной информации о пропускной способности, стабильности скоростного режима, безопасности движения, экономичности установлены уровни удобства движения, которые дифференцируются по значениям следующих параметров:

- ◆ коэффициента загрузки – $z = q/q_{max}$,
- ◆ коэффициента насыщения – $\rho = k/k_j$;
- ◆ коэффициента скорости – $c = v / v_f$.

Уровни состояния ТП изображены на рис. 6.17 [5, 8, 13, 23].

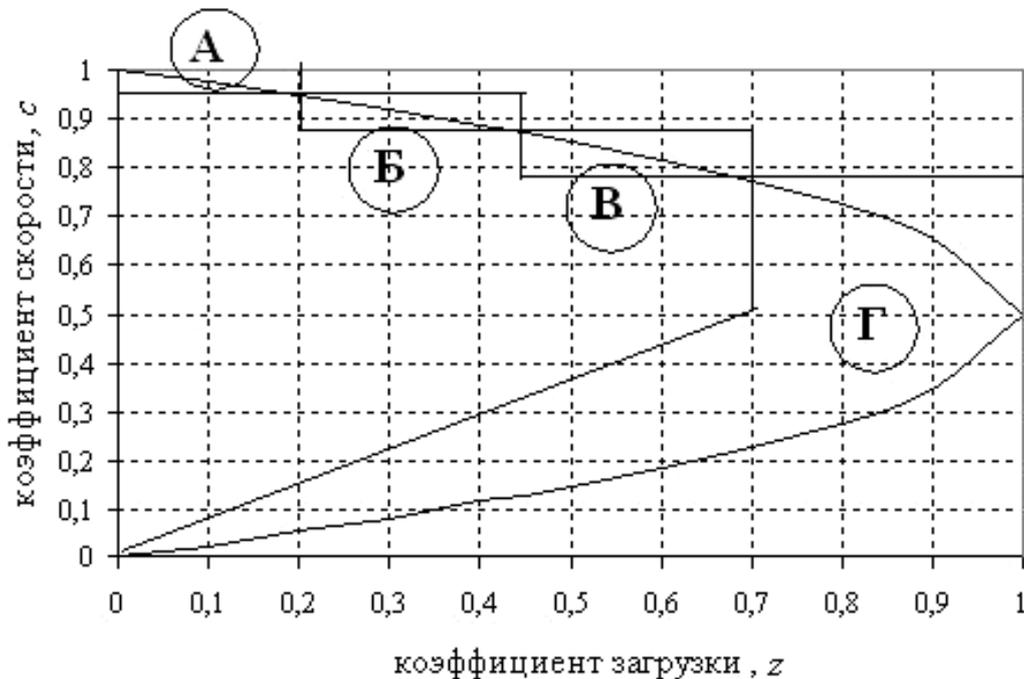


Рис. 6.17. Границы уровней удобства движения

Для уровня удобства А состояние ТП классифицируется как свободное. Интенсивность движения при этом не превышает 0,2 от максимальной. При такой низкой интенсивности движения ТП

представляет собой отдельно движущиеся автомобили. Водитель может выдерживать желаемую скорость движения с учётом ДУ и динамических качеств автомобиля. Скорость составляет не менее 0,9 от скорости свободного движения. Преобладающий тип ДТП в этих условиях – потеря управления и опрокидывание из-за превышения скорости движения. При этом уровне удобства опрокидывания составляют около 80% всех ДТП.

Уровень удобства движения Б соответствует частично связанному состоянию ТП. При увеличении транспортной нагрузки автомобили начинают взаимодействовать друг с другом. Возрастает число обгонов. Интенсивность движения изменяется от 0,2 до 0,45 от максимальной. Скорость движения падает в диапазоне от 0,9 до 0,7 от скорости свободного движения. Преобладающий тип ДТП в этих условиях – столкновение. На них падает около 50% общего числа ДТП при данном уровне удобства движения. В целом риск попадания в ДТП возрастает по сравнению со свободными условиями движения.

Условия движения становятся более сложными при уровне удобства В, при котором формируется связанный ТП. Транспортная нагрузка возрастает от 0,45 до 0,7 от максимальной интенсивности движения. Происходит дальнейшее более резкое падение скорости, которая изменяется в диапазоне от 0,7 до 0,55 от скорости свободного движения. В ТП возникают очереди движущихся автомобилей. Попутные и встречные столкновения составляют около 75% ДТП при данном состоянии потока.

Плотный насыщенный поток существует при уровне удобства Г. Скорость движения очень низка. Режим движения отличается высокой неравномерностью, остановками. Возникают предзаторовые и заторовые ситуации. Возможности обгона практически отсутствуют вследствие стеснённых условий движения. Основной вид ДТП – попутные столкновения.

6.5. Методические основы организации дорожного движения

По мере развития автомобилизации в течение десятилетий в мире накапливался опыт обеспечения безопасности, эффективности и удобства ДД в городах и на автомобильных дорогах методами ОДД с применением соответствующих технических

средств. Этот процесс будет продолжаться и далее в соответствии с развитием техники и технологии наземного транспорта, а также дорожного и городского строительства.

Научные исследования и практическая инженерная деятельность в области организации движения позволили накопить широкий комплекс требований к дорожному строительству и специфических инженерных решений, позволяющих получить желаемый эффект при массовом движении транспортных средств и пешеходов [1, 12, 13].

Все разработки различных методов организации движения имеют тесную взаимосвязь и даже взаимопроникновение. Поэтому весьма сложно создать чёткую и неоспоримую классификацию этих методов. Тем не менее, для систематизации знаний необходимо прибегнуть к обобщениям и классификации, хотя и несколько условным. Ниже рассмотрены наиболее характерные методические направления ОДД. При этом необходимость ликвидации неудовлетворительного технического состояния дорог как предварительного этапа при внедрении мероприятий по ОДД на существующей УДС остаётся первостепенной задачей в практике ОДД. Без обследования дорожных условий и устранения выявленных недостатков приступать к реализации разработок по совершенствованию организации движения нельзя, так как самые прогрессивные решения не могут дать эффекта при неудовлетворительном состоянии дорог. Решение этого вопроса по существу относится к сфере технической эксплуатации УДС и поэтому при всей его важности как методическое направление организации движения его выделять не следует [12].

6.5.1. Разделение движения в пространстве

Разделение движения в пространстве реализуется следующими типичными способами:

- ◆ канализирование движения на перегонах и перекрёстках;
- ◆ развязка движения в разных уровнях;
- ◆ маршрутизация перевозок;
- ◆ введение одностороннего движения.

В самом общем виде разделение движения в пространстве предопределяет пропорциональное развитие УДС по мере развития автомобильного парка. Это позволяет обеспечить достаточную площадь проезжей части дорог для рассредоточения автомобилей в пространстве во время движения. К сожалению, существенное отставание развития УДС от роста автомобилизации и населения всё больше осложняет ДД.

Глобальными задачами являются формирование УДС в каждом городе и регионе, соответствующие строительству и реконструкция путей сообщения пропорционально росту населения, парку транспортных средств, потребности жителей, промышленности и сельского хозяйства в транспортном обслуживании. Эти задачи общегосударственного масштаба и они должны решаться на основе генеральных планов капитального строительства не самими структурами, занимающимися вопросами ОДД, а лишь при участии в проектировании специалистов ОДД. Также должны решаться эти проблемные вопросы и на региональном уровне.

Канализирование движения на перегонах предполагает, прежде всего, разделение встречных ТП, чтобы ликвидировать самые опасные конфликтные точки встречного столкновения, а также разделение движения по полосам попутного направления. Продольная разметка проезжей части позволяет упорядочить движение, сформировать ряды, что способствует повышению общей пропускной способности дороги и безопасности движения. Средством канализирования на перегонах является устройство разделительных полос на широких дорогах с установкой на них ограждений. Для выделения полос основным средством является дорожная разметка. В качестве временных средств выделения полос для движения применяют переносные конусы, деревянные стойки и барьеры.

Пример канализирования движения на перегоне с помощью разделительной полосы и продольной разметки показан на рис. 6.18.

Одним из важнейших элементов канализирования движения на узких внегородских дорогах (по одной полосе для встречных направлений движения) является не только нанесение «осевой» линии дорожной разметки, но и обозначение края проезжей части. Это улучшает ориентировку водителя и снижает вероятность

съезда правыми колесами на обочину (например, при встречном разъезде в темноте), что нередко является причиной ДТП (съезда в кювет).

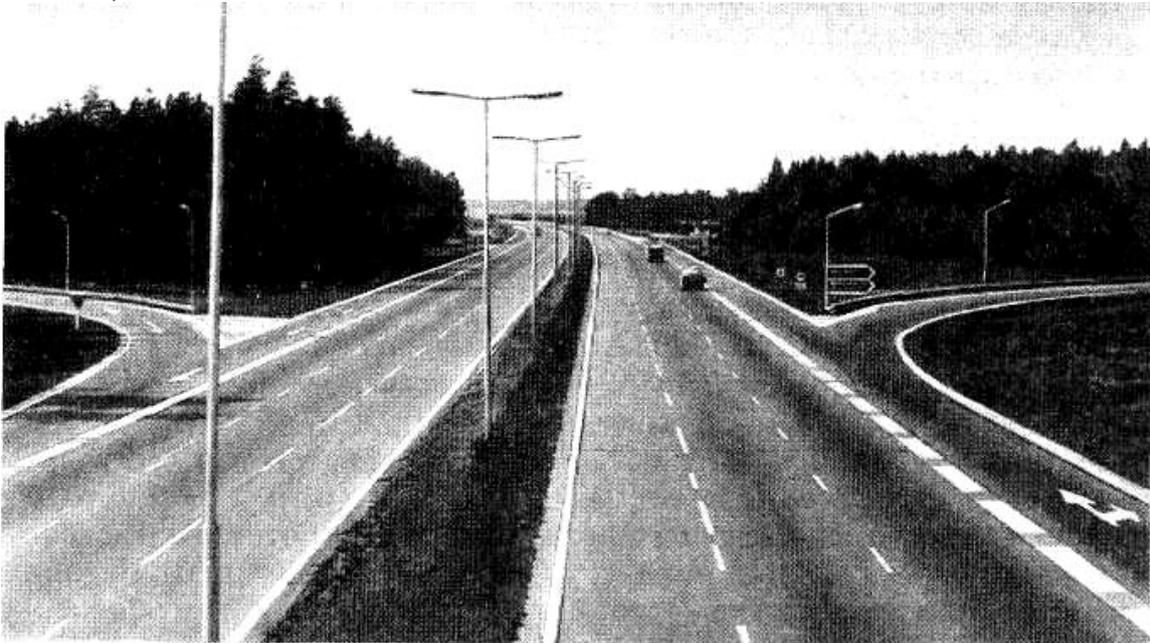
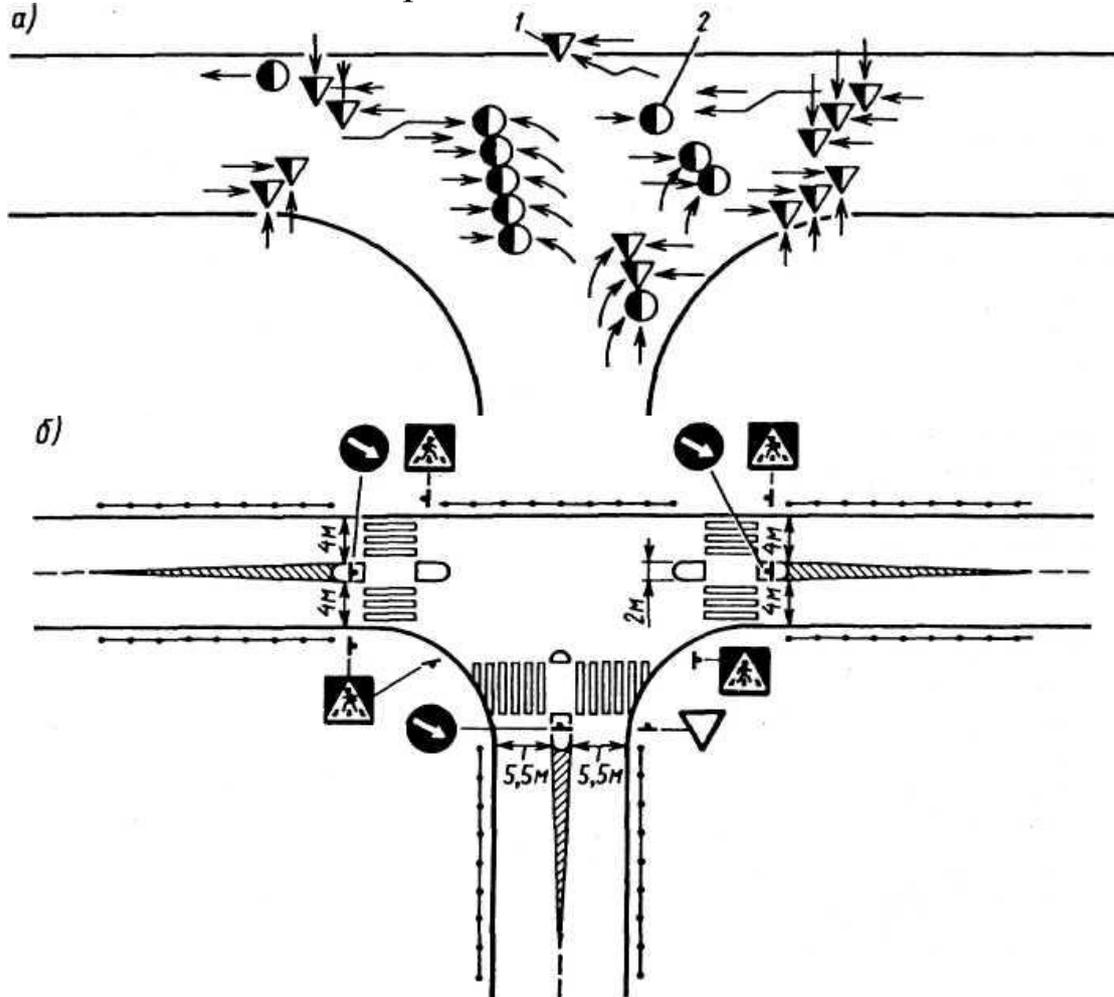


Рис. 6.18. Канализирование движения на автомагистралях

Канализирование движения в зоне перекрёстков предназначено для сокращения числа и опасности конфликтных точек за счёт направления ТП и пешеходов по наиболее благоприятной и безопасной траектории. Канализирование движения облегчает ориентировку и повышает чёткость взаимодействия водителей на сложных по конфигурации пересечениях и в тех местах УДС, где излишняя площадь создаёт предпосылки хаотического движения, распространения зон конфликтных точек.

Канализирование особенно необходимо на сложных и больших по площади пересечениях, где избыточная площадь проезжей части позволяет водителям двигаться по различным произвольным траекториям, создаёт многочисленные конфликтные точки. Отсутствие определённой траектории движения в таких местах затрудняет ориентировку водителей и пешеходов. Здесь канализирование выступает в форме резервирования излишней ширины проезжей части разметкой или с помощью возвышающихся островков, преимуществом которых является их лучшая видимость для водителей, особенно при загрязнении дороги или снеговом покрове.

В качестве примера на рис. 6.19 показано, как можно улучшить организацию движения на перекрёстке при введении канализирования транспортных и пешеходных потоков за счёт устройства направляющих островков, организованных переходов через проезжую часть и рационального размещения дорожных знаков и пешеходных ограждений.

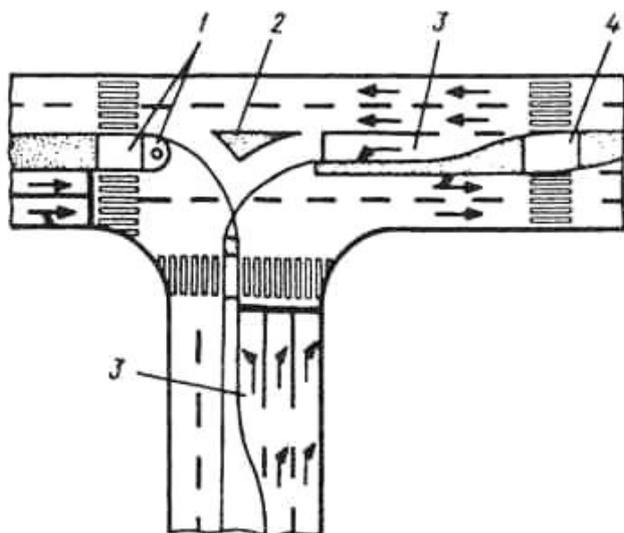


а) – места ДТП; б) – мероприятия по организации движения; 1 – наезды на пешеходов; 2 – столкновения транспортных средств

Рис. 6.19. Улучшение организации движения на перекрёстке

Островки могут служить не только для защиты пешеходов на переходах через проезжую часть, но и для размещения на них дорожных знаков, а при необходимости – светофоров, маячков или мачт освещения. Для того чтобы выполнять функцию реальной защиты, островок должен иметь высоту борта не менее 35 см и соответствующую прочность. Направляющие островки могут не только направлять ТП, но и воздействовать на его скорость, принудительно снижая её при сужении проезжей части в зоне

островков. На рис. 6.20 направляющие островки на перекрёстке служат одновременно и островками безопасности для пешеходов. С помощью канализирования они обеспечивают защиту автомобиля, ожидающего возможности повернуть налево, и ликвидируют этим опасность попутного столкновения.



1 – островок для защиты пешеходов и установки колонки с дорожным знаком; 2 – направляющий островок; 3 – «карманы» для защиты автомобилей, ожидающих возможности повернуть налево или развернуться; 4 – островок безопасности для пешеходов

Рис. 6.20. Пример канализирования движения на перекрёстке

На рис. 6.21 показан пример канализирования подходов к косоугольному перекрёстку с помощью дорожной разметки и устройства направляющего островка, отделяющего правоповоротный поток с магистрали *A* на магистраль *B*. Это позволяет упростить схему организации движения на самом перекрёстке *C* и повысить его пропускную способность.

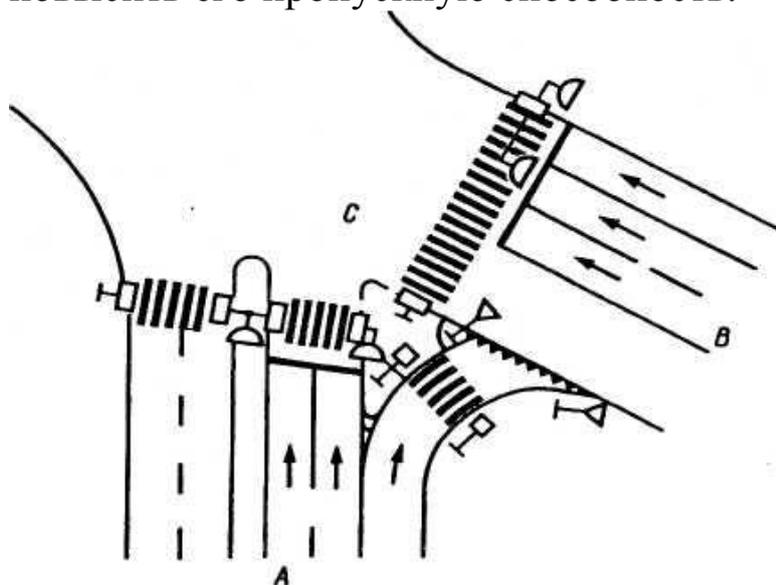


Рис. 6.21. Канализирование правоповоротного движения на косоугольном пересечении со светофорным регулированием

Обобщая, можно перечислить следующие задачи, которые могут быть решены канализированием движения:

- разделение попутных и встречных ТП;
- резервирование лишней ширины проезжей части;
- обеспечение правильного исход-

ного и конечного положения автомобилей при выполнении манёвра на перекрёстке, что обуславливает движение по наиболее безопасной траектории;

- защита транспортных средств, ожидающих возможности выполнения манёвра поворота налево (разворота);
- выделение (обозначение) путей для движения пешеходов;
- защита пешеходов и ТСОДД (светофорных колонок, маячков, стоек дорожных знаков) на переходах;
- принудительное снижение скорости автомобилей в отдельных местах за счёт сужения полосы, применения искусственных неровностей в виде бугров-замедлителей и др.

Развязка движения в разных уровнях способствует наиболее полному сокращению конфликтов между пешеходным движением и транспортными потоками.

Устройство пересечений в разных уровнях требует больших материальных затрат. Вопрос об их необходимости решается на стадиях градостроительного проектирования. Однако следует отметить, что даже устройство развязки в разных уровнях полностью не ликвидирует конфликтные точки, так как сохраняются конфликты отклонения и слияния ТП в местах съезда с одной из пересекающихся магистралей и въезда на другую магистраль.

Маршрутное ориентирование водителей становится все более важным методом ОДД. Современные сложные транспортные развязки требуют тщательно продуманной системы информации. При её отсутствии или дефекте водители, попадая на неправильное направление, вынуждены совершать многокилометровые перепробеги. Недисциплинированные водители в таких условиях допускают исключительно опасные манёвры (чтобы кратчайшим путем попасть на нужное направление), приводящие к ДТП.

Продуманная система маршрутного ориентирования не только помогает водителям чётко ориентироваться и избегать ошибок в выборе направления движения, но и даёт возможность в определённых масштабах перераспределять ТП по УДС, т.е. смягчать транспортную ситуацию на наиболее перегруженных направлениях.

Примером местного рассредоточения ТП в пространстве может служить внедрение таких схем организации движения на перекрёстках, при которых правые и левые повороты предусмат-

риваются в два и более ряда в зависимости от конкретной интенсивности потоков и имеющейся ширины проезжей части.

6.5.2. Разделение движения во времени

Разделение движения в пространстве реализуется следующими типичными способами:

- ◆ выделение приоритета на перекрёстках;
- ◆ введение светофорного регулирования на перекрёстках;
- ◆ распределение перевозок во времени;
- ◆ регулирование движения на железнодорожных переездах.

Это направление ОДД охватывает методы, обеспечивающие в основном с помощью Правил ДД, дорожных знаков и световых сигналов светофоров разделение транспортных и пешеходных потоков во времени. Благодаря этому исключаются (или сводятся к минимуму) конфликты при проезде перекрёстков, железнодорожных переездов, временно суженных мест на дорогах [12].

