

УДК 656.11 (07)
ББК 39.3 я 7
К 14

К 14 **Котухов А.Н., Кущенко Л.Е.**

Экономика дорожного движения: Учеб. пособие. – Белгород:
Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. – 235 с.

В учебном пособии подробно рассмотрен теоретический и практический материал по дисциплинам «Экономика дорожного движения» и «Экономическая оценка деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения», освещены основные методы оценки экономической эффективности капитальных вложений при внедрении способов повышения безопасности дорожного движения, приведен комплекс лабораторных работ, а также изложены вопросы курсового проектирования.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Табл. 67. Ил. 20. Формул 141. Список лит.: 12 назв.

УДК 656.11 (07)
ББК 39.3 я 7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ им. В.Г. Шухова), 2016

ВВЕДЕНИЕ

Как показывает мировой опыт, автомобилизация, наряду с огромным положительным влиянием на экономику, с созданием удобства и комфорта для людей может вызвать ряд негативных последствий, которые особенно остро проявились за последние десятилетия во многих крупных городах: дорожно-транспортные происшествия (ДТП), загрязнение воздушного бассейна отработавшими газами, резкое снижение скоростей движения и транспортные заторы.

На безопасность дорожного движения оказывает влияние большое число различных факторов, как объективных (конструктивные особенности и техническое состояние транспортных средств, конструктивные параметры и состояние дороги, интенсивность движения транспортных средств и пешеходов, обустройство дорог различными сооружениями и средствами регулирования, время года, суток), так и субъективных (состояние водителей и пешеходов, нарушение ими установленных правил движения и пр.).

Чтобы обеспечить эффективность дорожного движения, необходима совместная деятельность многих организаций различного профиля. Можно рассматривать весь комплекс деятельности, необходимой для решения проблем дорожного движения, на 3-х различных уровнях: федеральном, региональном и служб дорожного движения.

Естественно, что все мероприятия по организации дорожного движения, предпринятые на любом из трех уровней деятельности, требуют определенных, часто значительных, денежных средств. Назначению мероприятий по ОДД на любом уровне должно предшествовать их тщательное технико-экономическое обоснование. В области организации дорожного движения требуется проведение детального и систематического анализа причин ДТП, задержек транспорта, пассажиров, пешеходов и т. д., который позволит найти оптимальное решение при выборе типа обустройства дорог, что улучшит условия движения при наименьших затратах. Такой анализ дает возможность выявить резервы экономии различных затрат и определить экономическую основу рационального планирования первоочередных мероприятий, улучшающих организацию дорожного движения. Поэтому намечаемые к осуществлению мероприятия должны быть экономически обоснованы и при наименьших затратах способствовать эффективному улучшению организации дорожного движения.

Необходимость в технико-экономическом обосновании мероприятий по улучшению условий движения возникает всегда, когда требуется определить экономическую эффективность капиталовложений. Практически в каждом случае может быть несколько возможных вариантов совершенствования какого-нибудь звена, из которых необходимо выбрать

наиболее эффективный.

Одним из важнейших методических положений, которые следует учитывать при организации дорожного движения, является необходимость сравнительной оценки эффективности принимаемых решений. При этом оценка разработок должна соответствовать общепринятым положениям определения эффективности внедряемых мероприятий в народном хозяйстве.

Данное учебно-методическое пособие составлено таким образом, чтобы оказать максимальную помощь студентам специальности «Организация и безопасность движения» в освоении двух неразрывно связанных дисциплин специализации: «Экономика дорожного движения» и «Методы оценки повышения эффективности функционирования транспортно-дорожного комплекса». Указанные дисциплины ставят перед собой одну и ту же цель: научить студентов обоснованно выполнять оценку эффективности предлагаемых мероприятий по организации движения на участке улично-дорожной сети (УДС).

Дисциплина «Экономика дорожного движения» предполагает изучение студентами теоретической части, изложенной в 1 – 10 разделах настоящего пособия и выполнения курсовой работы (порядок выполнения и пример курсовой работы приведены в соответствующем разделе данного пособия). Итоговой формой контроля знаний служит экзамен.

Дисциплина «Экономическая оценка деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения» опирается на изложенную в 11 – 15 разделах теоретическую часть и предполагает сдачу студентами зачета после успешного выполнения и защиты четырех расчетных практических работ (см. соответствующий раздел пособия).

Учитывая постоянно изменяющийся уровень цен в дорожном хозяйстве и отсутствии современных сравнительных данных, в данном пособии (кроме оговоренных случаев) приведены ценовые показатели в ценах базового 1981 года. Индексация указанных значений в текущие цены производится путем перемножения на соответствующие коэффициенты.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ	9
1.1. Экономические потери от несовершенства ОДД.....	9
1.2. Роль автомобиля в системе ВАДС.....	11
1.3. Роль водителей в системе ВАДС.....	12
1.4. Эффективность мероприятий по ОДД.....	14
1.5. Затраты на сооружение и содержание объектов, повышающих безопасность движения	14
Вопросы для самопроверки	18
2. СЕБЕСТОИМОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ	19
2.1. Понятие «дорожные условия»	19
2.2. Структура затрат на автомобильные перевозки	19
2.3. Постоянные затраты	20
2.4. Переменные затраты	21
2.5. Эффективность мероприятий по ОДД	22
Вопросы для самопроверки	24
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В МЕРОПРИЯТИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	25
3.1. Понятие об экономической эффективности	25
3.2. Критерии эффективности	26
3.3. Нормативы эффективности	27
3.4. Порядок сравнения вариантов капитальных вложений	27
3.5. Учет фактора времени в расчетах экономической эффективности	28
3.6. Разновременные затраты	30
Вопросы для самопроверки	32
4. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ	33
4.1. Понятие о показателе экономической эффективности	33
4.2. Порядок определения показателей экономического эффекта	33
4.3. Расчетный срок сравнения вариантов мероприятий	34
4.4. Особенности расчета при постоянных и переменных затратах	35
Вопросы для самопроверки	39
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ В СФЕРЕ БДД	40

5.1. Предварительный, ожидаемый и фактический эффект от внедрения НИР и ОКР	40
5.2. Определение долевого участия исполнителей НИР и ОКР	41
5.3. Определение величины научно-технического эффекта от НИР	43
5.4. Экспертиза НИР и ОКР	44
Вопросы для самопроверки	47
6. ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	48
6.1. Группы мероприятий по ОДД и определение их сметной стоимости	48
6.2. Прямые затраты	49
6.3. Накладные расходы	50
6.4. Плановые накопления	51
6.5. Сводный сметный расчет	51
Вопросы для самопроверки	52
7. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ	53
7.1. Способы определения транспортно-эксплуатационных расходов. 53	
7.2. Потери времени транспортных средств на нерегулируемых пересечениях дорог в одном уровне	53
7.3. Потери времени на пересечениях дорог с жестким программным регулированием	54
7.4. Потери времени транспортных средств на транспортных развязках в разных уровнях	57
7.5. Затраты времени на перегонах дорог	58
7.6. Затраты времени при введении одностороннего движения	58
7.7. Затраты времени при введении координированного регулирования движения	59
Вопросы для самопроверки	60
8. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ НЕПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОТЕРЬ	61
8.1. Потери от нахождения в пути пассажиров	61
8.2. Потери от нахождения в пути пешеходов	61
9. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА И ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	63
9.1. Потери от загрязнения воздуха	63
9.2. Потери от шумового воздействия	65
Вопросы для самопроверки	66
10. СТРУКТУРА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ	67