Введение приоритета на пересечениях с помощью Правил ДД является наиболее универсальным методом, при котором водители, исполняя существующие требования, самостоятельно организуют движение. Существует ряд положений Правил, устанавливающих очерёдность проезда перекрёстков и других мест. Так, на пересечениях равнозначных дорог приоритетом на движение обладает водитель транспортного средства, не имеющий помехи справа. Это правило действует не только на перекрёстках, но и во всех других местах, где возможно движение (на территории АТП, во дворах, на других закрытых территориях). Таким образом, с помощью этого положения реализуется одно из важных направлений ОДД – разделение ТП во времени.

В Правилах установлены и другие нормативные требования, определяющие очерёдность проезда мест возможного конфликта транспортных средств между собой и с пешеходами. Например, Правила обязывают при повороте налево уступить дорогу транспортным средствам, движущимся со встречного направления прямо, и тем самым обеспечивается рассредоточение во времени при проезде конфликтной точки. Существует также общее правило, требующее от водителей транспортных средств, поворачи-

вающих на перекрёстке направо или налево, уступать дорогу пешеходам, которые переходят проезжую часть той дороги, в сторону которой совершается поворот.

Введение приоритета на пересечениях с помощью дорожных знаков реализуется с использованием знаков 2.1–2.7. Например, при движении по дороге, обозначенной знаком 2.1 «Главная дорога», водитель имеет преимущество при проезде всех перекрёстков по отношению к водителям, находящимся на пересекаемых дорогах. Таким образом, на главной дороге предоставляется первоочередное право на движение и обеспечивается меньшая потеря времени на ожидание. Знаки 2.4 «Уступите дорогу» и 2.5 «Движение без остановки запрещено» требуют от водителей предоставить другим водителям транспортных средств, находящимся на пересекаемой дороге, право на первоочередное движение, и таким образом обеспечивается разделение движения во времени при проезде конфликтных точек.

Для попеременного движения в местах сужения проезжей части при относительно невысокой интенсивности движения применяют два знака: 2.6 «Преимущество встречного движения» и 2.7 «Преимущество перед встречным движением», которые как бы упрощенно выполняют роль светофора.

Светофорное регулирование движения предназначено для попеременного пропуска транспортных и пешеходных потоков по взаимно конфликтующим направлениям. Прежде всего, это относится к перекрёсткам с интенсивным движением, где с помощью только знаков и разметки нельзя обеспечить безопасность движения. Чем выше интенсивность движения, тем больше вероятность возникновения конфликтов и тем меньше возможность исключить эту опасность, не прибегая к светофорному регулированию. Практика ОДД выработала критерии введения светофорной сигнализации, учитывающие суммарные задержки и степень опасности движения.

Светофорное регулирование широко используют для обеспечения безопасного перехода пешеходов через проезжую часть и вне перекрёстков возле школ, торговых центров, кинотеатров, других мест массового посещения. Причём в этих местах бывает целесообразным применять вызывное устройство, с помощью ко-

торого пешеходы сами могут включать для себя зелёный сигнал, останавливая при этом ТП.

Без светофорной сигнализации невозможно обеспечить должную безопасность ДД на железнодорожных переездах.

Характерным примером использования светофорной сигнализации для разделения ТП во времени является регулирование на реверсивной полосе – полосе проезжей части, используемой для попеременного движения во встречных направлениях. В данном случае только светофорная сигнализация обеспечивает безопасность попеременного движения по одной и той же полосе.

Примерно такую же функцию выполняет светофорная сигнализация и при поочерёдном пропуске ТП в местах временного сужения проезжей части (например, в местах производства дорожно-ремонтных или строительных работ), где нельзя организовать одностороннее движение.

Во всех случаях, когда используется светофорная сигнализация, может быть применено и ручное регулирование с помощью сигналов, подаваемых сотрудниками ГИБДД. Однако в современных условиях интенсивного многорядного движения ручное регулирование может применяться лишь в течение какого-то ограниченного времени (на период выхода из строя светофорной сигнализации, возникновения непредвиденных заторов и других чрезвычайных ситуаций), поскольку при многополосной проезжей части практически невозможно обеспечить чёткую и одновременную подачу сигналов по всем направлениям.

Особые условия возникают, например, когда необходимо обеспечить безопасный пропуск ТП в зоне ДТП, если там возникают заторовые ситуации. Здесь функции регулирования выполняют сотрудники ГИБДД, прибывшие на место ДТП.

Разделение перевозок во времени обеспечивается временным распределением ТП. По мере развития автомобилизации все чаще, особенно в крупных городах, возникают систематические заторы в связи с перегрузкой УДС. В таких условиях даже АСУД не в состоянии предотвратить осложнение транспортной ситуации, приводящее к резкому падению скоростей сообщения. Облегчить ситуацию можно с помощью таких организационных мероприятий, как плановое распределение определённых видов перевозок по времени суток или запрет движения отдельных видов

транспортных средств в определённые периоды. Так, например, сокращения интенсивности движения общественного транспорта можно достичь путём рассредоточения пассажиропотока за счёт назначения различного времени начала рабочего дня (и его окончания) в близкорасположенных крупных предприятиях и учреждениях. Эта мера реализуется во многих городах мира путём соответствующих распоряжений местных органов власти.

Широко известна и такая мера, как запрещение в городах или некоторых их зонах перевозок тяжеловесных грузов и движение тяжёлых грузовых автомобилей в дневное время (период наиболее высокой интенсивности ТП).

Одним из примеров применения крайней меры в условиях особого обострения транспортной проблемы является решение властей столицы Мексики г. Мехико. Здесь в связи с глобальными систематическими заторами на УДС, сводящими на нет преимущества пользования легковыми автомобилями, было установлено, что владельцы автомобилей с чётным числом на номерном знаке могут ездить в черте города в чётные дни, а с нечётными – в нечётные дни. Это является наглядным примером ситуации, когда уровень автомобилизации города в недопустимой степени превышает развитие УДС и её пропускной способности.

6.5.3. Формирование однородных транспортных потоков

Формирование однородных ТП реализуется следующими типичными способами:

- ◆ специализация полос на проезжей части;
- ◆ выделение улиц грузового движения;
- ◆ выделение улиц пассажирского движения;
- ◆ выделение транзитного движения;
- ◆ выделение полос для приоритетного движения общественного транспорта.

Создание по возможности однородных ТП способствует выравниванию скорости движения, повышению пропускной способности магистралей (полос), а также ликвидирует «внутренние» конфликты в потоке. Выравнивание ТП следует рассматри-

вать в трёх аспектах: по типам АТС, по направлению дальнейшего движения на пересечении и по цели движения.

Примерами первого направления являются дифференциация полос для легковых и грузовых автомобилей на магистралях с многорядным движением и выделение отдельных полос для общественного транспорта. Однако маневрирование перед пересечениями для изменения направления и в случае остановки, а также недисциплинированность части водителей, которые не соблюдают «рядность», не позволяют при этом обеспечить полную однородность потоков. Поэтому на наиболее напряжённых направлениях желательно обеспечить дифференциацию магистралей. Естественно, что выделение магистралей пассажирского и грузового движения возможно только при достаточной плотности УДС и наличии дублирующих дорог. Кроме того, возможность дифференциации магистралей зависит от размещения грузо- и пассажирообразующих объектов. Как показывают исследования НИиПИ Генплана г. Москвы, существенное улучшение условий движения ТП на городской магистрали может быть достигнуто не только путём полного запрещения движения грузовых автомобилей, но и ограничением движения только наиболее тяжёлых и громоздких автомобилей.

Вместе с тем установлено, что наиболее опасным является регулярное движение грузовых автомобилей по улицам двустороннего движения с шириной проезжей части 7 м и жилой застройкой. Их желательно в первую очередь освободить от грузового потока. Обеспечение однородности ТП достигается также широко распространённым во всем мире запрещением грузового движения в центральных зонах городов.

Эта мера в некоторых случаях действует в дневное время, в то время как ночью разрешается проезд грузовых автомобилей ограниченной грузоподъёмности, которые доставляют товары в магазины и строительные грузы, а также осуществляют коммунальное обслуживание.

Рассматривая задачу создания однородных ТП, необходимо остановиться не только на различии типов транспортных средств, но и на однородности по выполняемому манёвру. Если на подходе к пересечению в одном уровне дорога имеет одну полосу, то разноименность направлений дальнейшего движения транспорт-

ных средств может оказывать ещё более осязаемое влияние на скорость и безопасность ДД, чем разнотипность транспортных средств в потоке. Так, например, поворот налево связан с задержкой для пропуска встречных автомобилей. При этом также создаётся опасность попутного столкновения. Поэтому специализация полос на подходе к пересечениям по признаку дальнейшего направления является типичной мерой выравнивания состава ТП.

Примером локального выравнивания состава ТП по скоростному признаку является устройство дополнительных полос на подъёмах дорог. Это позволяет более тихоходные грузовые транспортные средства отвести на правую полосу, а более скоростной поток пропускать по левой полосе без задержек движения. Дополнительные полосы на проезжей части в сторону подъёма рекомендуется согласно СНиП 2.05.02–85 устраивать при продольном уклоне 5% и длине участка более 1 км, а при уклоне 4% – свыше 500 м.

При выравнивании потока по цели движения выделяют транзитное и местное движение. Участники транзитного движения имеют главную цель – быстро и безостановочно проехать до пункта назначения, например, при следовании в аэропорт. Местное движение характеризуется относительно низкой скоростью и частыми остановками. Весьма желательно эти две части ТП направлять по разным дорогам (улицам) или разным проезжим частям. Наиболее существенный эффект разделения местного для данного города (населённого пункта) и транзитного движения даёт устройство обходной дороги. Она позволяет освободить городские улицы от транзитного движения легковых и грузовых автомобилей. За последние годы построены дороги в обход почти всех крупных населённых пунктов на направлениях главных автомобильных магистралей РФ. Надо, однако, подчеркнуть, что эффективность использования обходных дорог может быть достигнута, если они имеют достаточную пропускную способность и обустроены автозаправочными станциями, предприятиями торговли и питания, средствами связи, пунктами технического обслуживания автомобилей. Важно, чтобы обходные дороги при этом не застраивались жилыми зданиями, превращаясь в городскую улицу.

6.5.4. Оптимизация скоростных режимов движения

Оптимизация скоростных режимов реализуется следующими типичными способами:

- ◆ ограничения и контроль скоростного режима;
- ◆ меры по повышению скоростного режима;
- ◆ принудительное снижение скорости на опасных участках;
- ◆ автоматизированное регулирование скорости по условиям движения.

Под оптимизацией скоростного режима следует понимать воздействие на скорости транспортных средств в потоке для повышения безопасности движения или пропускной способности. Таким образом, в зависимости от конкретных условий задача оптимизации может заключаться в снижении или повышении существующего скоростного режима.

Равномерность скорости движения каждого отдельного автомобиля и ТП в целом сокращает внутренние помехи в нём, является важным условием безопасности движения и, таким образом, входит в задачу оптимизации скоростного режима. В городах эта задача в значительной степени решается путём координации светофорного регулирования и, в частности, внедрения АСУД. Оптимизация скорости в определённой степени обеспечивается при выравнивании состава потока на дороге или полосе движения. Это ещё раз подтверждает, что многие методические направления ОДД тесно связаны друг с другом.

В зависимости от сложившихся условий движения для повышения пропускной способности дороги может быть необходимо как ограничение, так и повышение скорости, что вытекает из закономерности, описываемой основной диаграммой ТП (рис. 6.9). Наибольшее значение пропускной способности дороги достигается при скоростях 50 – 55 км/ч. Очевидно, что когда состояние дороги не позволяет обеспечить такую скорость (например, на железнодорожном переезде), мерой её оптимизации будет устранение этого недостатка. Аналогичным примером является ликвидация гололедицы на дороге, при которой скорость резко падает и снижается пропускная способность. Повышение скорости ТП может быть также достигнуто увеличением ширины проезжей

части и обочины до оптимальных размеров (на суженных участках) [1, 12, 20, 21].

Противоположные меры могут потребоваться на скоростной дороге при наступлении часа пик, когда обычная скорость для этой дороги 100–120 км/ч не может обеспечить желаемой пропускной способности. В этом случае принудительное временное ограничение скорости до 60–70 км/ч позволяет заметно повысить пропускную способность дороги за счёт безопасного повышения плотности ТП.

Таким образом, задачи регламентации скорости с целью повышения безопасности ДД могут быть разделены на два направления. Первое, получившее в ОДД широкое практическое распространение, – это ограничение скорости в наиболее опасных для движения местах или для определённых типов транспортных средств; второе – регулирование скоростного режима для сокращения разности скоростей транспортных средств в потоке.

Ограничения скорости могут быть постоянными и повсеместными или временными и местными. Постоянные и повсеместные ограничения устанавливаются во всех странах Правилами ДД. Примером является ограничение почти во всех странах скоростей в населённых пунктах и городах (на застроенной местности) до 50–60 км/ч. Эти пределы установлены в связи с тем, что на застроенной местности условия движения наиболее сложны из-за высокой концентрации пешеходных и транспортных потоков, частых пересечений и обычно недостаточной видимости на них. В большинстве стран установлено ограничение скорости 50 км/ч, что является определённым компромиссом между стремлением снизить вероятность смертельного исхода в случае наезда на пешехода и желанием сохранить приемлемый темп движения и пропускную способность УДС. На рис. 6.22 представлена зависимость, полученная на основании анализа конкретных ДТП, которая подтверждает связь скорости в момент наезда на пешехода с вероятностью наступления летального исхода. При скорости наезда на пешехода 50 км/ч погибает 40% пострадавших, а при скорости 70 км/ч – 80%.

Кроме абсолютного ограничения скорости для застроенной местности, Правила ДД регламентируют также различную максимальную скорость для мотоциклов, легковых и грузовых авто-

мобилей, автобусов и автопоездов. Подобные меры способствуют повышению однородности ТП.

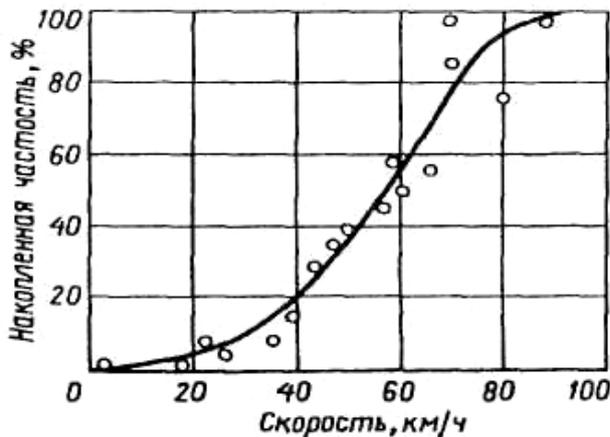


Рис. 6.22. Вероятность смертельного исхода для пешехода при наезде на него автомобиля с различной скоростью

Большие различия в нормировании пределов скоростей, установленных в разных странах для однотипных транспортных средств на внегородских дорогах, свидетельствуют об отсутствии в международном масштабе достаточно обоснованных критериев выбора этих пределов, а также большом влиянии региональной специ-

цифики.

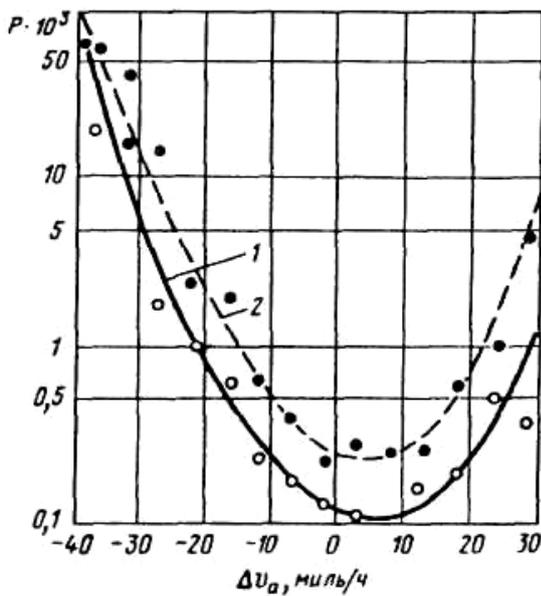
Правила ДД РФ так же, как и правила ряда других стран, предусматривают возможность дополнительного ограничения максимальной скорости отдельных видов транспортных средств. Это ограничение обозначается на заднем борту специальным знаком, аналогичным запрещающему знаку 3.24 «Ограничение максимальной скорости».

Местные и обычно временные ограничения устанавливаются на участках дорог с опасными условиями до устранения этих условий, когда не удаётся сделать это сразу.

При установлении местных ограничений скорости часто основываются на 85%-ном значении мгновенной скорости (v_{85}) в качестве допустимого предела для опасного участка исходя из того, что примерно 15% водителей не умеют или не желают правильно оценивать условия движения и выбирать соответствующую скорость. Устанавливая таким образом местное ограничение скорости, ориентируются на опыт подавляющего большинства участников движения, принуждая любителей чрезмерно быстрой езды подчиниться общей дисциплине и двигаться с допустимой по условиям безопасности скоростью. Однако значение скорости v_{85} может быть низким и не удовлетворять требованиям эффективности автомобильных перевозок. Поэтому такое ограничение должно рассматриваться как временная мера обеспечения безо-

пасности и сопровождаться одновременным принятием мер для устранения причин, вызывающих необходимость такого нецелесообразного снижения скорости.

Регулирование скорости направлено на снижение вероятности ДТП, которая тем выше, чем больше скорость данного автомобиля отличается от средней скорости ТП. Это подтверждается зависимостью (рис. 6.23), которая получена американскими специалистами. Характерно, что наиболее безопасным по этим данным является движение со скоростью, которая больше средней для ТП на 6–8 км/ч. Статистика наблюдений свидетельствует, что выравнивание скоростей в ТП весьма важно для сокращения ДТП. Выравниванию скоростного режима могут способствовать как ограничение верхнего предела скорости на дороге, так и установление минимально допустимой скорости.



1 – днём; 2 – ночью

Рис. 6.23. Влияние отклонения скорости автомобиля Δv_a на вероятность P вовлечения в ДТП

Для этого предусматривается не только запрещающий знак 3.24 «Ограничение максимальной скорости», но и знак 4.6 «Ограничение минимальной скорости». Кроме того, Правила ДД устанавливают также, что на автомагистралях (т.е. дорогах, обозначенных знаком 5.1) не допускается движение транспортных средств, скорость которых меньше 40 км/ч, что также является примером регламентации нижнего предела скорости на дороге. Опыт ОДД показывает, что в ряде случаев воздействовать на скоростной режим сле-

дует не путём обязательных ограничений верхнего или нижнего предела, но с помощью рекомендательной информации, а именно применением знака 6.2 «Рекомендуемая скорость». Одним из примеров может служить указание такой скорости на магистралях с координированным светофорным регулированием.

В последние годы в связи с появлением все большего числа высокоскоростных автомобилей на дорогах специалисты стали

отмечать, что часто причиной ДТП является неспособность рядового водителя справиться с управлением автомобилем в случае возникновения опасной обстановки при скоростях свыше 120–130 км/ч. Это объясняется тем, что движение при таких скоростях вызывает психическое перенапряжение, связанное с опасностью срыва, а также опасностью экстренного торможения при такой скорости из-за возможной потери устойчивости автомобиля. Одной из мер борьбы с этим явлением стало абсолютное ограничение верхнего предела скорости, что дало положительные результаты в ряде стран.

При существующем уровне ОДД скоростной режим ограничивают установкой соответствующих дорожных знаков. Применение стационарных знаков имеет весьма существенный недостаток, заключающийся в том, что уровень ограничения не может гибко изменяться. В результате для одних условий (например, дневное время и сухая дорога) ограничение становится неоправданно жёстким, а для других (например, ночь и мокрое покрытие) недостаточным. Назначение ограничения по наиболее тяжёлым условиям нельзя считать удовлетворительным, так как эти условия в большинстве районов по времени значительно менее продолжительны, чем благоприятные. Следовательно, такое решение при его выполнении водителями вызывает значительные неоправданные потери времени при перевозках. Необходимо отметить, что недопустимо вообще введение чрезмерно низких ограничений (ниже 40 км/ч). Такое ограничение может быть допущено только на короткое время в отдельном месте при действительно опасной обстановке (например, при повреждении моста) или временно на участке дороги (например, при проведении поверхностной обработки покрытия для придания ему шероховатости, а также в местах очень интенсивного движения пешеходов). При введении ограничения скорости на каком-либо участке необходимо учитывать существующий уровень скорости на подходах к нему, помня о том, что резкий перепад скоростей обязательно создает потенциальную опасность ДТП.

Ступенчатое ограничение скорости. На основании исследований отечественных и зарубежных ученых предельным допустимым значением снижения скорости на участке дороги следует считать 25–30% относительно скорости на предыдущем уча-

стке движения. Так, на городской магистрали, где разрешённая скорость не выше 60 км/ч, допустимым первичным ограничением является 40 км/ч.

На автомобильной дороге, где действует общее ограничение $v_{85} = 90$ км/ч, первое ограничение не должно быть ниже 70 км/ч. Если же на такой дороге необходимо ввести ограничение до более низкого уровня (например, до 50 км/ч), то это должно быть сделано ступенчатым способом, т.е. установкой последовательно на определённом расстоянии сначала знака ограничения 70 км/ч, а затем 50 км/ч. Расстояние между этими знаками должно быть рассчитано с учётом возможности для водителей выполнить данное предписание путем плавного (служебного) торможения с замедлением не более 1 м/с^2 .

Большой ущерб ОДД наносят неоправданные и не соответствующие обстановке ограничения скорости, которые непонятны водителям и поэтому большинством из них не выполняются. Особое значение в связи с этим имеют чёткость и своевременность информации водителей. В частности, при введении местного ограничения скорости вместе со знаком 3.24 надо установить соответствующий предупреждающий знак, показывающий, в связи с какой опасностью введено данное ограничение (например, сужение дорог, кривая малого радиуса, повышенная скользкость, ремонтные работы, неровная дорога и т.д.).

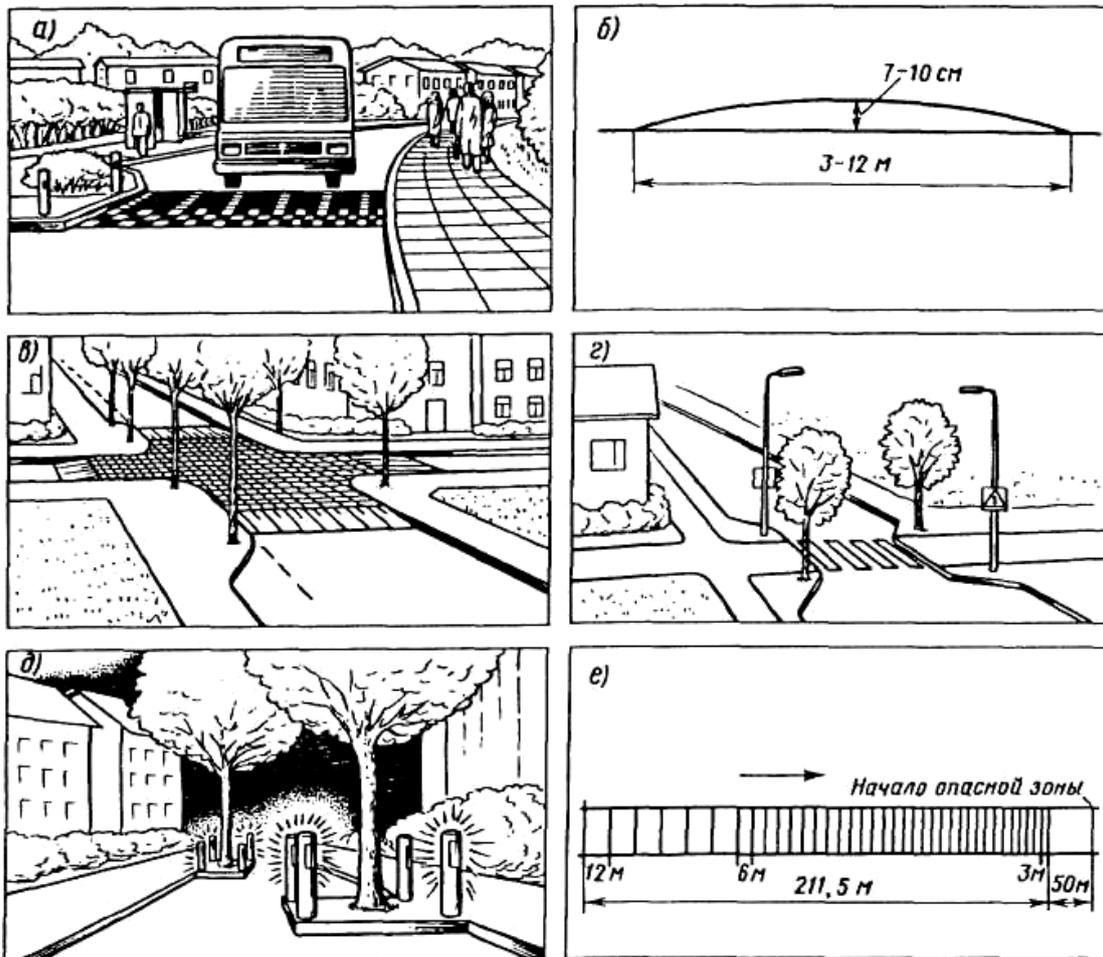
Для повышения скоростей сообщения по магистральным улицам городов в отдельных случаях может быть установлен предел скорости движения выше 60 км/ч, если магистраль имеет соответствующие параметры и обустройство. Введение повышенного скоростного режима на городской магистрали допустимо только при хорошем инженерном обустройстве. Для введения повышенного скоростного режима должно быть упорядочено пешеходное движение, введено его обязательное регулирование на переходах или устроены переходы в разных уровнях. Необходимо обеспечить достаточную шероховатость покрытия, разметку движения и наружное освещение. Также должны быть исключены нерегулируемые развороты и повороты налево.

Имеются примеры, когда на разных полосах проезжей части применяют различный уровень ограничения скорости, что чаще связано со «специализацией» полос по типам транспортных

средств. Однако на многополосной проезжей части при однородном составе ТП увеличенный скоростной режим может назначаться только при отсутствии нерегулируемых пешеходных переходов. Дело в том, что если, например, по крайней левой полосе увеличить разрешённую скорость до 80 км/ч, то большинство водителей будут стремиться её использовать и будут перестраиваться на эту полосу. Плотность движения здесь становится настолько высокой, что пешеходам невозможно перейти улицу без остановки ТП. В связи с этим резко возникает опасность наезда на пешеходов, переходящих проезжую часть.

Регулирование скорости. Перспектива эффективной оптимизации скоростного режима особенно на городских магистралях и автомобильных дорогах с высоким уровнем загрузки тесно связана с возможностью применения многопозиционных управляемых дорожных знаков. С их помощью можно изменять предел ограничения в зависимости от уровня загрузки и метеорологических условий.

Принудительное снижение скорости. Как показывает международный опыт, требованиям Правил ДД и в том числе знаков, ограничивающих скорость, не подчиняется значительная часть водителей, увлекающихся неоправданно быстрой ездой. Это особенно опасно в жилых районах и на въездах в населённые пункты. В связи с этим в большинстве европейских стран специалистами по организации движения разработаны, внедрены и экспериментально частично учтены в нормативных документах методы так называемого «успокоения движения» (рис. 6.24). Они дополняют средства знаковой информации об ограничении скорости. Наиболее широко применяются физические преграды, препятствующие движению со скоростью 20–30 км/ч и выше. К ним прежде всего относятся так называемые искусственные неровности, располагаемые поперёк проезжей части. Размеры их зависят от разрешённой на данном участке скорости движения. Необходимо подчеркнуть, что искусственные неровности, показанные на рис. 6.24, а–в, допустимо применять только на проездах местного значения в зоне жилой застройки и где нет движения маршрутных автобусов и троллейбусов. Причём обязательна предупредительная информация соответствующим предупреждающим знаком.



а, б – искусственная неровность и её поперечное сечение; *в* – искусственная неровность на всём перекрестке, подходах к пересечению; *г* – местное сужение проезжей части в зоне пешеходного перехода; *д* – искусственные препятствия для изменения траектории движения; *е* – поперечная разметка с уменьшающимися интервалами

Рис. 6.24. Способы «успокоения движения»

На местных проездах используют сужение проезжей части и искусственные препятствия, расположение которых принуждает водителей к зигзагообразной траектории движения автомобилей. Есть примеры оптического воздействия на водителя с помощью поперечной разметки проезжей части с переменным шагом на подходе к опасному месту. Это создаёт иллюзию ускорения движения, что способствует невольному притормаживанию водителей в такой зоне (рис. 6.24, *г–е*).

Одной из главных причин задержек движения (снижения скорости сообщения) является перенасыщение магистралей транспортными и пешеходными потоками. Поэтому особенно в условиях городов и пригородных зон повышение скорости может быть эффективно достигнуто снижением уровня загрузки дороги.

Эта задача решается по двум направлениям: снижением интенсивности потоков или увеличением пропускной способности дороги. В ряде случаев приходится действовать по обоим направлениям одновременно.

6.5.5. Оптимизация стояночного режима

Решение проблем временных стоянок реализуется следующими методами:

- ◆ организация околотротуарных стоянок;
- ◆ организация внеуличных стоянок;
- ◆ организация задерживающих стоянок;
- ◆ ограничения и контроль на стоянках;
- ◆ развитие системы информации о стоянках.

Потребность во временной стоянке автомобилей. Такая потребность имеется в городах и на автомобильных дорогах. Особенно она велика в административных центрах, зоне торговых, культурно-просветительных учреждений, а также возле транспортных узлов и крупных жилых зданий. На автомобильных дорогах возникает необходимость во временных стоянках, независящая от расположения перечисленных объектов тяготения, а связанная с необходимостью отдыха водителей, осмотра транспортных средств и т.д.

В американской литературе по ОДД встречается специальный термин, касающийся стоянки автомобилей около тротуара, – «зона влияния [12]. Имеется в виду влияние маневрирующих в зоне разрешённой стоянки автомобилей в связи с выездом и въездом на неё. Ширина этой зоны в зависимости от схемы расстановки автомобилей колеблется в пределах 4,5–8,0 м.

Широкое запрещение или ограничение временной стоянки делает крайне неудобным, а иногда и бессмысленным, использование личных автомобилей в городских условиях и при высоком уровне автомобилизации является недопустимым. Эти автомобили находятся в движении не более 10% дневного времени. Поэтому перед организаторами движения возникает сложная и во многих случаях противоречивая задача оптимального обеспече-

ния временных стоянок на УДС, без которых не может быть достигнута общая эффективность использования автомобилей.

Классификация временных стоянок. Временные стоянки в городах подразделяют на уличные, т.е. когда стоянка разрешена непосредственно на проезжей части, и внеуличные, т.е. удалённые от проезжей части. Уличные стоянки иногда называют также околотротуарными, так как стоящие автомобили согласно Правилам ДД в основном должны располагаться непосредственно около бордюра тротуара (в определённых случаях разрешается размещать легковые автомобили и по краю тротуара). Способ постановки автомобилей на стоянках может определяться линиями разметки и дополнительными табличками 8.6.1–8.6.9 к знаку 6.4.

Внеуличные стоянки могут быть устроены на открытых площадках, на крышах зданий, в специальных гаражах-стоянках одно- или многоэтажного типа. Сооружают гаражи-стоянки надземного и подземного типов. Многоэтажные гаражи-стоянки в зависимости от способа перемещения в них автомобилей подразделяют на рамповые и механизированные. В рамповых гаражах автомобили передвигаются своим ходом, а в механизированных – при помощи специальных лифтов или конвейеров. Необходимость в многоэтажных гаражах-стоянках возникает, в первую очередь, в тех местах, где невозможно выделить достаточную площадь для устройства стоянки-площадки, что характерно для центральных деловых районов крупных городов.

Зарубежные данные показывают, что в крупных городах с высоким уровнем автомобилизации подавляющее число мест для временной стоянки обеспечивается за счёт внеуличных стоянок, которые могут быть платными и бесплатными. Взимание платы, размер которой обычно определяется продолжительностью пребывания автомобиля на стоянке, не только позволяет возместить строительные и эксплуатационные расходы, но и, как показывает опыт, обеспечивает более рациональное использование стоянки владельцами автомобилей. Значительное распространение в связи с этим в наиболее стеснённых центральных кварталах многих зарубежных городов получили стоянки, на которых каждое место оборудовано специальным счётчиком-паркометром индивидуального (рис. 6.25, а) или коллективного (рис. 6.25, б) пользования. Второй тип паркометра имеет печатающее устройство и вы-

даёт билет об оплате, на котором предоставляется вся необходимая информация.

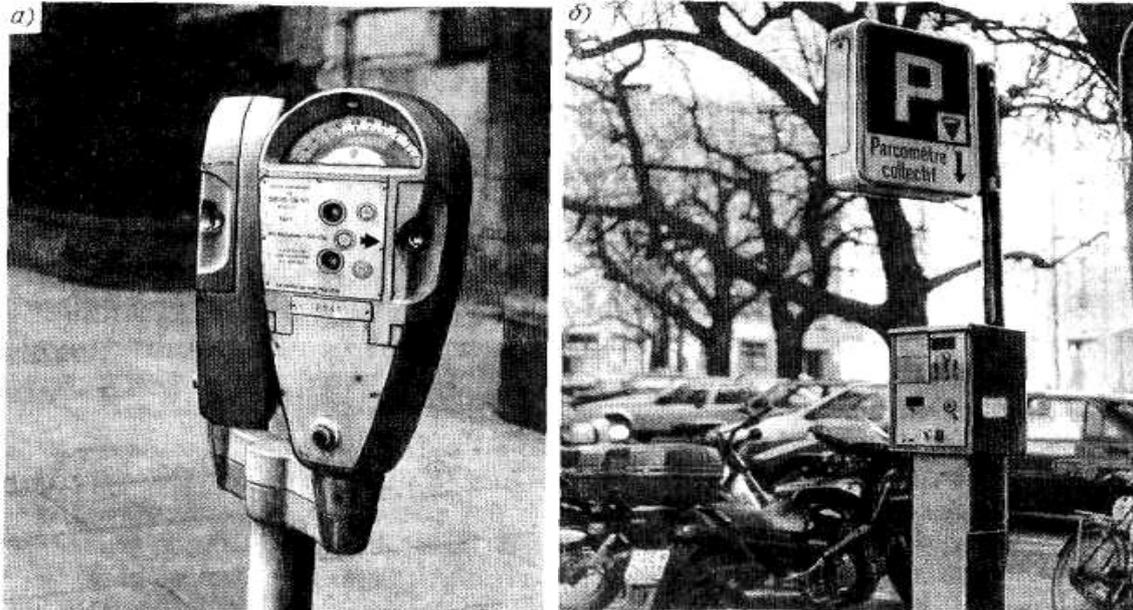


Рис. 6.25. Стоянка, оборудованная паркометрами

Временные стоянки около автомобильных дорог организуют, как правило, на открытых площадках, так как в этих условиях обычно нет необходимости размещать в одном месте большое число автомобилей. Вместе с тем важно обеспечить достаточную частоту расположения мест стоянки.

По режиму работы подразделяют стоянки: 1 – с неограниченным временем работы; 2 – с ограничением продолжительности пребывания автомобиля; 3 – с ограниченным (в течение суток) временем работы. Стоянки 2-го типа применяют в сильно загруженных движением районах и стеснённых условиях, что позволяет при ограниченном числе мест обслужить большее количество владельцев автомобилей. Характерным примером является введение в ряде западных стран так называемой «голубой зоны» для уличных стоянок в определённой части города. Продолжительность пребывания на стоянке в этой зоне не должна превышать 1,5 ч. Это практически исключает возможность использования уличных стоянок в этих зонах лицами, приезжающими на работу, т.е. исключает трудовые поездки, обуславливающие наиболее длительное пребывание автомобилей на временных стоянках. Для контроля за продолжительностью стоянки в зонах с ограниченным временем пребывания на автомобиле устанавли-

вают картонный циферблат с передвижными стрелками, на котором владелец должен обозначить время прибытия.

Режим стоянок 3-го типа вводят на отдельных улицах, пропускная способность которых в пиковое время при наличии стоящих автомобилей недостаточна. Он может быть введён также в определённые часы в связи с необходимостью выполнения специальных погрузочно-разгрузочных работ, уборкой улиц или самих площадок для стоянки. Такой же режим может применяться и на внеуличных стоянках-площадках (например, расположенных около административных и культурных центров), чтобы предотвратить превращение их в место постоянного хранения личных автомобилей. Схема основных классификационных признаков временных стоянок, предназначенных для временного хранения автомобилей, приведена на рис. 6.26.

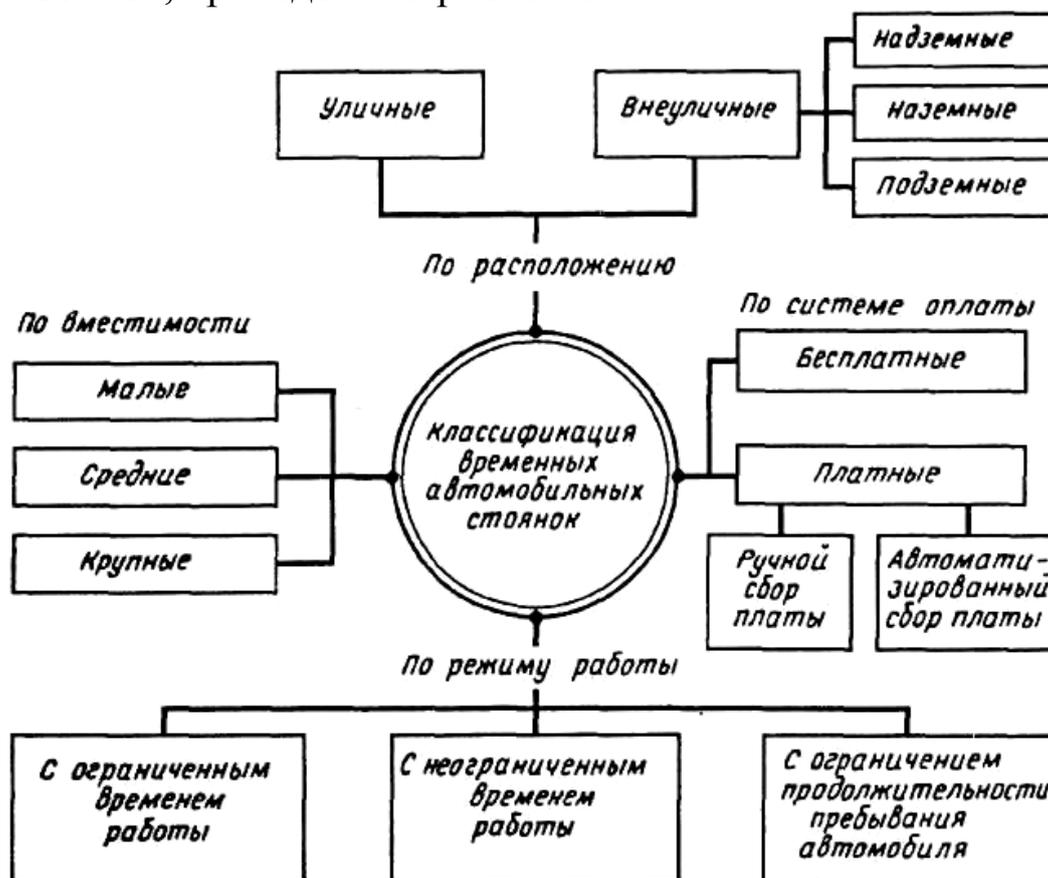


Рис. 6.26. Основные классификационные признаки временных автомобильных стоянок

Определение размеров стоянок. При определении необходимой площади для стоянки автомобилей следует исходить из уровня автомобилизации в регионе преобладающего типа авто-

мобилей, для которых она рассчитывается, мощности обслуживаемого объекта притяжения и ожидаемой средней длительности пребывания автомобилей на стоянке в период интенсивного спроса. Площадь одного места принимается обычно 20–25 м² для легковых автомобилей и 40–85 м² для грузовых и автобусов.

Продолжительность пребывания легковых автомобилей зависит, прежде всего, от характера обслуживаемого объекта и цели поездки. Можно назвать следующие характерные цели поездок: на работу (учёбу); служебно-деловые (в рабочее время); культурно-бытовые, экскурсионно-туристские и др. Наименьшая продолжительность единовременной стоянки наблюдается при служебно-деловых поездках и посещении торговых и бытовых предприятий. Длительность нахождения автомобиля на таких стоянках не превышает 1 – 1,5 ч. Время нахождения на стоянке у зрелищных предприятий определяется продолжительностью представления. Наибольшее время нахождения автомобилей на стоянках при поездках на работу определяется длительностью рабочего дня. Как показывают исследования, на продолжительность пребывания автомобиля на стоянках почти всех видов существенно влияют размеры города [12]. В крупнейших городах по сравнению с малыми время стоянки увеличивается примерно вдвое.

На основании опыта градостроительства и организации движения с учётом перспективы автомобилизации во многих странах выработаны рекомендации и нормативы по обеспечению характерных объектов местами для временной стоянки транспортных средств.

СНиП 2.07.01–89* содержит нормативы, которые предназначены для градостроительного проектирования и могут быть использованы для обоснования оперативных мер по организации временных стоянок (табл. 6.3). Заметим, что нормы рассчитаны на уровень автомобилизации до 250 авт./1000 чел., а при больших значениях должны быть увеличены.

Отдельные площадки или околотротуарные зоны должны быть выделены для автомобилей-такси в местах, где имеются резервы пропускной способности.

Таблица 6.3

Нормативы для определения размеров стоянки

Объекты	Расчётный измеритель	Число машино-мест
Промышленные предприятия	100 работающих в двух смежных зонах	7-10
Административные учреждения	100 работающих	10-20
Торговые центры, универмаги	100 м ² торговой площади	5-7
Рынки	50 торговых мест	20-25
Гостиницы	100 мест	10-15
Зрелищные предприятия	100 мест или единовременных посетителей	10-15
Спортивные сооружения	100 мест	3-5
Вокзалы всех видов пассажирского транспорта	100 пассажиров, прибывающих в пиковый период	10-15
Поликлиники	100 посещений в смену	2-3
Больницы	100 коек	3-5
Конечные станции метрополитена и других видов скоростного транспорта	100 пассажиров в час пик	5-10
Пляжи и парки отдыха	100 единовременных посетителей	15-20

Требования к размещению и планировке стоянок. Общие требования, которые должны учитываться при выборе места и планировке стоянки, сводятся к обеспечению минимальных помех для транспортного потока при въезде на стоянку и выезде с нее, удобства и безопасности пользования стоянками водителями и пассажирами автомобилей. Решение последнего требования характеризуется близостью стоянки к основному объекту тяготения, а также наличием безопасных путей пешеходного движения между стоянкой и обслуживаемыми объектами. Рекомендуются, чтобы длина подходов к стоянкам не превышала для вокзалов, торговых центров, входов в метрополитен 150 м, а для прочих объектов 400 м.

При выборе места для организованных стоянок следует учитывать также характер местных условий (видимость, интенсивность движения пешеходов и транспортных средств, состав потока) и при необходимости корректировать их расположение.

Особого внимания требует выбор расположения въездов и выездов для внеуличных стоянок в тех местах, где существенные помехи для основного потока могут создать автомобили, ожидающие на проезжей части возможности въехать на стоянку. Для предотвращения задержек и обеспечения безопасности движения желательно применять отдельные въезды и выезды и не располагать их в местах ограниченной видимости, на внутренней полосе кривой в плане, вблизи от пересечений, пешеходных переходов. Следует изыскать возможность организации въезда-выезда на площадки для временной стоянки с второстепенных проездов и улиц, чтобы не создавать конфликтные очаги на магистралях.

Сравнение размещения мест на околотротуарной стоянке показывает, что расположение автомобилей перпендикулярно (рис. 6.27, а) или под острым углом $\alpha > 60^\circ$ (рис. 6.27, б) к тротуару позволяет в 2 раза и более увеличить число автомобилей по сравнению с размещением автомобилей параллельно тротуару (рис. 6.27, в). Однако размещение под углом к тротуару возможно лишь на просторных площадках или при наличии местного уширения проезжей части дороги, когда ближайшая полоса для движения удалена от кромки тротуара не менее чем на расстояние $L_a + 2$ м, где L_a – ширина зоны, занимаемой транспортными средствами на стоянке с учётом угла их размещения. Если стоянка предназначена для автобусов или грузовых автомобилей, то ширина занимаемой полосы может достигать 10–12 м.

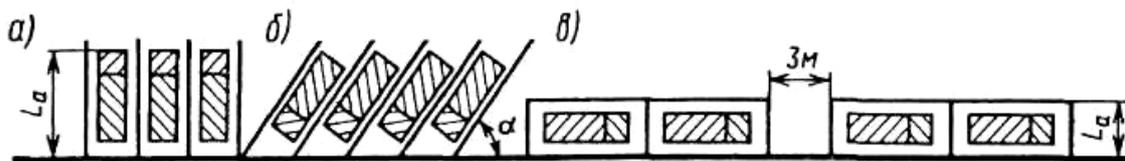


Рис. 6.27. Варианты размещения автомобилей на околотротуарной стоянке

На уличных (околотротуарных) стоянках при расположении автомобилей, как показано на рис. 6.27, а, б, они могут размещаться передней или задней частью к тротуару. Как показывает

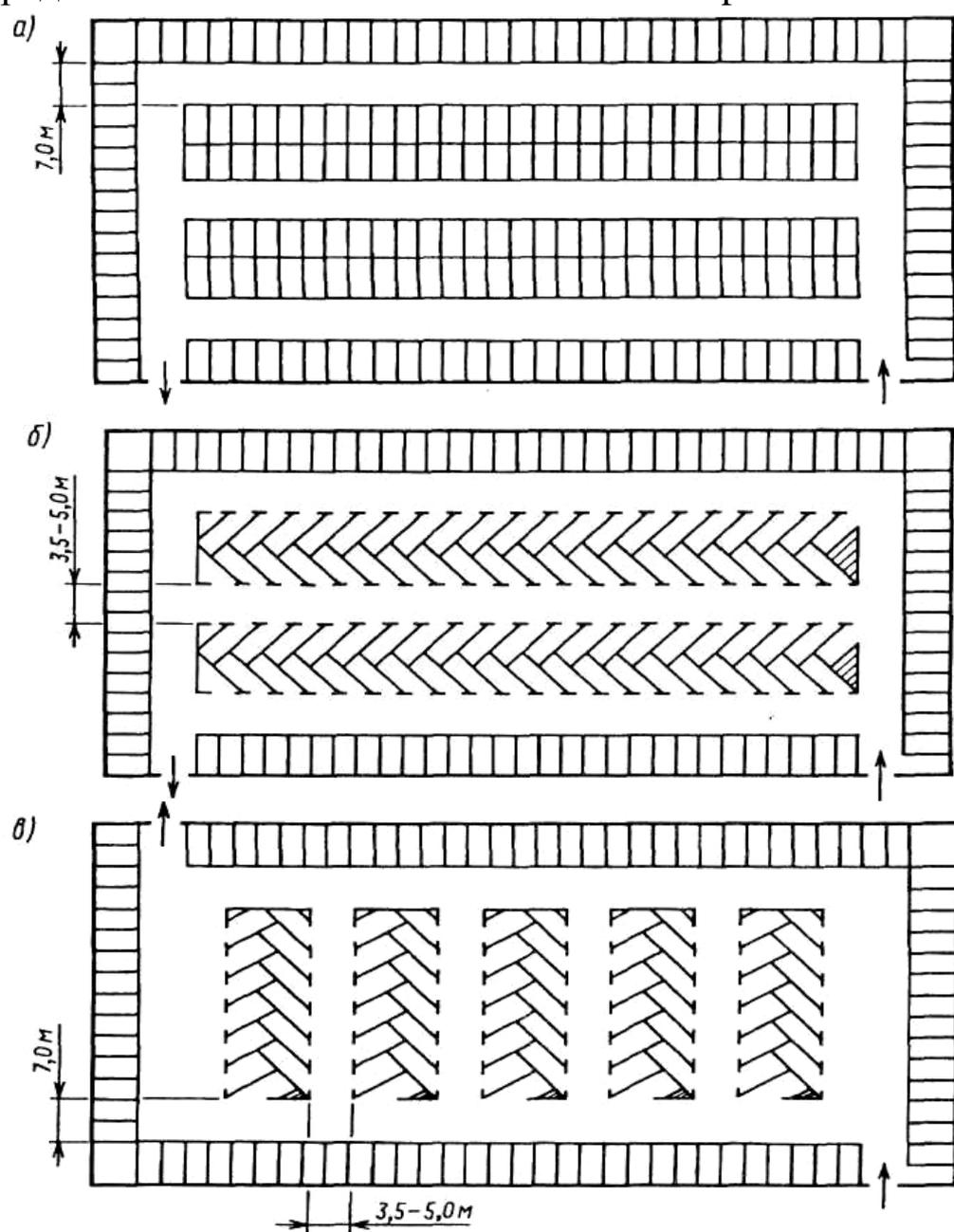
опыт, целесообразной является постановка автомобилей передней частью к тротуару. При этом въезд на свободное место осуществляется без маневрирования и создаёт меньше помех для движения. Отработавшие газы автомобилей меньше действуют на пешеходов. Недостатком этого метода является большая затрата времени на выезде со стоянки. Необходимо указать, что Правила ДД при определённых условиях разрешают стоянку с частичным или полным заездом на тротуар. Это относится к тем случаям, когда тротуар имеет большую избыточную по пропускной способности ширину.

На внеуличных стоянках, сооружаемых обычно возле мест массового посещения (табл. 6.3), могут быть приняты различные способы размещения автомобилей в зависимости от общей площади, отведённой для стоянки, и возможностей въезда и выезда. Ширина проездов не должна быть менее 3,5 м при расположении автомобилей под углом 45° , 5 м – под углом 60° и 7 м – под углом 90° (рис. 6.28).

На автомобильных дорогах стоянки должны предусматриваться для отдыха водителей и ухода за автомобилями. Стоянки для грузовых автомобилей, осуществляющих дальние перевозки, должны располагаться через 30–50 км. На дорогах с большим движением автотуристов потребность в остановках значительно выше. Опыт показывает, что на таких дорогах лучше делать небольшие площадки (на 5–10 автомобилей) через каждые 10 км, чем одну большую площадку на 100 км. Стоянки для отдыха желательно располагать вблизи водоёмов и лесных массивов, а также около достопримечательных мест. У крупных объектов, расположенных возле дороги (ресторанов, музеев, стадионов), вместимость стоянок следует рассчитывать с учётом норм, приведённых в табл. 6.3.

Устройство задерживающих стоянок. Необходимо остановиться на специфическом виде стоянок, получивших в специальной литературе название «задерживающие». Эти стоянки становятся необходимыми в связи с перенасыщением городов ТП и стремлением поэтому запрещать въезд в город (или лишь в его центральную часть) транзитным автомобилям. При принятии такого решения «задерживающие» стоянки должны устраиваться на внешней границе запрещённой зоны и могут быть предназна-

чены не только для легковых автомобилей, но и для туристских автобусов и грузовых автомобилей. Предусматривается, что такого рода стоянки должны располагаться возле конечных станций массового пассажирского транспорта (метрополитена, скоростного трамвая или автобуса и т.п.), с помощью которого пассажиры транзитных автомобилей могут быстро доехать до нужных объектов в городе. За рубежом эти стоянки получили широкое применение во многих странах, и с их помощью организуется передвижение по так называемой системе «park and ride».



а – под углом 90° ; *б* и *в* – комбинированное (в центральной части – под углом $46 - 60^\circ$, по периферии – 90°)

Рис. 6.28. Примеры размещения автомобилей на внеуличной стоянке

Информация о стоянках. В соответствии с общими принципами ОДД необходимо не только предусматривать рациональное размещение мест для стоянки, но и чётко информировать об этом участников движения. Если водители не информированы об их расположении, возможны частые и опасные остановки на обочинах, в то время как стоянки пустуют. Аналогичное явление наблюдается и в городах. Если введён запрет на стоянку, то рядом необходимо поместить указатель о направлении движения и расстоянии до разрешённой стоянки.



Рис. 6.29. Информационное табло для направления автомобилей на свободную стоянку

Как показали наблюдения, в центральных частях некоторых крупных зарубежных городов значительную долю автомобилей в потоке составляют курсирующие в поисках свободной стоянки, что можно избежать при хорошей информации. В этом отношении заслуживает внимания применение систем автоматической сигнализации о наличии свободных мест на стоянках. Такая система, в частности, была разработана в Германии. При помощи детекторов ведётся непрерывный подсчёт

въездов и выездов автомобилей на всех стоянках и подаётся информация в вычислительное устройство. При этом автоматически включаются и выключаются светящиеся стрелки на специальных табло (рис. 6.29), размещённых перед перекрёстками улиц, благодаря чему водитель получает информацию, в каком направлении ему рекомендуется двигаться к стоянке, имеющей свободные места. При этом автомобиль направляется на ближайшую относительно каждого перекрёстка свободную стоянку, тем самым сокращая перепробег автомобилей по городской УДС.

6.5.6. Обеспечение безопасности и удобства пешеходов

Обеспечение безопасности и удобства пешеходных потоков реализуется следующими общепринятыми методами:

- ◆ устройство пешеходных путей вдоль путей сообщения;
- ◆ устройство и оборудование пешеходных переходов;
- ◆ создание пешеходных бестранспортных и жилых зон;
- ◆ организация движения на постоянных пешеходных маршрутах.

Обеспечение удобства и безопасности движения пешеходов является одним из наиболее ответственных и вместе с тем до сих пор недостаточно разработанных разделов ОДД. Сложность этой задачи, в частности, обусловлена тем, что поведение пешеходов труднее поддается регламентации, чем поведение водителей, а в расчётах режимов регулирования трудно учесть психофизиологические факторы со всеми отклонениями, присущими отдельным группам пешеходов.

На практике часто не уделяется достаточного внимания условиям пешеходного движения. Усилия организаторов движения направляются главным образом на обеспечение движения транспортных средств. Такое положение в значительной мере объясняется тем, что при анализе ДТП в качестве основных причин наездов на пешеходов, как правило, выделяют нарушения правил со стороны пешеходов и водителей, а влияние, которое оказывают недостатки в организации движения, остаётся недостаточно изученным и учтённым.

Рациональная организация движения пешеходов является вместе с тем решающим фактором повышения пропускной способности улиц и дорог и обеспечения более дисциплинированного поведения людей в ДД.

Необходимость большего внимания к обеспечению условий для пешеходов подтверждается тем, что в СНиП 2.07.01–89* впервые в классификацию улиц включены такие понятия, как «пешеходно-транспортные», «транспортно-пешеходные» и «пешеходные» улицы и дороги. Таким образом, подчеркивается, что пешеходы являются равноправными участниками ДД и требуют такого же внимания проектировщиков и организаторов движе-

ния, как и ТП. Расчётная ширина полосы пешеходного движения на основных пешеходных улицах рекомендуется 1 м в отличие от 0,75 м, принятых для тротуаров.

Особенности пешеходного движения. Важным условием оптимальной организации пешеходного движения является учёт психофизиологических особенностей и физических возможностей людей при разработке соответствующих технических решений. Только при этом условии можно достичь согласия с тем или иным решением основной массы людей и подчинения их предусмотренным схемам движения и режимам регулирования.

К психофизиологическим факторам следует прежде всего отнести естественное стремление людей экономить усилия и время, двигаясь по кратчайшему пути между намеченными пунктами. При разработке схем ОДД это положение требует тщательного учёта. Важнейшее значение имеют особенности зрения пешеходов, так как именно зрительный фактор во многом определяет поведение человека на дороге. Поэтому конструкцию, окраску и размещение ТСОДД необходимо разрабатывать с учётом их чёткого и быстрого зрительного восприятия людьми. Исключительно важным является учёт особенностей человеческого зрения в темноте, резко теряющего свою эффективность по сравнению со светлым периодом. В связи с этим устройство наружного освещения и применение хорошо видимых ночью указателей и знаков являются эффективными средствами для обеспечения ориентировки пешеходов и воздействия на их поведение (например, привлечение на оборудованный пешеходный переход).

Организация движения пешеходов по тротуарам. Основной задачей обеспечения пешеходного движения вдоль магистралей является отделение его от ТП. Необходимыми мерами для этого являются:

- устройство тротуаров на улицах и пешеходных дорожек вдоль автомобильных дорог. Они должны быть достаточной ширины для потока людей и содержаться в надлежащем состоянии;
- устранение всяких помех для движения потока пешеходов (например, ликвидация торговых точек на тротуарах), сокращающих пропускную способность тротуаров;
- применение по краю тротуара ограждений, предотвращающих внезапный для водителей выход пешеходов на проез-

жую часть, а также установка на разделительной полосе магистралей ограждающей сетки, препятствующей переходу людей;

- выделение и ограждение дополнительной полосы на проезжей части для движения пешеходов при недостаточной ширине тротуаров и наличии резерва на проезжей части;

- устройство пешеходных галерей (крытых проходов) за счёт первых этажей зданий в местах, где невозможно иначе расширить тротуар;

- устройство ограждений (высоких бортов, колесоотбойных брусов), предотвращающих выезд автомобилей на пешеходные пути в наиболее опасных местах;

- наглядное информирование пешеходов (с помощью указателей) об имеющихся пешеходных путях.

Ширина тротуаров и пешеходных дорожек должна определяться из расчёта их пропускной способности. СНиП 2.07.01–89* рекомендует, чтобы эффективная ширина тротуара (пешеходная часть) (рис. 6.30) составляла, м, не менее:

Магистральные улицы общегородского значения:

непрерывного движения 4,5

регулируемого 3,0

Магистральные улицы районного значения:

транспортно-пешеходные 2,25

пешеходно-транспортные 3,0

Для улиц местного значения, а также других второстепенных по значению улиц, если расчётная интенсивность пешеходного потока в обоих направлениях менее 50 чел/ч, допускается устройство пешеходных дорожек или тротуаров шириной 1 м.



1 – общая ширина тротуара; 2 – мачта освещения; 3 – неиспользуемая для движения часть тротуара; 4 – неиспользуемая часть тротуара у фасадов зданий; 5 – эффективная ширина тротуара (пешеходная часть)

Рис. 6.30. Схема определения эффективной ширины тротуара

Пешеходные ограждения рекомендуется устанавливать обязательно, если пиковая интенсивность превышает 750 чел/ч на условной полосе тротуара (0,75 м). Независимо от интенсивности пешеходного потока ограждения вдоль тротуара целесообразно устанавливать также напротив выходов из крупных объектов генерации пешеходного потока (зрелищных предприятий, крупных магазинов, учебных заведений), если они расположены поблизости от проезжей части. Наличие ограждения и некоторое отнесение пешеходного перехода от выходов из общественных зданий предупреждают неосмотрительный выход людей на проезжую часть.

Нежелательно устанавливать ограждения по краю тротуара, который явно не вмещает имеющийся пешеходный поток, так как это вызывает движение пешеходов по проезжей части за ограждением, что более опасно из-за невозможности для людей быстро покинуть проезжую часть. В таких местах должна изыскиваться возможность расширить тротуар за счёт проезжей части или сократить (рассредоточить) пешеходный поток. После этого можно устанавливать ограждение тротуара.

Пешеходные переходы. Можно представить следующую классификацию пешеходных переходов (рис. 6.31).



Рис. 6.31. Общая классификация пешеходных переходов

По принципу размещения через проезжие части улиц и дорог их разделяют на расположенные в одном уровне (наземные) и в разных уровнях (подземные или надземные). Полную безопасность и возможность для пешехода пересечь проезжую часть без

задержек гарантируют только переходы второго типа. Однако при устройстве надземных или подземных переходов путь перехода несколько увеличивается, а подъём и спуск требуют от пешеходов дополнительных затрат энергии. Особенности затруднения при пользовании такими переходами испытывают инвалиды и престарелые люди, а также везущие детские коляски, идущие с багажом. Поэтому для гарантии пользования сооружением всеми пешеходами в перспективе необходимо оборудовать их эскалаторами. Одним из средств предупреждения перехода по поверхности дороги при наличии подземного или надземного перехода является применение ограждения в виде сетки высотой 2,0 – 2,5 м, расположенной на разделительной полосе.

По характеру регулирования движения людей нерегулируемые переходы являются наиболее распространёнными. Смысл их организации заключается в обозначении мест, где пешеходам рекомендуется пересекать проезжую часть, и состоит в том, чтобы исключить хаотическое движение пешеходов через проезжую часть и направить их на места с удовлетворительными условиями видимости. Поэтому важнейшими условиями организации переходов 1-й группы являются правильный выбор мест перехода и их чёткое обозначение. Ко 2-й группе относят все переходы на регулируемых перекрёстках, где при сигнале пешеходного светофора, разрешающем движение пешеходов, разрешён также правый и (или) левый поворот транспортных средств, пересекающих пешеходный поток. На переходах 3-й группы для пешеходов выделена специальная фаза, в течение которой движение транспортных средств через переход полностью прекращается. К 4-й группе относят переходы, где в течение относительно коротких периодов времени возникают интенсивные потоки пешеходов. Примером могут служить переходы у зрелищных предприятий по окончании представлений, напротив проходных крупных предприятий перед началом работы очередной смены и по окончании её, около учебных заведений, стадионов и т.п. В таких местах могут быть установлены светофоры с вызывным устройством или включаемые только на время непосредственной необходимости с пульта, расположенного возле обслуживаемого объекта.

При организации любого пешеходного перехода прежде всего возникает задача определить место его расположения и не-

обходимую ширину. При выборе места перехода исходят из двух основных предпосылок: обеспечение наибольших удобств для направлений наиболее интенсивного и постоянного пешеходного потока; обеспечение безопасности пешеходов на переходе. Как правило, пешеходные переходы должны быть приближены или совмещаться с остановочными пунктами общественного транспорта. В соответствии с рекомендациями нормативных документов на улицах с непрерывной застройкой пешеходные переходы должны располагаться на расстоянии 200–400 м друг от друга.

Однако пешеходные переходы вызывают значительные задержки ТП, поэтому на магистральных улицах с интенсивным движением автомобилей желательно располагать переходы не ближе чем через 350–400 м.

Можно назвать три основных условия обеспечения безопасности на наземном нерегулируемом переходе: хорошая видимость переходов водителями, приближающимися со всех разрешённых направлений; видимость пешеходами приближающихся автомобилей; наименьшая протяжённость перехода для сокращения времени нахождения людей на проезжей части.

Видимость пешеходного перехода и обозначающего его дорожного знака водителями приближающихся автомобилей должна быть обеспечена на расстоянии, м, не менее:

Магистральные улицы общегородского значения.....	140
Магистральные улицы районного значения.....	100
Улицы местного значения.....	75

Чтобы пешеходы могли, не доходя до перехода, увидеть транспортные средства, на подходах к нему должен быть обеспечен треугольник видимости (рис. 6.32): в заштрихованной зоне не должно быть парапетов, заборов, зелёных насаждений и других препятствий выше 0,5 м.

Иногда соображения удобства и безопасности выдвигают противоречивые требования. Так, например, в типичном случае устройства перехода на примыкании к улице интересы пешеходов требуют размещения перехода точно по продолжению тротуара (вариант I на рис. 6.33). Однако при таком расположении перехода водители автомобилей, поворачивающих направо, недостаточно хорошо видят пешеходов, идущих в попутном с ними направлении. Условия видимости существенно улучшаются при

смещении перехода от пересечения улиц в глубь примыкающего проезда. Его называют «отнесённым» переходом (вариант II на рис. 6.33). Также во II варианте важным преимуществом является также некоторое сокращение протяжённости перехода. Однако несмотря на эти преимущества смещение перехода нельзя признать допустимым, если вдоль улицы А имеется интенсивный пешеходный поток, так как это вызовет неудобства для основной массы людей и может также привести к многочисленным пересечениям проезжей части вне перехода. Всё же и в этом случае некоторое смещение перехода относительно края проезжей части допустимо, чтобы остановившийся для пропуска пешеходов автомобиль не создавал помех основному ТП вдоль магистрали.

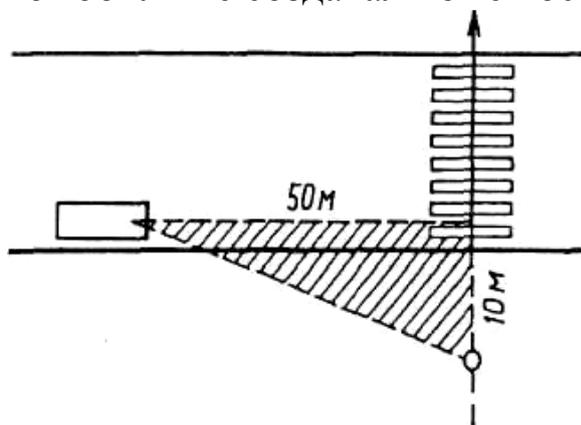


Рис. 6.32. Треугольник видимости «водитель–пешеход» на пешеходном переходе

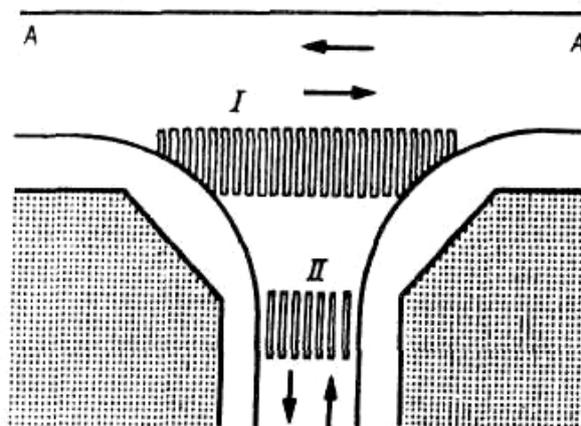


Рис. 6.33. Варианты расположения пешеходного перехода

На угловой части тротуара в зоне перекрёстка концентрация пешеходов повышена, а площадь тротуара уменьшена радиусом закругления. В некоторых случаях, особенно в зоне старой застройки, выходом из положения может быть использование первого этажа здания для устройства галереи. По соображениям сокращения времени пребывания пешеходов на проезжей части при её большой ширине необходимо устраивать островки безопасности, где пешеход может безопасно переждать ТП. Потребность в островке тем больше, чем выше интенсивность движения. Островки безопасности обязательны при ширине проезжей части двустороннего движения 14 м и более.

Пешеходный переход следует обозначить разметкой типа «зебра», что обеспечивает хорошее зрительное восприятие пере-

хода водителями и пешеходами. В дополнение к разметке применяются дорожные знаки 5.19.1, 5.19.2. Отличительной особенностью таких переходов является наличие островков безопасности для пешеходов и (или) жёлтого мигающего сигнала [12, 15].

Одним из условий повышения безопасности и пропускной способности пешеходного перехода является сокращение его длины до возможного минимума. К сожалению, эта возможность недостаточно используется организаторами движения и зачастую переход делается во всю ширину проезжей части независимо от интенсивности ТП. Между тем на некоторых широких улицах при относительно низкой интенсивности ТП достаточными для пропуска ТП являются 2–3 полосы движения. Их общая ширина – 7 – 12 м, а остальная часть улицы может быть при помощи линий разметки зарезервирована. При этом путь (а, следовательно, и время) движения пешеходов через действующую проезжую часть сокращается, что улучшает условия движения на пешеходном переходе.

Пешеходные бестранспортные и жилые зоны. По мере развития автомобилизации проблема обеспечения безопасности и удобства пешеходного движения в местах его концентрации (в деловых, культурных и торговых центрах городов) становится всё более трудноразрешимой. Особенно большая сложность возникает в старых городах со стеснённой планировкой и застройкой. В связи с этим практика ОДД за рубежом уже давно привела к необходимости закрывать или резко ограничивать движение транспортных средств на отдельных улицах, создавая бестранспортную зону. При этом тротуары и проезжую часть предоставляют для беспрепятственного движения пешеходов. Одна из первых в Европе бестранспортных зон была организована в Эссене (Германия) ещё в 1926 г.

Выделение улиц для пешеходного движения считается одним из основных путей полного обеспечения безопасности пешеходов. Характерен в этом отношении опыт английских градостроителей, начавших выделять пешеходные улицы в проектах торговых центров в начале 50-х годов. Такие улицы стали появляться во многих проектах реконструкции центральных районов городов. Широкое использование этого приема узаконено в градостроительных рекомендациях как принципиальная планиро-

вочная схема организации пешеходных торгово-административных центров английских городов.

При выделении пешеходных зон движение транспортных средств может быть закрыто как полностью, так и на определённые периоды суток. Второе решение, однако, менее эффективно, так как требует перестройки поведения пешеходов в зависимости от времени суток, что не гарантирует полную безопасность движения. В настоящее время в специальной литературе широко применяются термины: «бестранспортная зона», «пешеходная зона», «пешеходная улица». Между тем строгого различия между этими терминами нет.

Большой опыт организации бестранспортных зон во многих странах Европы позволяет сформулировать основные требования к их созданию и вместе с тем отметить трудности. При организации пешеходной зоны в основном необходимо:

- отвести ТП на другие параллельные пути и обходы;
- обеспечить пути подвоза товаров и грузов к объектам пешеходной зоны и подъезда жителей к домам на личных автомобилях;
- предусмотреть приближение маршрутов пассажирского транспорта, чтобы наибольшее удаление от остановочных пунктов в любой точке не превышало 400–500 м;
- устроить стоянки по периферии пешеходной зоны для индивидуальных автомобилей посетителей этой зоны.

Нельзя не отметить, что пешеходная зона оправдывает себя лишь в случае, если в ней сконцентрированы торговые точки, зрелищные предприятия, предприятия общественного питания и другие объекты массового посещения, что выходит за рамки компетенции специалистов по организации движения и должно решаться органами городского планирования и управления. Наиболее удачно эти вопросы решаются в случае, когда проводится капитальная реконструкция соответствующего микрорайона, как это было сделано, например, в Дрездене (Германия).

В связи с трудностью решения комплекса перечисленных вопросов в условиях уже сложившихся планировки и застройки города в ряде случаев приходится идти на компромиссы, которые в целом не лишают пешеходную зону своих потенциальных достоинств. Так, например, в Эрфурте (Германия) в большой пеше-

ходной зоне сохранено трамвайное движение. В Варне (Болгария) и пешеходные зоны в нескольких местах пересекают ТП. Для обеспечения безопасности в этих местах иногда применяются светофоры.

Необходимость компромиссных решений привела к появлению такой разновидности организации движения в интересах пешеходов, как «жилая зона». Такое решение проблемы пришлось применить из-за отсутствия путей для полного отвода ТП и (или) невозможности обеспечить подъезд жителей к их домам и стоянкам с тыловой стороны зданий. Решение заключается в том, что пешеходы остаются главными хозяевами улицы (могут идти и переходить по всей ширине и в любом месте), но автомобилям (а в некоторых случаях только маршрутным автобусам) также разрешено движение с ограниченной скоростью 20 – 30 км/ч. Кроме того, во всех случаях взаимного конфликта пешеход имеет приоритет и водитель обязан уступить ему дорогу. Практика показывает, что такие улицы отличаются относительно высокой безопасностью. Вместе с тем водители избегают транзитного движения по таким улицам, так как скорость слишком низка.

При дальнейшем развитии организации жилых зон появились и соответствующие дорожные знаки 5.21 «Жилая зона» и 5.22 «Конец жилой зоны». Наиболее целесообразна организация жилой зоны для группы крупных жилых зданий, образующих микрорайон. Все въезды в такой микрорайон и выезды из него обозначают указанными знаками, и все жители микрорайона находятся в большей безопасности, чем при передвижении или нахождении в обычных внутриквартальных проездах.

Постоянные пешеходные маршруты. При организации пешеходного движения необходимо обратить внимание на характерные, сложившиеся в данном населённом месте пути постоянного движения больших групп пешеходов. Это, например, пути, используемые туристами для осмотра достопримечательностей города, пути движения от вокзалов, речных портов, мест массового отдыха до удалённых от них остановочных пунктов.

Задачами ОДД в этом отношении являются: оценка состояния и пропускной способности тротуаров (пешеходных дорожек) на протяжении всего маршрута, оборудование пешеходных переходов, внедрение направляющих устройств и ограждений во всех

местах, где пешеходы могут случайно выйти на особо опасные участки проезжей части, и т.д. Всё это должно быть дополнено разработкой и установкой в соответствующих местах схем пешеходного движения.

Следует помнить, что даже самые совершенные, чётко обоснованные решения по организации пешеходных потоков не могут дать должного эффекта, если не будут обеспечены строгая дисциплина поведения пешеходов и добровольное желание их пользоваться соответствующими путями и устройствами для движения. Эта цель может быть достигнута только при выполнении по крайней мере двух условий: постоянная активная воспитательная работа, которая должна быть особенно эффективной среди детей; обеспечение чёткой информации пешеходов на всех участках пешеходных путей с помощью указателей, знаков и разметки о рекомендуемых организаторами направлении и порядке движения. Наглядным примером невнимания организаторов движения к информации является отсутствие ориентиров или недостаточная чёткость указателей возле подземных пешеходных переходов. В результате многие пешеходы, впервые попадающие на магистраль, оборудованную такими переходами, из-за отсутствия ориентиров (особенно в тёмное время суток) переходят улицы по проезжей части, создавая тем самым большую опасность возникновения ДТП.

Необходимой для всех городов и населённых пунктов является проработка организаторами движения школьных маршрутов, по которым дети идут в школу и домой. Для этого, прежде всего, должна быть изучена схема микрорайона вокруг школы и выявлены направления наиболее массового движения школьников. К этой работе следует привлечь родительский актив. На схему наносят данные топографического анализа ДТП с детьми, если таковые были. На основе натурного исследования наиболее типичных маршрутов проверяют соответствующие средства регулирования и условия видимости на переходах. Должны быть разработаны предложения по установке необходимых предупреждающих дорожных знаков и введению регулирования там, где это требуется. Следует использовать дежурства родителей и старших школьников, входящих в организацию «Юных инспекторов движения» при ГИБДД, в часы движения школьников в наиболее

опасных местах. Необходимо воздержаться от внедрения таких средств регулирования, которые ограничивают ТП, когда движения школьников нет.

Движение велосипедистов. Несмотря на быстрое развитие автомобилизации в большинстве стран мира, а во многих случаях достижения предельного её значения, велосипед как транспортное средство не потерял своего значения. Так, в 1990 г. в США, Нидерландах, Японии, Китае приходилось свыше 400 велосипедов на 1000 жителей. Наибольший размах использования велосипедов для трудовых и деловых поездок характерен для стран азиатского региона. Например, в Ханое (Вьетнам) уровень насыщения этими транспортными средствами превышает 480 велосипедов на 1000 жителей, а в Хошимине – 530. При этом пиковая интенсивность движения велосипедистов достигает на отдельных улицах 5 – 15 тыс. ед/ч.

Необходимо признать, что в нашей стране до настоящего времени созданию условий для движения велосипедистов уделяется крайне мало внимания, хотя нормативные документы предусматривают необходимость выделения или устройства самостоятельных путей для движения велосипедистов, а также применения технических средств для регулирования их движения.

Вместе с тем движение велосипедистов в условиях интенсивных потоков на улицах большинства городов и на внегородских дорогах становится всё более и более опасным как с точки зрения возможности ДТП, так и из-за высокой степени загазованности атмосферного воздуха. В отечественной и зарубежной печати всё чаще публикуются обоснованные выступления в пользу более широкого использования велосипедов для трудовых поездок и активного отдыха. При этом приводятся убедительные аргументы полной экологической безопасности велосипеда и его благоприятного воздействия на состояние здоровья людей (естественно, при дозах нагрузки, соответствующих возрасту и состоянию здоровья конкретного человека).

Следует считать, что наиболее перспективным является выделение велосипедных дорожек вне пределов проезжей части автомобильных дорог и городских улиц. Велосипедная дорожка должна выделяться на улицах как крайняя полоса тротуара (рис. 6.34, а) или как параллельная тротуару и отделенная от него зелё-

ной полосой. Вдоль автомобильных дорог велодорожка должна устраиваться за пределами проезжей части на специальной берме, удалённой не менее чем на 1 м от кромки проезжей части. В стеснённых условиях пролегания дороги, в том числе на подходах к искусственным сооружениям, велодорожку можно, как исключение, располагать рядом с проезжей частью, но отделять бордюром высотой не менее 0,25 м (рис. 6.34, б). Велодорожки могут быть предназначены для одностороннего (ширина не менее 1,2 м) или двустороннего (ширина 2,5 м) движения. Таким образом, при условной ширине полосы для одного ряда движения 1 м и нормативной пропускной способности одной полосы 300 ед/ч, располагая прогнозом ожидаемой интенсивности движения, можно спроектировать велодорожку с двумя проезжими частями, разделёнными зелёной разделительной полосой шириной не менее 0,5 м.

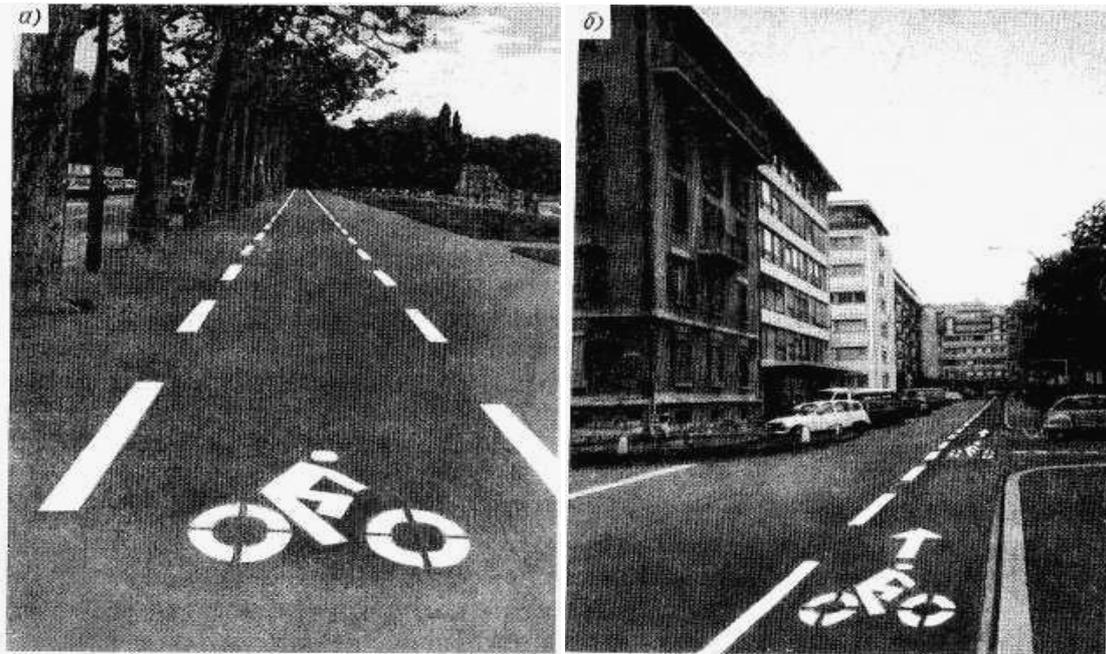


Рис. 6.34. Варианты размещения велодорожки (г. Женева)

Продольные уклоны на велодорожках не должны превышать 5 ‰. Самым сложным является обеспечение безопасности на пересечениях с ТП. В соответствии с международным опытом и Правилами ДД Российской Федерации здесь возможно применение светофоров для велосипедистов на специально обозначенных дорожках, пересекающих проезжую часть параллельно пешеходной дорожке. Такое регулируемое пересечение недопусти-

мо устраивать через магистральные улицы скоростного и непрерывного движения. Как правило, зелёная фаза для велосипедистов должна совпадать с красной фазой основного пересекающего направления ТП.

Следует заметить, что поток велосипедистов по характеру движения во многом аналогичен ТП. Поэтому при теоретическом анализе вполне обоснованно применять понятие динамического габарита и другие характеристики, в частности, теоретическую и практическую пропускную способность. В литературе указывается, что теоретическую пропускную способность полосы велодорожки P_a , т.е. в условиях непрерывного колонного движения, можно принимать равной 1000 ед/ч.

В целом организация движения велосипедистов требует обеспечения достаточной пропускной способности дорожки, необходимой изоляции и защиты от автомобильного движения, устройства безопасных пересечений с ТП, наличия информационного обеспечения велосипедистов в части направления и режимов движения, устройства мест для временного хранения велосипедов возле объектов притяжения.

Последнее требование обязательно, так как надо гарантировать сохранность и возможность быстрого обнаружения своего велосипеда. Для этого необходимы специальные устройства, позволяющие компактно и надёжно располагать велосипеды и обеспечивать доступ к ним владельцев.

6.5.7. Внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением

Для внедрения АСУДД требуется реализация следующих мероприятий:

- ◆ математическая формализация УДС;
- ◆ разработка алгоритмов управления ДД;
- ◆ разработка комплекса управляющих воздействий;
- ◆ аппаратное обеспечение АСУДД.

В условиях высокого уровня автомобилизации решение задач ОДД, особенно в крупных городах, требует обязательного применения АСУДД. Управление движением в условиях пре-

дельного насыщения улиц и дорог транспортными и пешеходными потоками должно основываться на гибкой технологии, способной в реальном масштабе времени находить и реализовывать оптимальные управляющие воздействия. Эта задача решается применением АСУДД, которые должны разрабатываться и внедряться совместно специалистами по ОДД, электронике и автоматике, прикладной математике. Необходимо, однако, подчеркнуть, что самые совершенные АСУДД могут быть эффективно внедрены лишь на базе тщательно подготовленной УДС с использованием инженерных решений и обеспечения соответствующей пропускной способности дорог. АСУДД может лишь в определённых пределах повысить пропускную способность дороги, по сравнению с уровнем, достигнутым при жёстком регулировании, но её возможности далеко не безграничны. Базисом для разработки АСУДД является математическая формализация УДС, в результате чего создаётся так называемый «граф» опорной сети, который служит математической моделью.

При такой постановке задачи пересечения основных дорог (улиц), на которых будут располагаться управляемые элементы АСУДД (светофоры, управляемые дорожные знаки, динамические информационные табло), будучи пронумерованы, образуют граф. Здесь с точки зрения ОДД следует обратить внимание на то, что все элементы УДС, расположенные «внутри» сети вершин графа, остаются под контролем только специалистов ОДД, и оптимальность действий последних будет влиять на общую эффективность АСУДД в рассматриваемом районе.

6.5.8. Движение маршрутного пассажирского транспорта

Значение и специфика маршрутного пассажирского транспорта (МПТ). Массовые перевозки пассажиров городским транспортом, их быстрота, безопасность и экономичность имеют решающее значение для удобства населения. Эффективность этих перевозок, с одной стороны, зависит от качества их организации АТП, а с другой – от общего уровня ОДД, поскольку МПТ, как правило, не имеет изолированных путей сообщения. В понятие МПТ входят: трамваи, автобусы (маршрутные) и троллейбусы.

Необходимыми условиями обеспечения безопасности массовых пассажирских перевозок являются: исправные пассажирские транспортные средства, соответствующие ДУ и объёму перевозок; высокая квалификация и дисциплинированность водителей и всего служебного персонала; исправные дороги с необходимым обустройством; рациональная организация движения с предоставлением в необходимых случаях приоритета МПТ.

Развитие МПТ не только выдвигает ряд задач перед специалистами по ОДД, но оказывает весьма существенное влияние на весь процесс ДД. Развитие МПТ и чёткая его работа позволяют сократить пользование индивидуальными автомобилями в первую очередь для трудовых поездок и этим снизить загрузку УДС. Таким образом, чёткая организация пассажирских перевозок и движения подвижного состава на маршрутах является в настоящее время глобальным вопросом для организации всего городского движения.

Общественный транспорт обеспечивает значительно более экономное использование УДС, чем индивидуальные автомобили. В табл. 6.4 приведено сравнение наиболее перспективных средств наземного пассажирского городского транспорта. В последней графе таблицы приведены ориентировочные данные о провозной способности при полном заполнении автобуса и скоростного трамвая и среднем заполнении легкового автомобиля, так как обеспечить полное заполнение последнего практически невозможно.

В последние годы специалистами выдвигаются обоснованные предложения по решению транспортной проблемы в центральных частях больших городов путём более широкого и эффективного использования автобусов или троллейбусов. Это позволяет вводить ограничения для индивидуальных автомобилей на наиболее загруженных магистралях, особенно в пиковые часы.

Степень влияния разных типов МПТ на безопасность и другие характеристики движения обусловлена комплексом свойств. Важнейшее значение имеют маневренность, тормозные качества, интенсивность разгона, условия труда водителей, степень шумности и отравления воздушной среды, специфические требования к остановочным пунктам. Наибольший отрицательный баланс по этим показателям имеет трамвай, пути которого расположены

посередине проезжей части. Это объясняется, прежде всего, отсутствием маневренности, крайней опасностью остановочных пунктов, расположенных на проезжей части, о чём свидетельствует статистика ДТП. При наличии путей трамвая посередине проезжей части улиц с малой шириной, не позволяющей устроить посадочные площадки, также неизбежно возникают значительные задержки всех нерельсовых транспортных средств в зоне остановочных пунктов.

Таблица 6.4

Базовые характеристики различных видов транспорта

Транспортное средство	Использование вместимости, %	Число перевозимых пассажиров	Площадь полосы дороги, занимаемая одним пассажиром, м ²		Провозная способность, тыс. чел/ч
			в неподвижном состоянии	при $v = 50$ км/ч	
Легковой автомобиль	100	4	3,7	21,8	1,4
	Среднее	1,4	10,7	62,5	
Автобус	100	86	0,4	3,5	10
	40	34	1,0	8,8	
Скоростной трамвай	100	270	0,3	1,6	18
	40	108	0,8	3,9	

Троллейбусы также обладают недостаточной маневренностью и пониженной скоростью движения на кривых малого радиуса и стрелочных переводах. Кроме того, из-за проводов контактной сети затрудняется рациональное размещение светофоров, дорожных знаков и указателей, обеспечивающее наилучшую видимость их для водителей, портится внешний вид улицы. При отсоединении токоприемников часто повреждаются дорожные знаки, светофоры. Особенно трудным оказывается на практике обеспечение левоповоротного движения троллейбуса на пересечениях широких улиц, где его манёвры могут создавать значительные задержки ТП и опасные ситуации.

Автобус обладает высокой маневренностью и независим от контактной сети и наличия электропитания. Вместе с тем его су-

ществленным недостатком является загрязнение атмосферы отработавшими газами.

На основе имеющегося опыта следует считать, что улучшение ОДД в городах должно предусматривать обязательный перевод трамвая на обособленное полотно и повсеместное снятие трамвайных путей с середины проезжей части магистральных улиц. Контактная сеть для троллейбусов, как правило, не должна прокладываться по магистралям с повышенным скоростным режимом, в тоннелях и на эстакадах, а также с поворотом налево или разворотом в узлах с интенсивным движением. При организации движения автобусов и другого МПТ большое значение приобретают размещение и оборудование остановочных и пересадочных пунктов, методы нормирования и повышения скоростей движения.

При организации движения МПТ необходимо учитывать, что одной из главных задач транспортного обслуживания городского населения является обеспечение следующих затрат времени на передвижение от мест проживания до работы 90 % трудящихся (в один конец) в зависимости от размеров городов:

Численность населения, тыс. жителей	2000	1000	500	250
Затрата времени, мин	45	40	37	35

Для городов с населением свыше 2 млн. жителей максимальные затраты времени должны определяться специальным обоснованием с учётом комплекса местных условий.

Основной целью мероприятий по организации движения является повышение скорости сообщения при обеспечении безопасности движения.

Скорость сообщения на маршруте. Скоростные показатели МПТ, как и всего потока, зависят от качества организации и регулирования ДД. На скорость v_c влияют динамичность подвижного состава (интенсивность разгона и торможения, максимальная скорость), длина перегонов между остановочными пунктами, продолжительность остановок и условия ТП, определяющие фактическую скорость движения на перегоне.

Упрощённая модель движения транспортного средства МПТ может быть представлена циклическим режимом, включающим разгон, движение с установившейся скоростью, торможение, задержку на остановке для высадки-посадки пассажиров

или у перекрёстков по условиям регулирования движения. С учётом этого для одного цикла

$$v_c = \frac{3,6 \cdot L_n}{\frac{v_p}{7,2} \cdot \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{j} \right) + \frac{3,6 \cdot L_n}{v_p} + t_{\Delta}}, \text{ км/ч,} \quad (6.32)$$

где v_p – разрешённая максимальная (или расчётная установившаяся) скорость на перегоне, км/ч; a – ускорение, м/с²; j – замедление при служебном торможении, м/с²; L_n – длина перегона между остановками, м; t_{Δ} – средняя продолжительность задержки на остановке, с.

Выражение (6.32) показывают основные пути повышения скорости сообщения маршрутных пассажирских перевозок при заданной характеристике подвижного состава. Это может быть достигнуто увеличением расстояния между пунктами задержки (остановочными пунктами и регулируемыми перекрёстками) и сокращением продолжительности каждой задержки. Очевидно также, что совершенствование регулирования движения и предоставление приоритета МПТ могут сыграть решающую роль в повышении скорости сообщения.

Ускорение и замедление транспортного средства зависят не только от его конструктивных характеристик, но и от метода вождения, т.е. от квалификации водителя. Установившаяся скорость на перегоне зависит не только от технической характеристики автобуса, но и от состояния дороги и установленного Правилами ДД или дорожными знаками предельного её значения.

Средняя продолжительность задержек зависит от оптимальности режима регулирования движения, организации остановочных пунктов, а также от конструктивных параметров автобуса. Исследования показали, что при наличии широких (сдвоенных) дверей и при достаточно низком расположении подножек продолжительность остановок для посадки-высадки пассажиров сокращается практически вдвое.

Современные автобусы, троллейбусы и трамваи позволяют реализовать несколько большее ускорение (более 1 м/с²) и, особенно, замедление при торможении (до 5 м/с²). Однако такое замедление неприятно и даже опасно для пассажиров, особенно

стоящих. Поэтому принимать большие значения a и j можно лишь для экспрессных маршрутов, на которых перевозятся только сидящие пассажиры. При движении с частыми остановками увеличение разрешённой максимальной (установившейся) скорости не даёт заметного эффекта, так как период движения с предельной скоростью мал.

Условия движения автобусов на междугородных маршрутах существенно отличаются от условий на городских маршрутах, и циклический режим движения не имеет такого значения. Однако условия организации движения оказывают и в этом случае решающее влияние на их скорость сообщения v_c . Скорость сообщения на междугородном маршруте

$$v_c = \frac{L_2 + L_H + L_D + L_O}{\frac{L_2}{v_2} + \frac{L_H}{v_H} + \frac{L_D}{v_D} + \frac{L_O}{v_O} + \frac{(n_3 t_3 + n_{жс} t_{жс} + n_n t_n + n_o t_o)}{60}}, \text{ км/ч, (6.33)}$$

где L_2, L_H, L_D, L_O – протяжённости участков движения на маршруте соответственно по городам, населённым пунктам, дорогам в незастроенной местности и участкам с ограничением скорости с помощью дорожных знаков до v_O , менее разрешенной Правилами ДД для автомобильных дорог и населённых пунктов; v_2, v_H, v_D, v_O – соответствующие для каждого из участков дорог расчётные скорости (зависят от требований Правил ДД и организации движения); n_3 и t_3 – соответственно число опасных зон и время, теряемое при проезде каждой зоны (или дополнительное время, необходимое на проезд одной опасной зоны); $n_{жс}$ и $t_{жс}$ – соответственно число железнодорожных переездов и время, теряемое при проезде одного переезда; n_n и t_n – соответственно число тяжёлых подъёмов и время, потерянное на каждом подъёме; n_o и t_o – соответственно число запланированных остановок и задержки, приходящиеся на одну остановку.

Термин «опасная зона» означает участок дороги вне застроенной местности, обозначенный предупреждающим знаком. На участке предполагается снижение скорости. Число таких опасных зон и протяжённость участков L_2, L_H, L_D, L_O определяются при обследовании маршрута для проведения расчёта. Места пересече-

чений с второстепенными дорогами не относят к местам, требующим снижения скорости.

На основе экспериментальных и расчетных данных установлено, что время t_3 в среднем составляет 0,5 – 0,6 мин (в зависимости от скорости v_d). Потеря времени на один железнодорожный переезд (дополнительное время), а также на одну остановку принимается 1 мин. В условиях, когда на маршруте имеются переезды с большими задержками, их длительность надо учитывать на основе пробных рейсов. Несколько громоздкая формула (6.33) заслуживает внимания, так как наглядно показывает многочисленность факторов, которые заведомо определяют сложность нормирования скорости при междугородных перевозках, а также соответствующие задачи для водителей, выполняющих рейсы по расписанию.

Совершенствование ОДД на автомобильных дорогах, где работают междугородные автобусы, позволяет оптимизировать большинство показателей, входящих в выражение (6.33), повысить значение всех расчётных скоростей, а также сократить число участков, на которых теряется время, и уменьшить значение каждой из составляющих потерь времени. При практическом нормировании скоростей движения расчёты используют для предварительного ориентировочного определения времени, необходимого на прохождение маршрута и его отдельных участков. Для окончательных расчётов должно проводиться обследование маршрута с тем, чтобы определить протяжённость соответствующих участков (L_2 , L_H , L_d , L_o), выявить число опасных участков, уточнить возможные значения v_2 , v_H и v_d в зависимости от уровня загрузки дорог. После расчётов проводят пробные рейсы на том типе автобуса, который будет эксплуатироваться, и уточняют расчётные показатели.

Пропускная способность остановочного пункта. Под ней подразумевается наибольшее число единиц подвижного состава, которое может быть обслужено остановочным пунктом в течение часа при равномерном прибытии транспортных средств

$$P_{on} = \frac{3600}{t_{on}}, \text{ авт/ч,} \quad (6.34)$$

где $t_{on} = t_1 + t_2 + t_3$ – общая продолжительность нахождения одного транспортного средства в зоне остановочного пункта (t_1 , t_2 , t_3 – время, затрачиваемое соответственно на манёвр заезда на остановочный пункт, на высадку-посадку пассажиров, на трогание с места и освобождение остановочного пункта).

Составляющие времени t_{on} следует определять хронометражем. Они зависят не только от параметров автобусов (троллейбусов) и пассажиропотока, но также и от метеорологических условий. Зимой при резком снижении коэффициента сцепления значения t_1 и t_3 могут заметно увеличиваться. На время t_3 также оказывает влияние интенсивность движения по соседней полосе.

Наблюдения показывают, что наиболее характерный диапазон значений t_2 составляет 15–30 с. Для расчётов P_{on} ряд автобусов принимают $t_{on} = 30$ с. В этом случае $P_{on} = 120$ авт/ч. Однако это значение является завышенным. Практически остановочный пункт не может пропустить более 50 авт/ч. Основной причиной этого является неравномерность прибытия автобусов, в связи с чем возникает необходимость в дополнительной предварительной остановке и затем в «подтягивании» автобуса (троллейбуса) к остановке.

При наличии на одной полосе движения нескольких маршрутов с малым интервалом движения (3–4 мин) необходимо рассредоточить остановочные пункты. По данным исследований автобусных сообщений в С.-Петербурге, допустимы три рассредоточенных остановочных пункта в одном месте. При этом длина остановочного фронта увеличивается примерно до 100 м, а общая интенсивность движения автобусов может достигать 150 ед/ч. Такая высокая интенсивность движения МПТ приводит почти к полной загрузке соседней полосы (а в ряде случаев и двух смежных полос) в результате объезда отъезжающими от остановок автобусами (троллейбусами) тех, которые стоят на остановочном пункте. Это явление становится особенно характерным в связи с требованием п. 18.3 Правил ДД Российской Федерации, обязывающим всех водителей уступать дорогу маршрутным транспортным средствам, отъезжающим от обозначенной остановки.

Поэтому для сохранения общей пропускной способности улиц и дорог необходимо, чтобы в зоне остановочных пунктов было предусмотрено местное уширение проезжей части (устройство заездных карманов) или остановочные пункты были полностью вынесены за пределы основной проезжей части.

Размещение остановочных пунктов. Остановочные пункты МПТ оказывают существенное влияние на безопасность ДД и на пропускную способность дороги. Вместе с тем от их расположения зависит удобство пассажиров. Поэтому при выборе мест для размещения остановочных пунктов надо находить оптимальные решения при противоречивых требованиях удобства пассажиров, с одной стороны, и минимальных помех для ТП, с другой. Эти противоречия особенно проявляются в зоне пересечения магистральных улиц, где необходимы остановочные пункты в связи с интенсивными потоками людей по каждой из магистралей, а также с пересадками их с одного маршрута на другой.

Основные условия, которые должны по возможности обеспечиваться при выборе места остановочного пункта:

- ◆ гарантия безопасности движения основного потока людей, пользующихся данным маршрутом транспорта;
- ◆ создание минимальных помех для преобладающих, направлений ТП;
- ◆ сокращение расстояния пешеходного подхода к основным объектам тяготения.

Поэтому правильный выбор мест для остановочных пунктов может быть сделан лишь на основе изучения характера преобладающих пешеходных и ТП и расположения объектов тяготения.

При наличии многорядного движения для безрельсового МПТ большую безопасность пассажиров, направляющихся на переход, обеспечивает остановочный пункт *1*, расположенный за пересечением улиц и пешеходным переходом (рис. 6.35, *а*). Однако при наличии мощного объекта тяготения *2* (рис. 6.35, *б*), например, торгового центра, гостиницы, или явно выраженного пересадочного пассажиропотока (например, по направлению *АБ*) более целесообразным для обеспечения названных основных условий будет расположение остановочного пункта перед пересечением улиц.

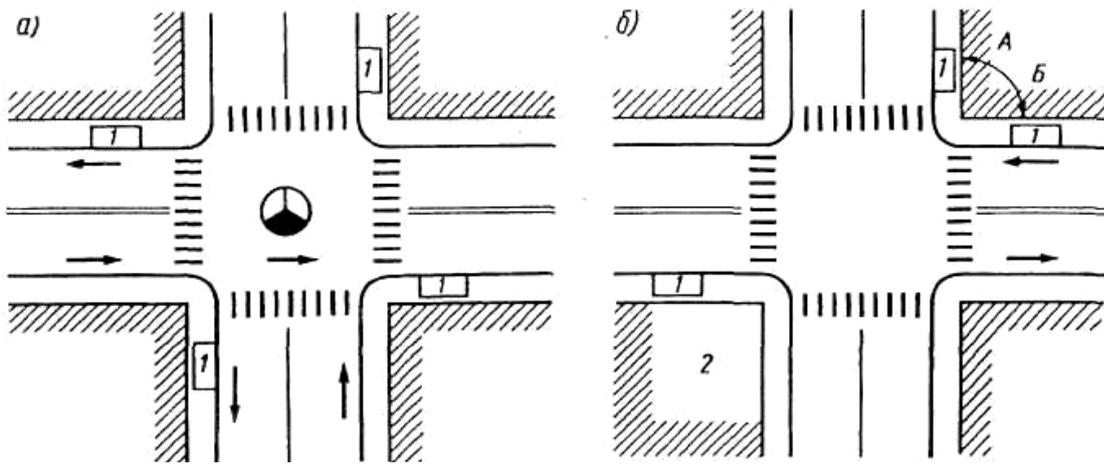


Рис. 6.35. Размещение остановочных пунктов в зоне регулируемого (а) и нерегулируемого (б) перекрестков

Расстояние между остановочными пунктами на линиях МПТ должно приниматься в пределах населённых пунктов для автобусов, троллейбусов и трамваев – 400 – 600 м, экспрессных автобусов и скоростных трамваев – 800 – 1200 м. В реальных условиях достаточно часто встречаются примеры расположения остановок автобусов (троллейбусов) через 100 – 200 м, что приводит не только к дополнительным неоправданным задержкам МПТ, но при отсутствии глубоких карманов и к нарушению движения ТП на соседних полосах. В этих случаях следует пересматривать расположение остановочных пунктов, заменяя два близкорасположенных на один.

Остановочные пункты трамвая, путь которого проложен по середине улицы, по условиям безопасности следует располагать перед пересечением. Если при этом необходимо разместить и остановочные пункты безрельсового МПТ, то их следует удалять от остановочного пункта трамвая не менее чем на 30 м, а от перекрёстка на расстояние до 100 м. Это особенно необходимо при значительном правоповоротном потоке на перекрёстке. Если возможно сделать уширение проезжей части в зоне городских перекрёстков, удаётся совместить остановочный пункт автобуса и трамвая с общим пешеходным переходом (рис. 6.36). В ряде случаев при смещённых к одной стороне улицы трамвайных путях может быть устроена совмещённая посадочная площадка рельсового и безрельсового МПТ, обслуживаемая одним пешеходным переходом. Если на магистрали устроены пешеходные переходы в разных уровнях, остановочные пункты должны быть макси-

мально приближены к ним и сообщаться достаточным по ширине тротуаром. При этом во избежание выхода людей на проезжую часть дороги на подходах к остановочному пункту приходится устанавливать направляющие ограждения.

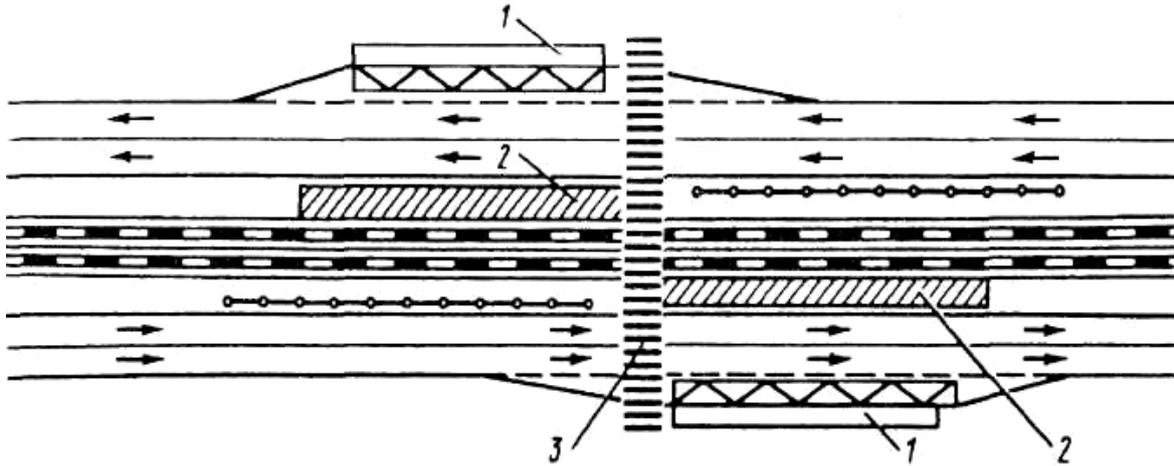


Рис. 6.36. Варианты совмещения автобусной 1 и трамвайной 2 остановок с одним пешеходным переходом 3

Удобство и быстрота посадки и высадки пассажиров повышаются, если разность высот подножки автобуса (троллейбуса, трамвая) и площадки ожидания минимальна. Поэтому высадка и посадка пассажиров должны осуществляться либо непосредственно с тротуара, либо со специальной посадочной площадки, приподнятой над уровнем проезжей части на 0,2–0,3 м. Для трамвая высота посадочной площадки должна быть не более 0,3 м от верхней точки головки рельса. Ширина площадки должна быть 1,5–3,0 м (не менее). Для остановочного пункта с большим пассажирооборотом она должна быть увеличена в соответствии с расчётом предполагаемой плотности потока ожидающих и высаживающихся пассажиров. Длина посадочной площадки (зоны тротуара, занимаемой остановочным пунктом) должна соответствовать преобладающему типу эксплуатируемых транспортных средств и частоте их движения. Так, для одиночных автобусов и троллейбусов при частоте движения до 15 ед/ч достаточна длина 15 м, при частоте свыше 15 ед/ч в других случаях, когда следует рассчитывать на возможность прибытия одновременно двух транспортных средств, длина должна быть увеличена до 35–40 м. При использовании сочленённых троллейбусов и автобусов минимальная длина посадочной площадки – 20 м, а при расчёте на

два одновременно останавливающихся транспортных средства – 45 м.

Важнейшее значение имеет расположение автобусов или троллейбусов на остановочном пункте в плане улицы (дороги) по её ширине. Остановившееся транспортное средство вызывает помехи, проявляющиеся в изменении траектории ТП и снижении его скорости. Наблюдения на автомобильных дорогах показали, что отклонение траектории транспортных средств, проезжающих мимо стоящего на остановке автобуса, может начинаться за 70 – 80 м до него. Общая зона влияния на траекторию имеет протяжённость более 150 м.

Чтобы устранить влияние стоящего на остановке автобуса (троллейбуса) на ТП, он должен быть удалён от правого края соседней полосы движения не менее чем на 1,5 м. Поэтому желательно делать заездные карманы на остановках шириной 4,2 м или общее уширение проезжей части на такую величину. Так как местные условия далеко не всегда позволяют устроить карманы такой глубины, могут быть предусмотрены меньшие уширения. Они не полностью устраняют влияние автобуса на ТП, но всё же улучшают условия движения (их называют «полукарман»).

Для уменьшения влияния на ТП стоящего на остановке, подъезжающего к ней (тормозящего) и выезжающего с неё (разгоняющегося) маршрутного транспортного средства, следует устраивать переходно-скоростные полосы. Их протяжённость необходимо определять с учётом скорости ТП на данной магистрали, интенсивности движения и динамических качеств подвижного состава. Особенно сложная обстановка возникает в крупных пересадочных узлах, где сходятся несколько маршрутов, и наблюдается высокая частота движения. Это характерно, например, для конечных пунктов МПТ, расположенных возле станций метрополитена. Если такие остановочные пункты расположены на проезжей части, то создаются серьёзные затруднения как для пешеходного движения, которому мешают очереди ожидающих посадки пассажиров, так и для ТП из-за скопления подвижного состава МПТ. Рациональное решение в этом случае может быть достигнуто при условии устройства внеуличных станций, изолированных от транзитного движения по магистральным улицам *A* (рис. 6.37). При этом существенно повышается безопасность лю-

дей, пользующихся пассажирским транспортом. Ширина проездов *B* должна обеспечивать возможность объезда одного стоящего автобуса другим.

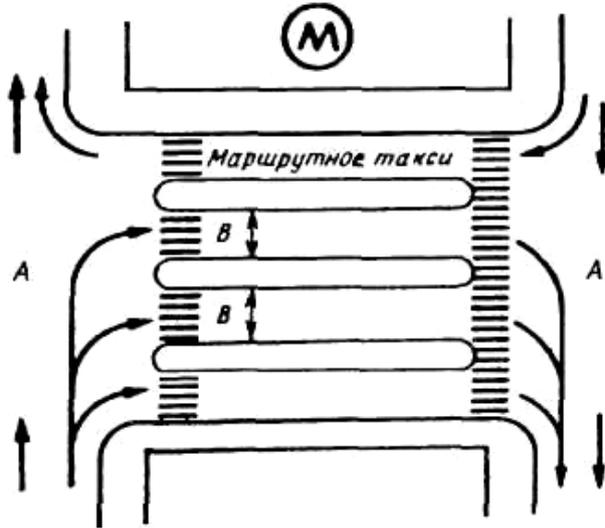


Рис. 6.37. Примерная планировка внеуличной конечной станции МПТ

страли с интенсивным движением.

На рис. 6.38 показана примерная планировка сдвоенного остановочного пункта для разных маршрутов в местном уширении улицы. Такое решение может быть реализовано при наличии достаточной площади, и может быть особенно полезно для остановок с большим пассажирооборотом и числом маршрутов 4 и более, которые находятся на магистральной с интенсивным движением.

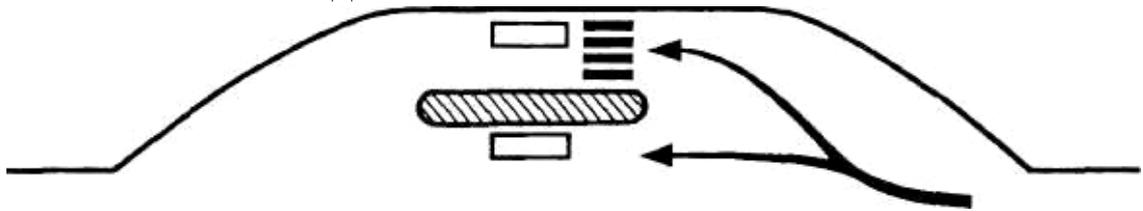


Рис. 6.38. Сдвоенный остановочный пункт

Обеспечение приоритета в движении МПТ. При увеличении интенсивности ТП задача повышения скорости и безопасности МПТ становится особенно актуальной и вместе с тем трудно разрешаемой. Её решение требует предоставления определённых преимуществ маршрутным транспортным средствам. Такие преимущества обеспечиваются:

- соответствующими положениями Правил ДД РФ и требованиями государственных стандартов;
- введением специальной фазы в цикле светофорного регулирования на пересечениях;
- введением отдельных ограничений для остальных транспортных средств на маршруте общественного транспорта;
- выделением полосы для движения МПТ, по которой запрещается движение остальных видов транспортных средств.

Правила ДД и государственные стандарты предусматривают ряд преимуществ для маршрутных транспортных средств. Эти документы:

- обязывают всех водителей не создавать помех троллейбусам и автобусам при отъезде их от обозначенных остановок в населённых пунктах;

- не распространяют действия запрещающих знаков 3.1–3.3; 3.18.1; 3.18.2; 3.19; 3.27, а также предписывающих знаков 4.1.1–4.1.6 на транспортные средства общего пользования, движущиеся по установленным маршрутам. Это позволяет организациям движения пропускать пассажирские транспортные средства общего пользования по закрытым для других видов транспортных средств направлениям;

- предоставляют трамваю приоритет при разезде на нерегулируемых перекрёстках с нерельсовыми транспортными средствами;

- устанавливают специальную разметку 1.17 для обозначения зоны остановочных пунктов (желтая зигзагообразная линия у края проезжей части) [15].

Ограничения, направленные на предотвращение задержек МПТ и повышение безопасности его движения, могут быть самыми различными. Так, с этой целью всем остальным транспортным средствам может быть запрещён поворот направо на пересечении, если перед ним расположен остановочный пункт. На отдельных участках интенсивного движения МПТ можно дополнительно при помощи знаков запрещать остановку или стоянку других транспортных средств.

Эффективным методом ускорения пропуска маршрутных транспортных средств является выделение специальной полосы, по которой запрещено движение другим транспортным средствам. Для этого в зависимости от конкретных условий можно выделять как первую (около тротуара) полосу движения, так и среднюю или левую крайнюю полосу проезжей части. Выделение крайней правой полосы для автобусного движения означает согласно Правилам ДД запрещение на этой стороне остановки и стоянки автомобилей и соответственно затрудняет выполнение поворотов направо. Поэтому полоса для автобусов может быть выделена в левом крайнем ряду, учитывая высокую их маневрен-

ность на отдельных участках (на перегонах большой протяжённости) между остановками.

Изучение опыта зарубежных стран показывает, что обеспечению более быстрого движения МПТ уделяется значительное внимание. Для этого используются в различных сочетаниях все перечисленные мероприятия, в том числе выделение обособленных полос на участках, на которых в результате сложившихся условий наблюдаются особенно значительные задержки МПТ (рис. 6.39). В качестве примера можно привести результаты обобщения опыта 25 городов Германии, где были обследованы 102 специально выделенные полосы для маршрутных автобусов. Из них 52% имели протяжённость всего 100–400 м при ширине полосы 2,5–5,5 м. Это свидетельствует о том, что полоса выделяется только на особенно перегруженных участках улицы, а не по всей их длине. По расположению эти полосы характеризуются следующими данными: крайняя правая – 43%; средняя – 13%; пролегающая по трамвайным путям – 29%.



Рис. 6.39. Специальная полоса для автобусов (г. Женева) (буква «А»), а также знаками 5.11, 5.12, 5.13.1, 5.13.2 и 5.14.

Необходимые условия для приоритетного движения МПТ могут быть обеспечены на стадии градостроительного проектирования, когда имеются большие возможности для выделения соответствующей дополнительной ширины проезжей части, устройства местных уширений перед перекрёстками и т.д.

Значительно сложнее реализовать необходимость в предоставлении приоритета в процессе решения оперативных вопросов

При выделении специальных полос для автобусов очень важно обеспечить чёткую информацию, в частности, обозначить полосу разметкой 1.23

организации движения или частичной реконструкции улиц. Однако в этом случае имеется то преимущество, что известна конкретная сложившаяся транспортная обстановка. Для того чтобы принять решение о необходимости создания локального приоритета или выделения полосы на значительном протяжении магистрали, должны быть проведены соответствующие обследования ДД и на их основе должен быть выполнен технико-экономический анализ эффективности принимаемого решения. Весьма важно также экологическое сравнение существующей и предлагаемой организации движения МПТ. В ряде случаев введение приоритетного движения может отрицательно сказаться на экологической обстановке в рассматриваемой зоне вследствие чрезмерного повышения плотности движения на оставшихся полосах проезжей части.

При обследовании необходимо получить следующую информацию:

- геометрические параметры проезжих частей улиц в рассматриваемой зоне;
- частота движения подвижного состава МПТ, её колебание в течение суток и по дням недели, а также задержки и объём пассажиропотока;
- интенсивность и состав общего ТП в целом по направлениям и по полосам, скорости движения и задержки перед перекрёстками.

При технико-экономическом расчёте главное значение имеет правильное прогнозирование изменения интенсивности и уровня загрузки полос на проезжей части после выделения полосы для МПТ и ожидаемого влияния на скоростной режим ТП. Для ориентировочной оценки можно использовать зависимости основной диаграммы ТП.

Практический опыт создания приоритетного движения автобусов и научно-исследовательские работы в этой области, проведённые в нашей стране, позволили сформулировать следующие основные условия, при которых рекомендовано выделение обособленных полос:

- проезжая часть улицы в одном направлении имеет не менее трёх полос для движения;
- существующая интенсивность ТП данного направления

(приведённая к одной полосе) составляет в пиковые периоды не менее 400 ед/ч;

➤ интенсивность движения автобусов (троллейбусов) большого класса не менее 50 ед/ч, причём сочленённые транспортные средства принимают за 2 ед.

Указанные значения интенсивности всего потока и автобусов не являются абсолютными пределами – принимаемые значения могут корректироваться при анализе, в частности, с учётом фактических режимов светофорного регулирования, в том числе режима АСУД.

Успешность решения задачи организации движения МПТ зависит во многом от профессионализма водителей. В повышении его уровня велика роль организаторов движения, которые должны доводить до водителей, работающих на данном маршруте, результаты проводимых обследований и разработок. Для водителей необходимо подготавливать информационные листки по маршрутам, периодически обсуждать состояние условий движения или организовывать соответствующий анкетный опрос. Для вновь поступающих на маршрут водителей всегда должна быть в наличии информация (схема и легенда) не только о расположении остановочных пунктов, но и о характеристиках светофорного режима на регулируемых перекрёстках, пешеходных переходах, местах концентрации ДТП. Важна также информация о специфике пассажиропотока на основных остановочных пунктах маршрута. Это позволяет водителям значительно быстрее адаптироваться к условиям на новом маршруте.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение интенсивности движения транспортных потоков.
2. В чём заключается временная и пространственная неравномерности интенсивности движения?
3. Какие разновидности скорости транспортного потока Вы знаете?
4. Дайте определение динамического габарита автомобиля.
5. Из каких составляющих формируются транспортные задержки на заданном маршруте?
6. Как определяется плотность пешеходного потока?

7. Какой вид имеют основное уравнение и основная диаграмма транспортного потока?
8. Дайте определение пропускной способности дороги?
9. Какие Вы знаете разновидности пропускной способности дороги?
10. Дайте общую характеристику уровням удобства движения.
11. Какими мероприятиями реализуется разделение движения в пространстве?
12. К какому методическому направлению организации дорожного движения относят введение приоритета и светофорного регулирования на перекрёстках?
13. Какие Вы знаете виды ограничения скорости?
14. По каким основным признакам осуществляется классификация временных автомобильных стоянок?
15. В чём различие между пешеходной бестранспортной и жилой зоной?
16. Назовите виды пешеходных переходов по характеру регулирования.
17. Какие мероприятия должны быть реализованы при внедрении АСУДД?
18. Перечислите необходимые условия обеспечения безопасности массовых пассажирских перевозок.
19. Из чего складывается циклический режим при упрощённой модели движения транспортного средства общественного транспорта по городскому маршруту?
20. Какими методами обеспечивается преимущество в движении маршрутного пассажирского транспорта?

7. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ СЛУЖБ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

7.1. Задачи служб по обеспечению безопасности движения

Безопасность движения на автомобильном транспорте может быть обеспечена:

- высокой квалификацией и дисциплинированностью водительского состава;
- высоким качественным уровнем технического состояния и укомплектованности транспортных средств;
- необходимым состоянием УДС и организацией дорожного движения;
- квалифицированным руководством, контролем перевозок и использования подвижного состава.

Обеспечение этих условий требует от службы безопасности движения АТП:

- разработки проектов планов профилактической работы с водителями;
- систематического контроля выполнения нормативных документов, инструкций, приказов по обеспечению безопасности движения;
- проверки выполнения всеми службами АТП необходимых мероприятий по обеспечению безопасности движения;
- ведения учёта ДТП и нарушений Правил ДД в соответствии с правилами учёта и ведомственными инструкциями;
- проведения анализа материалов ДТП и нарушений, допущенных водителями, и организации соответствующего их обсуждения в коллективе;
- участия в проведении служебных расследований ДТП;
- обобщения и распространения передового опыта безаварийной работы водителей, бригад и автоколонн;
- организации работы кабинета безопасности движения и проведения агитационно-массовой работы по безопасности ДД;
- оказания методической помощи общественным организациям, работающим по безопасности движения;

- осуществления контроля проведения стажировок водителей и работы водителей-наставников.

В свою очередь, служба эксплуатации осуществляет решение следующих задач для предупреждения ДТП:

- ◆ обеспечения нормальной продолжительности рабочего дня водителей;

- ◆ разработки графиков движения, соответствующих условиям движения на маршрутах, и осуществления контроля их соблюдения;

- ◆ обследования ДУ на маршрутах АТП, выявления неблагоприятных по условиям безопасности участков и принятия незамедлительных мер для ликвидации выявленных недостатков;

- ◆ организации работы медицинских работников предрейсовым и другим обследованиям водителей;

- ◆ организации стажировки и учёбы водителей по повышению квалификации;

- ◆ обеспечения соблюдения требований Правил ДД при перевозке крупногабаритных и опасных грузов;

- ◆ составления паспортов и схем маршрутов с указанием опасных мест и ознакомления всех водителей со спецификой маршрутов;

- ◆ систематического проведения нормирования скоростных режимов на маршрутах и соответственно корректирование расписания движения;

- ◆ регулярное проведение проверок состояния дорог и искусственных сооружений на автобусных маршрутах;

- ◆ принятия мер для предотвращения перегрузки автобусов пассажирами на маршрутах;

- ◆ осуществления линейной связи между подвижным составом и диспетчерскими пунктами.

Служба эксплуатации проводит обязательную стажировку всех вновь принимаемых на работу водителей на тех маршрутах, где им предстоит работать.

При направлении водителей на другие маршруты служба эксплуатации знакомит их с особенностями новых маршрутов. На маршруты со сложными ДУ необходимо направлять только опытных, дисциплинированных водителей [13].

Важнейшими мероприятиями производственно-технической службы в обеспечении безопасности ДД являются:

- организация диагностирования технического состояния узлов, влияющих на безопасность движения;
- обеспечение своевременного и качественного устранения дефектов и неисправностей подвижного состава;
- регулярное и качественное выполнение планов технического обслуживания;
- обеспечение укомплектованности автомобилей огнетушителями, знаками аварийной остановки, аптечками;
- организация выборочного контроля технического состояния и укомплектованности автомобилей на линии и технической помощи при вынужденных остановках подвижного состава на линии.

Особенно ответственными для производственно-технической службы являются подготовка подвижного состава к выполнению перевозок людей на грузовых автомобилях. При этом виде перевозок техническая исправность автомобилей и их полная комплектность должны быть, безусловно, обеспечены в полном соответствии с требованиями Правил ДД.

Специального внимания производственно-технической службы с точки зрения обеспечения безопасности движения требует организация технической эксплуатации транспортных средств при отрыве их от основной технической базы (длительные командировки и т.д.). В этом случае разрабатывается план технического обеспечения в условиях выездной работы и предусматривается всё необходимое для систематического контроля технического состояния транспортных средств и выполнения необходимого объёма технического обслуживания и оказания технической помощи на линии [13].

Уровень работы по обеспечению безопасности движения на АТП решающим образом зависит от общей технической культуры всех работников. Поэтому работа по повышению технических знаний должна рассматриваться как одно из условий успешной профилактики ДТП со стороны производственно-технической службы, призванной осуществлять учёбу. При этом в первую очередь необходимо обеспечить систематическое изучение води-

телями и техническим персоналом особенностей новой автомобильной техники, учёбу водителей по повышению квалификации, ознакомление всех работников с нормативными документами и инструкциями по технической эксплуатации и технологии перевозок пассажиров и грузов.

В зависимости от характера и степени нарушений инструкций, действующих правил, положений, приказов и т.п. должностные лица и инженерно-технические работники могут быть привлечены к следующим видам ответственности: дисциплинарной, административной, уголовной, материальной, общественной.

Дисциплинарная ответственность предусматривает наложение на работника взыскания в соответствии с существующим законодательством или Правилами внутреннего трудового распорядка. В зависимости от степени нарушения могут быть объявлены: замечание, выговор, строгий выговор, понижение в должности, увольнение.

Административная ответственность должностных лиц за нарушение законодательства о труде, Правил ДД и ДТП наступает в случаях, предусмотренных административным законодательством РФ, и выражается в наложении на них штрафа.

Уголовная ответственность должностных лиц наступает в тех случаях, когда в их действиях содержатся признаки преступного действия или бездействия, квалифицируемые в соответствии со статьями Уголовного кодекса (УК) РФ.

Незнание должностными лицами законодательства о труде, норм охраны труда, Правил ДД и других нормативных документов в пределах круга их должностных обязанностей и выполняемой работы не снимает с них ответственности за допущенные нарушения [13].

7.2. Организация кабинета безопасности движения

Методическим центром профилактической работы по предупреждению ДТП на АТП является кабинет безопасности движения.

Активность работы и оснащённость кабинета могут служить одним из признаков уровня всей работы в этой области на АТП.

Экспозиция и оснащение кабинета, безусловно, должны соответствовать профилю и преимущественным условиям транспортной работы данного АТП [13].

Можно назвать следующие основные направления, по которым в каждом кабинете должны быть в наличии материалы и соответствующая экспозиция:

- Правила дорожного движения;
- данные учёта и анализа ДТП и нарушений Правил ДД водителями;
- передовой опыт безаварийной работы;
- техника и тактика управления автомобилями в условиях перевозок, характерных для АТП;
- основы психофизиологии труда водителя;
- особенности эксплуатируемых транспортных средств и грузов, перевозимых АТП;
- характеристика ДУ на основных маршрутах (для автобусных парков на всех маршрутах).

В крупных АТП, где насчитывается 600-700 водителей и более, кроме кабинета безопасности движения может быть создан специальный пункт по медицинскому и психофизиологическому обследованию водителей, а также класс повышения квалификации водителей. В этом классе сосредоточивают экзаменационные аппараты для программированной проверки знаний Правил ДД, устанавливают автотренажёры и экспонируют весь раздел техники и тактики вождения автомобиля.

В пассажирских АТП (автобусных парках) необходимо в работе кабинета безопасности движения обеспечить заблаговременной информацией водителей об условиях движения на всех маршрутах, особенно для водителей, вновь закрепляемых за маршрутом, а также при изменении условий движения на маршруте.

Информацию о маршрутах обычно оформляют в виде схем, на которые наносят остановочные пункты, регулируемые пересечения, места повышенной концентрации пешеходного движения, опасные по дорожным условиям участки пути, железнодорожные и трамвайные переезды и т.д.

Эти схемы используют в сочетании с паспортными данными маршрута, данными о местах ДТП, а также расчётными скоростными режимами движения.

Известен положительный опыт применения электрифицированных схем маршрута с освещёнными участками, подлежащими изучению, и в сочетании с магнитофонной записью описания всего маршрута. В этом случае водители могут самостоятельно знакомиться с характеристикой маршрута. При разработке информационных материалов по маршрутам должны быть учтены не только типичные условия дневного времени и летний период, но обязательно условия движения в темноте, а также в зимних условиях.

Часть разработанной и имеющейся в кабинете информации по безопасности ДД должна экспонироваться в подразделениях, наиболее посещаемых водителями, в частности, в диспетчерских, местах стоянки автомобилей по колоннам и т.д. Здесь, прежде всего, необходима оперативная информация об условиях движения, о ДТП и грубых нарушениях Правил ДД.

Важное место в оперативной информации об условиях движения имеет гидрометеорологическая информация, от которой в дальнейшем зависит тактика управления транспортным средством на маршруте.

К основным видам гидрометеорологической информации на АТП относят:

- регулярную информацию о погоде и гидрологическом режиме водных объектов, пересекаемых автомобильными дорогами;
- прогнозы ожидаемых изменений гидрометеорологических условий;
- экстренные предупреждения о возникновении или усилении гидрометеорологических условий и явлений, опасных для движения (метели, снегопады, ливни, гололедица, весенние половодья, селевые потоки, снежные лавины и др.).

Гидрометеорологическая информация обеспечивается управлениями гидрометеослужбы, бюро погоды, гидрометеосерваториями, гидрометеобюро и авиаметеорологическими станциями.

В работе службы безопасности движения наиболее ответственным является непосредственная работа с водителями, которая включает следующие основные направления:

- ◆ проведение всех видов инструктажей по безопасности движения (вводный, первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, текущий, внеплановый);
- ◆ организация медицинских предрейсовых осмотров;
- ◆ организация и проведение контроля работы водителей на линии;
- ◆ организация работы по повышению профессиональных качеств водителей;
- ◆ проведение постоянной воспитательной работы по повышению транспортной культуры водителей.

Сроки проведения инструктажа определяются его видом:

- ❖ вводный проводится при поступлении на работу;
- ❖ первичный – перед началом работы на новом месте;
- ❖ повторный – не позднее 6 мес. после первичного;
- ❖ текущий предрейсовый – ежедневно, текущий сезонный – не менее 2 раз в год;
- ❖ внеплановый – по необходимости.

Каждый вид инструктажа включает различные вопросы, диктуемые его характером. Так, например, инструктаж водителя при изменении вида перевозимого груза должен включать следующие вопросы:

- особенности нового вида груза и влияние его свойств на безопасность движения в зависимости от ДУ и скоростного режима;
- учёт свойств груза при выполнении погрузочно-разгрузочных операций;
- размещение и крепление груза в кузове автомобиля, обеспечивающие его сохранность и безопасность движения.

Чтобы снизить аварийность на АТП, разрабатывают план мероприятий по предупреждению ДТП, который включает следующие основные вопросы:

- организацию и сроки проведения медицинского освидетельствования всех водителей;

- мероприятия по улучшению условий труда и отдыха водителей;
- совершенствование контроля технического состояния транспортных средств;
- обследование ДУ на маршрутах;
- контроль выполнения инструктивных материалов и приказов;
- организацию пропаганды передового опыта, проведение смотров, конкурсов по безопасности движения;
- повышение профессиональных качеств водителей.

Для повышения качественного уровня учёта, анализа ДТП, а также различных сведений оперативного и планового характера целесообразно иметь устройство небольшого информационно-вычислительного комплекса, позволяющего вести хранение, поиск, обработку и получение необходимой информации.

7.3. Деловые игры в организации и безопасности дорожного движения

В практику профессиональной управленческой деятельности всё более широко внедряются активные методы принятия решений, позволяющие осуществлять более рациональные меры по практическим, оперативным и стратегическим проблемам. Эти же методы позволяют повышать квалификацию специалистов.

В связи с этим вводятся интенсивные методы обучения для совершенствования подготовки и переподготовки специалистов по организации и безопасности ДД. Одним из таких методов является метод обучения, воспроизводящий конкретные производственные ситуации или производственную деятельность, с выработкой рекомендаций по решению проблемы. Активные методы являются эффективным средством повышения квалификации, так как известно, что наибольшее усвоение изучаемого материала (90% и выше) происходит при разборе конкретных ситуаций. Введение активных методов обучения позволяет в короткие сроки овладеть навыками принятия решений в такой трудовой деятельности, в которой присутствуют большие потоки информации, необходим анализ механизма функционирования сложных систем, требуется постоянная адаптация к условиям ОС и пр.

К активным методам обучения могут быть отнесены: деловые игры, лекции-дискуссии, выездные занятия по изучению передового опыта на производстве, анкетирование, различные логические методы («инцидент», «мозговая атака», «коллективная генерация идей», «разбор деловых бумаг», «сценариев», «экспертные оценки» и т.д.)

Из всех активных методов обучения наиболее эффективными, в том числе для специалистов в области организации и безопасности ДД, является деловая игра [13]. Преимущества её применения следующие:

➤ возможность широкого применения вычислительной техники для решения сложных технических, социально-экономических и организационно-управленческих задач, например, таких, как ситуационный анализ ДТП, обработка собранной информации по ДТП, анализ статистических данных, расчёт эффективности мероприятий по профилактике аварийности на автомобильном транспорте, управление службой безопасности движения на различных уровнях и т.п.;

➤ большая степень соответствия игровой модели реальным этапам трудовой деятельности, например, таким, как сбор данных о ДТП и заполнение карточки первичного учёта ДТП, проведение служебного расследования ДТП, инструктаж водительского и технического персонала АТП по различным вопросам безопасности движения, контроль на линии и т.д.;

➤ применение логической и математической формализации деловой игры для овладения новыми способами планирования, например, мероприятий по профилактике ДТП с расчётом первоочерёдности их внедрения, проведение технического контроля подвижного состава и т.п.;

➤ незначительный период подготовки к игре при достаточном уровне квалификации слушателей, их компетентности по решаемым задачам;

➤ применение одновременно нескольких методов в одной деловой игре, таких как «мозговая атака», экспертных оценок, групповых консультаций, анкетирования и др.;

➤ возможность в ограниченный период (6-12 ч) оценивать обстановку, находить пути решения, проверять уровень собственных знаний.

Кроме того, каждый игровой метод может имитировать производственную деятельность любого подразделения с многовариантным решением различных задач. Так, в методе «мозговой атаки», представляющем собой генерацию идей по решаемой проблеме, устанавливается регламент выступления для создания обстановки, в которой участник игры останавливается лишь на конструктивных предложениях. Особенно успешно применение этого метода в игре при выборе набора мероприятий по организации и безопасности ДД, когда требуется внимание к различным предложениям. В методе «упражнение дилетантов» руководитель игры индивидуально беседует с играющим для обеспечения конструктивности и свободы высказывания. Эти два метода часто используются на подготовительном этапе игры. Далее при выборе из поступающих предложений, требующих первоочередного рассмотрения, используется вид коллективного общения – дискуссия. Руководитель игры выступает в роли «опрашивающего» каждого участника игры, «направляющего» процесс обмена опытом. Каждый играющий обосновывает свое предложение и выступает как эксперт и как оппонент.

На первом подготовительном этапе игры может быть использовано анкетирование. При помощи разработанных анкет по определённой тематике осуществляется сбор самостоятельных суждений играющих. Этот трудоёмкий игровой способ может быть задан для домашней проработки темы. По индивидуальному заданию на определённую тему может быть написан реферат. Письменные методы раскрытия темы используются затем в деловых играх по разбору «деловых бумаг». Основой этого метода является классификация набора сведений (должностные инструкции, требования на материалы и запчасти, письма из учреждений различного содержания, служебные записки и пр.) Задача каждого работника как в службе безопасности движения, так и в других службах – суметь сориентироваться в этом потоке информации, определить их взаимосвязь, отбросить из рассмотрения те, что не имеют отношения к данному вопросу или должностному лицу, и принять определённое решение. Анализ проводится по многим критериям с определённой процедурой дифференцирования. При разборе и принятии решения могут быть применены и математические модели прикладного системного анализа с использовани-

ем вычислительной техники, и теория полезности, которая имеет практическое приложение к реальным ситуациям деловой деятельности. Например, техническая диагностика на АТП или контроль на линии могут сводиться к математической модели построения иерархии «риска возникновения ДТП из-за технической неисправности» или оценка условия безопасного, комфортного и эффективного движения может быть математически формализована на основе «качественного разрастания иерархии целей».

Важным этапом деловой игры является заключительная оценка субъективных (интуитивно-логических) и объективных (формализованных) решений, а также оценка степени решения проблемы. В основной и заключительной частях игры могут использоваться элементы метода «разбора инцидентов». При субъективном подходе обсуждаются ситуации, при которых сведений недостаточно для принятия решений. Поиск первоисточника возникшего инцидента (неопределённой ситуации) может быть формализован. Например, определение причин ДТП, связанных с оценкой дорожно-транспортной ситуации, может быть выполнено на ЭВМ с расчётом параметров перехода нормального процесса движения в аварийный. Такой ситуационный метод анализа требует предварительного хронометража параметров, обследования ДУ, служебного расследования или просмотра карточек первичного учёта ДТП.

При качественном анализе ДТП в деловой игре может быть применён и метод «разыгрывания ролей». Каждый играющий в соответствии с выбранной ролью (руководителя АТП или службы безопасности движения, дежурного инспектора ГИБДД, медицинского работника, потерпевшего, водителя и т.д.) анализирует ситуацию, ищет причины ДТП, возможные пути его предотвращения, разрабатывает профилактические мероприятия. В процессе игры происходят самообучение и корректировка деятельности, понимание причин того или иного поведения других.

Наиболее перспективным в деловых играх по прогнозированию, планированию, выбору и принятию решения являются методы поэтапного экспертного прогнозирования и системного анализа. Эти методы представляют собой получение экспертных оценок, определение их иерархической структуры, применение математико-статистической обработки и осуществление коррек-

тировки результатов предыдущих этапов на основе информации, полученной в ходе обработки экспертных данных.

Важнейшими условиями деловых игр являются самоорганизация, самообучение, самодисциплина как следствие заинтересованности участников в решении интересующей их проблемы.

Таким образом, игровая модель, предусматривающая выработку наилучшего варианта решения в кратчайшие сроки без дорогостоящих ошибок, на практике представляет собой имитацию решения конкретной проблемы. Неопределённость этой проблемы в игре удаётся в определенной степени формализовать.

Проведению деловой игры предшествует кропотливая работа по её детальной разработке. Чем тщательней продуманы все детали игры, тем вернее достижение её основной цели – активизация работы участников и более быстрое получение результатов.

Анализ большого числа имеющихся разработок по деловым играм позволил выделить следующие основные этапы подготовки и проведения игры.

1. Определяются объект и круг вопросов (проблем) для игровой имитации. Описание объекта должно быть достаточно простым для понимания его сущности участниками игры. По мере приобретения навыков в использовании имитационной модели игроками она может усложняться. При изучении элементов объекта и связей между ними в игре моделируемая система функционирует в течение определённого интервала (сутки, месяц, год и т.д.), а в процессе игровой имитации этот интервал рассматривается в течение нескольких часов. При поиске оптимального варианта решения осуществляется выделение проблем, длительность деятельности которых может быть различной, в некоторых случаях недостаточно точно определённой, а иногда трудно предсказуемой.

2. Назначение, цель и характер игровой имитации определяются конкретными условиями и возможностями (техническими, организационными, информационными) организации, в которой должна проводиться игра, а также возможностями игровой процедуры.

3. Выделяется конструктор или группа людей для разработки игры, знающих рассматриваемый процесс, профессионально способных доходчиво объяснить смысл и построение игры.

4. Исходная информация изучается, систематизируется и представляется участникам игры в максимально наглядном и удобном для проведения игры виде.

5. В зависимости от решаемой проблемы, наличия технических средств, средств обработки и передачи информации, характера игры выбирается возможный метод проведения игры.

6. Исходя из целей, критериев, оценки эффективности функционирования систем, уровня планирования, степени формализации, длительности игровой имитации, состава технических средств, средств решений, т.е. с учётом условий, в рамках которых проводится игра, определяются возможные уровни принятия решения (оптимальные или приближенные решения, качественная или количественная оценка принятых решений), проводится анализ и решение проблемы или только анализ и т.п. и, соответственно, определяются возможность и необходимость использования различных алгоритмов и машинных программ для решения задач.

7. Игровой комплекс (состав команд, участвующих в игре) определяется целями игры и числом игроков. Комплекс может включать одну и более групп экспертов, арбитраж, технических работников, администратора игры.

Функции участников распределяются по командам (арбитражная комиссия, технические работники, руководители групп экспертов, участники групп экспертов) и по звеньям групп экспертов. В некоторых случаях функции звеньев должны соответствовать производственным функциям соответствующих подразделений (например, для имитации деятельности АТП – отдел главного механика, планово-экономический отдел, диспетчерская). В играх, связанных с экспертной оценкой конкретной производственной проблемы и путей её решения, функции участников групп экспертов, как правило, однородны, т.е. соблюдается принцип равного участия в творческом процессе всех участников, включая арбитраж и технических работников.

Этот этап требует длительной проработки, так как нечёткое определение функций каждого участника может потребовать вмешательства администратора игры, в результате чего снижаются активность и интерес участников. Как следствие, цель проводимой игры может быть не достигнута.

8. Игровой комплекс представляет собой целостную структуру, характер и качество связей между элементами (командами) которого определяются правилами взаимодействия. Правила строятся в соответствии с выбранным методом игры, техническим и информационным обеспечением, правилами ведения игры, особенностями моделируемого объекта. Решающую роль в составлении правил взаимодействия играет конструктор игры, который должен детально изучить моделируемый объект (процесс), определить состав технических средств имитации, объём и структуру информационного обеспечения, состав игровой документации и документооборот, систему оценок деятельности участников, правила судейства и общие правила поведения игроков.

9. Конструктор игры осуществляет поиск существующих разработок по процедурной части игры, отвечающей её целям и характеру. При наличии аналогичных разработок они или принимаются в полном объёме, или изменяются в соответствии с сущностью решаемой проблемы.

10. Для проверки правильности построения игровой имитации осуществляется отладка игры с составом разработчиков. Результатом отладки является уточнённая последовательность операций в игре, скорректированные правила взаимодействия команд и формы документов, а также схема документооборота, точно установленное время игрового эксперимента и регламент проведения отдельных циклов, фаз, этапов, шагов, операций в игре и общая продолжительность всей игры.

11. Подготовка участников заключается в ознакомлении их с целями, сущностью игры, организационно-техническими и социально-экономическими данными моделируемой системы и её особенностями. Участники знакомятся с функциями, которые им предстоит выполнить в игре. Проводится тренировочный цикл игры для уяснения процедурных правил и взаимодействия команд без принятия решений по исследуемой проблеме.

12. Игровая имитация проводится в полном объёме с принятием решений и обработкой результатов отдельных циклов игры.

13. Если игра является сложной и проходит с длительными перерывами между игровыми циклами, то обработка и анализ результатов ведутся в эти периоды техническим персоналом с привлечением необходимого числа участников игры.

14. Окончание игры по существу является начальной стадией практического использования результатов игры.

Успешное проведение деловой игры зависит от правильной подготовки играющих к участию в игре, соответствия функций играющего его уровню общей и профессиональной подготовки, от активности ведущего игры, от чёткого и грамотного руководства в игре, от быстроты получения и обработки информации и т.д.

Одним из важнейших направлений деятельности службы безопасности движения в АТП является профилактика аварийности. Эта проблема может явиться предметом имитации её в виде деловой игры (рис. 7.1). В этом случае на первом этапе игрокам может быть предложен выбор оптимального решения из множества вариантов.

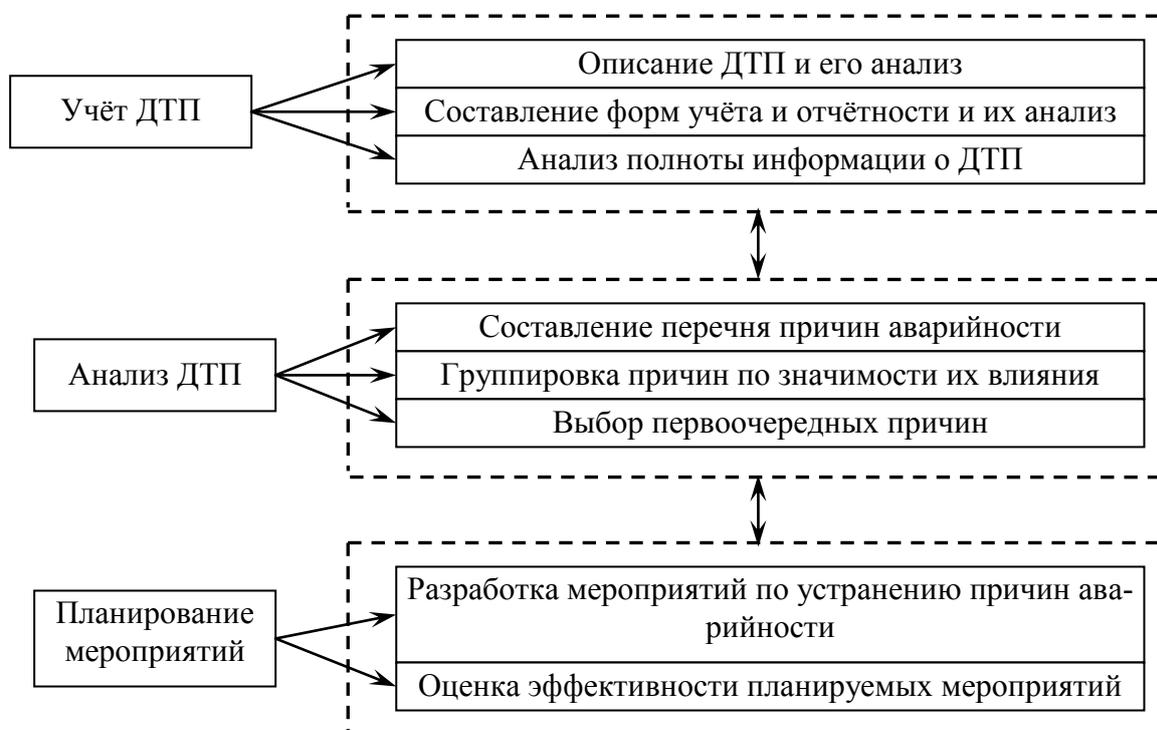


Рис. 7.1. Алгоритм деловой игры «Профилактика ДТП в АТП»

Моделирование игровой ситуации может включать этапы, приведённые в табл. 7.1. Представленные этапы игровых ситуаций, естественно, взаимосвязаны между собой, однако их можно рассматривать и отдельно (фрагментарно). Каждый этап игровой имитации может сопровождаться возникновением конфликтных ситуаций, являющихся результатом высокой степени вариантности возникновения ДТП, противоречивостью интересов отдель-

ных работников АТП, недостаточной компетентностью и другими причинами. Поэтому выбор решения носит не только объективный, но и субъективный характер.

Таблица 7.1

Характеристика этапов деловой игры «Профилактика ДТП в АТП»

Этапы	Методы анализа и принятия решений
1. Учёт ДТП	«Метод инцидента», разбор деловых бумаг
2. Анализ ДТП	Дискуссия, «метод инцидента», «мозговой штурм» (коллективная генерация идей)
3. Планирование мероприятий и их оценка	«Метод инцидента», коллективная генерация идей, математико-статистические методы обработки информации

Учёт ДТП как первичный этап всех последующих этапов принятия решения требует не только полной и своевременной регистрации сведений о ДТП, но и стандартного оформления их в соответствии с действующими Правилами учёта ДТП. При этом важны как методические принципы, так и практические основы учёта ДТП.

В производственной деятельности инженера по безопасности движения могут возникнуть, например, следующие противоречия:

- форма регистрации собранной информации о ДТП не соответствует регламентированным методическим указаниям;
- объём собранных сведений меньше регламентируемого объёма информации, необходимой для составления донесений;
- несвоевременность учёта ДТП и составления форм отчётности и т.д.

Устранение возникших противоречий возможно при игровой имитации производственной деятельности службы безопасности движения и АТП в целом.

Процедура имитации может быть следующей. Руководитель предлагает участникам игры описание ДТП. От участников игры требуется представить сведения в арбитраж по регламентированной форме учёта. Оценка правильности и полноты представленной информации определяет исход фрагмента игры «Учёт ДТП». Игровая ситуация может быть дополнена анализом сведений о ДТП для определения достаточности представленной информа-

ции. В заключение игры арбитраж оценивает квалификацию участников по принятым ими решениям.

Однако учёт данных лишь об одном ДТП не определяет в полной мере деятельность соответствующих служб по обеспечению безопасности движения. Предупреждение аварийности сводится к своевременному устранению многочисленных причин ДТП. При анализе статистики ДТП можно рассмотреть весь возможный перечень причин (факторов), способствующих возникновению ДТП, и в этом случае могут возникнуть следующие вопросы:

- как определить первоочерёдность внедрения того или иного мероприятия;
- каким образом составить перечень мероприятий, устраняющих одну и ту же причину ДТП;
- каким способом учесть всю совокупность факторов, влияющих на возникновение ДТП, и многое другое.

Второй этап игры «Профилактика аварийности в АТП», включающий анализ ДТП, даёт возможность участникам приобрести навыки и умение оценивать качественный и количественный уровень аварийности, планировать очередность внедрения мероприятий, устраняющих причины возникновения ДТП за рассматриваемый период времени.

Одним из активных способов выявления причин ДТП является дискуссия игроков-экспертов. Анализ причин включает два этапа.

На первом этапе каждый участник игры предлагает причины возникновения ДТП, требующие первоочередного рассмотрения и анализа.

Второй этап включает выработку перечня, последовательности и адресов реализации мероприятий, которые на взгляд экспертов позволяют снизить аварийность на АТП. В ходе игровой имитации производственной ситуации предполагается, что профилактика ДТП связана лишь с таким единственным показателем эффективности, как снижение числа ДТП. Казалось бы, проблема сводится к тому, что надо найти такое решение (последовательность мероприятий), при котором показатель эффективности оказался бы максимальным. Однако следует помнить, что принятие

решений происходит в условиях неопределённости. Существуют неизвестные и случайные факторы, которые оказывают воздействие на конечный результат и, следовательно, влияют на показатель эффективности. Поэтому в этом фрагменте игры её участники путём обработки данных о ДТП и последовательной коррекции мероприятий, полученной в ходе оценок мер, определяют эффективность ожидаемого внедрения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова структура и организация службы безопасности движения на автомобильном транспорте?
2. Назовите основные задачи служб АТП по безопасности дорожного движения.
3. В чём состоит организация работы кабинета безопасности движения?
4. Какова правовая ответственность инженерно-технических работников за нарушения своих служебных обязанностей?
5. Дайте определение деловой игры.
6. Сформулируйте основные цели проведения деловых игр на АТП в области организации и безопасности движения.
7. Каково обеспечение деловых игр?
8. Назовите состав документации и процедуру игры «Профилактика аварийности в АТП».
9. Каковы последовательность формирования игрового комплекса и проведение деловой игры «Профилактика аварийности в АТП»?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наметившееся увеличение экономического потенциала страны неизбежно повлечёт за собой дальнейший рост уровня автомобилизации. Не останется в стороне и развитие улично-дорожных сетей. Однако по объективным причинам последнее будет значительно отставать от темпов автомобилизации, и это повлечёт за собой дальнейшее повышение плотности транспортных потоков, особенно в городах.

В ближайшей перспективе с учётом развития автомобилизации приоритетным в организации дорожного движения в крупных городах и мегаполисах будет более широкое внедрение АСУДД. Это позволит обеспечить реализацию самых прогрессивных методов организации движения и контроля за его состоянием в режиме реального времени с целью оперативного вмешательства в процесс дорожного движения в случае возникновения непредвиденных ситуаций (затор, ДТП, перегрузка отдельных участков УДС и т.д.) посредством перераспределения транспортных потоков с использованием управляемых дорожных знаков и реверсивных светофоров, регулирующих движение по отдельным полосам проезжей части.

Главной особенностью дорожного движения как объекта управления является неполная управляемость, суть которой состоит в том, что даже при наличии у системы управления полной информации о транспортных потоках и возможности доведения управляющих воздействий до каждого водителя, эти воздействия в ряде случаев могут носить только рекомендательный характер. Водители автомобилей обладают свободной волей и реализуют при движении свои частные цели. Водитель как объект чрезвычайно сложен и обладает крайне неприятными с точки зрения управления свойствами, поскольку его субъективные факторы очень трудно поддаются формализации. Эта особенность делает весьма проблематичным достижение главной цели управления – безопасности движения и отсутствия заторов.

Поэтому, в конечном итоге, мероприятия по организации дорожного движения направлены на повышение надёжности системы ВАДС и на сведение к минимуму возможных ошибок водителя в оценке условий движения.

В настоящем учебном пособии стояла задача представить и систематизировать самую актуальную на данный момент информацию и последние тенденции в области организации и безопасности дорожного движения. Как следствие, можно ожидать, что знания и навыки, полученные в результате изучения настоящего учебного пособия, позволят сформировать у будущих специалистов по организации дорожного движения и управления на транспорте систему взглядов по основным направлениям обозначенной деятельности.

Организация и безопасность движения является одним из наиболее важных направлений в деятельности инженера специальностей 190702 «Организация и безопасность движения» и 190701.01 «Организация перевозок и управление на транспорте (Автомобильный транспорт)».

Работая в ГИБДД, на автотранспортном предприятии, в дорожно-эксплуатационной, проектной организации, специалист данного профиля обязательно будет постоянно сталкиваться с вопросами организации дорожного движения. Поэтому от такого специалиста будут ждать обоснованных инженерных решений на основе анализа дорожных условий, существующей организации движения и статистики ДТП. Инженер по организации и безопасности движения и по организации управления на транспорте должен свободно ориентироваться в нормативно-правовой сфере, знать основные государственные стандарты, строительные нормы и правила, Правила дорожного движения РФ, инструкции, определяющие деятельность в данной области. Это должен быть всесторонне подготовленный специалист, хорошо понимающий физическую сущность дорожного движения и его закономерности.

Изложенный в настоящем учебном пособии материал создаёт необходимую базу для успешного освоения в дальнейшем дисциплин специализаций, которые позволяют получить дополнительные сведения, касающиеся теории и практики организации и безопасности дорожного движения.

Следует пожелать организаторам дорожного движения достичь такого уровня знаний, когда они будут способны соединить непосредственный научный анализ и практическую оперативную деятельность по управлению дорожным движением в единое целое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильные дороги: безопасность, экологические проблемы, экономика (российско-германский опыт) [Текст] / под ред. В. Н. Луканина, К.-Х. Ленца – М. : Логос, 2002. – 607 с.
2. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения [Текст] / В. Ф. Бабков. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.
3. Вероятностные и имитационные подходы к оптимизации автодорожного движения [Текст] / А. П. Буслаев [и др.]. – М. : Мир, 2003. – 368 с.
4. Домке, Э. Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий [Текст] : учебник для студ. высш. учеб. завед. / Э. Р. Домке. – М. : ИЦ «Академия», 2009. – 288 с.
5. Дрю, Д. Теория транспортных потоков и управление ими [Текст] / Д. Дрю. – М. : Транспорт, 1972. – 424 с.
6. Жданов, В. Л. Совершенствование методов расчёта экологических характеристик городских транспортных макроисточников [Текст] / В. Л. Жданов. – М. : Машиностроение, 2010. – 203 с.
7. Живоглазов, В. Г. Теория движения транспортных и пешеходных потоков [Текст] / В. Г. Живоглазов. – Ростов н/Д : Изд-во журн. «Изв. вузов Сев.-Кавк. региона.», 2005. – 1082 с.
8. Зырянов, В. В. Критерии оценки условий движения и модели транспортных потоков [Текст] / В. В. Зырянов. – Кемерово : Кузбасский политехнический ин-т, 1993. – 164 с.
9. Иларионов, В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий [Текст] : учебник для вузов / В. А. Иларионов. – М. : Транспорт, 1989. – 254 с.
10. Иносэ, Х. Управление дорожным движением [Текст] : пер с англ. / Х. Иносэ, Т. Хамада; под ред. М. Я. Блинкина – М. : Транспорт, 1983. – 248 с.
11. Использование специальных познаний в расследовании дорожно-транспортных происшествий / А. М. Кривицкий [и др.] ; под общ. ред. А. М. Кривицкого и Ю. И. Шапорова. – Минск : Харвест, 2004. – 128 с.
12. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения [Текст] : учебник для вузов / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.

13. *Коноплянко, В. И.* Организация и безопасность дорожного движения [Текст] : учебник для вузов / В. И. Коноплянко, О. П. Гуджоян, В. В. Зырянов, А. В. Косолапов. – Кемерово : Кузбассвузиздат, 1998. – 236 с.

14. *Кочерга, В. Г.* Анализ развития моделей кинетической теории транспортных потоков [Текст] / В. Г. Кочерга. – Ростов н/Д : Ростов. гос. строит. ун-т, 2000. – 22 с. – Деп. в ВИНТИ 14.07.2000, № 1940-B2000.

15. *Кременец, Ю. А.* Технические средства организации дорожного движения [Текст] : учебник для вузов / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.

16. *Крутов, В. И.* Основы научных исследований [Текст]: учеб. для техн. вузов / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов. – М. : Высш. шк., 1989. – 400 с.

17. *Леонович, И. И.* Диагностика автомобильных дорог [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. И. Леонович, С. В. Богданович, И. В. Нестерович. – Минск : Новое знание, 2011. – 350 с.

18. *Луканин, В. Н.* Автотранспортные потоки и окружающая среда [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Н. Луканин, А. П. Буслаев, Ю. В. Трофименко, М. В. Яшина. – М. : ИНФРА-М, 1998. – 408 с.

19. *Луканин, В. Н.* Автотранспортные потоки и окружающая среда – 2 [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Н. Луканин, А. П. Буслаев, М. В. Яшина. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 646 с.

20. *Пугачёв, И. Н.* Организация движения автомобильного транспорта в городах [Текст] : учебное пособие / И. Н. Пугачёв. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2005. – 196 с.

21. *Пугачёв, И. Н.* Организация и безопасность движения [Текст] : учеб. пособие / И. Н. Пугачёв, А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – М. : Академия, 2009. – 272 с.

22. *Ротенберг, Р. В.* Основы надёжности системы Водитель–Автомобиль–Дорога–Среда [Текст] / Р. В. Ротенберг. – М. : Машиностроение, 1986. – 216 с.

23. *Сильянов, В. В.* Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения [Текст] / В. В. Сильянов. – М. : Транспорт, 1979. – 303 с.

24. *Сильянов, В. В.* Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц [Текст] : учебник / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – М. : ИЦ «Академия», 2007. – 352 с.

25. *Суворов, Ю. Б.* Судебная дорожно-транспортная экспертиза [Текст] : научно-практ. пособие для экспертов, следователей и судей / Ю. Б. Суворов, И. И. Чава. – М. : Библиотека эксперта, 2007. – 128 с.

26. *Хомяк, Я. В.* Организация дорожного движения [Текст] : учебник для вузов / Я. В. Хомяк. – Киев : Высшая школа, 1986. – 271 с.

27. *Яхьяев, Н. Я.* Безопасность транспортных средств [Текст]: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н. Я. Яхьяев. – М. : Академия, 2011. – 432 с.