10.1. Прямые и косвенные потери	67
10.2. Отчетные и неотчетные ДТП	68
10.3. Потери от вовлечения в ДТП людей	70
10.4. Потери в различных дорожных условиях	74
Вопросы для самопроверки	76
11. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ УЩЕРБА ОТ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ	77
11.1. Методы оценки ущерба от ДТП	77
11.2. Метод непосредственного суммирования потерь от каждого дорожно-транспортного происшествия	77
11.3. Метод сравнения ущерба от дорожно-транспортных происшествий «до и после» проведения мероприятий по организации движения	80
11.4. Метод определения потерь народного хозяйства по графикам коэффициентов аварийности	81
11.5. Метод оценки ущерба от дорожно-транспортных происшествий через себестоимость перевозок	84
11.6. Метод коэффициентов снижения потерь	89
11.7. Метод коэффициентов эффективности (перебора вариантов)	95
Вопросы для самопроверки	98
12. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ	99
12.1. Понятие о конструктивной безопасности автомобиля	99
12.2. Показатели опасности автомобилей	99
12.3. Опасность травмирования человека элементами автомобиля	101
Вопросы для самопроверки	102
13. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ДОРОЖНО- ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПО ВИНЕ НЕТРЕЗВЫХ ВОДИТЕЛЕЙ	103
Вопросы для самопроверки	105
14. ОЦЕНКА ЗАТРАТ, СВЯЗАННЫХ С ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ДОРОЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ	106
Вопросы для самопроверки	108
15. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА	109
15.1. Общие положения при назначении мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации ДТП .	109
15.2. Методы выявления участков концентрации дорожно- транспортных происшествий	112

15.3. Классификация участков концентрации дорожно-транспортных происшествий	117
15.4. Диагностика участков концентрации дорожно-транспортных происшествий	119
15.5. Оценка эффективности мероприятий по повышению безопасности движения на участках концентрации ДТП	126
Вопросы для самопроверки	138
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.....	139
Лабораторная работа №1. «Обоснование экономической целесообразности введения светофорного регулирования на перекрестке».....	139
Лабораторная работа №2. «Определение предела допускаемой скорости движения на участке автомобильной дороги и оценка экономической эффективности после установления ограничения скорости».....	148
Лабораторная работа №3. «Экономическое обоснование обхода сельского населённого пункта».....	151
Лабораторная работа №4. «Методы выявления участков концентрации дорожно-транспортных происшествий».....	162
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	168
1) Общие указания	168
2) Порядок выполнения работы	168
3) Варианты заданий на курсовую работу	169
4) Определение капитальных вложений в мероприятия по организации дорожного движения	171
5) Определение годовых текущих затрат по вариантам организации дорожного движения	174
6) Определение экономической эффективности мероприятий по организации дорожного движения	182
7) Оформление работы	184
ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	190
ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ	221
ИТОГОВОЕ ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ	223
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	234
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	235

1. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ

1.1. Экономические потери от несовершенства ОДД

Специфические особенности проблемы организации дорожного движения обусловлены прежде всего функционированием системы В–А–Д–С (водитель – автомобиль – дорога – среда движения), состоящей как из отдельных элементов, так и различных подсистем: автомобиль – дорога, водитель – автомобиль, водитель – дорога (рис. 1). Каждый элемент или каждая подсистема в свою очередь влияют на условия и безопасность движения.



Рис. 1. Взаимосвязь факторов, формирующих систему В–А–Д–С

Автомобиль должен обладать элементами активной и пассивной безопасности, быть устойчивым против заноса и опрокидывания, надежным в эксплуатации, легким в управлении.

Водитель должен иметь соответствующие его профессии психофизические качества и обладать профессиональным мастерством.

Дорога по своим техническим параметрам должна соответствовать интенсивности и заданной скорости движения транспортных средств.

На современном этапе качественно меняются технические средства и системы управления дорожным движением, транспортные средства, с точки зрения конструктивной безопасности, и многие виды обустройства автомобильных дорог.

Изменяется и структура автомобильного парка по грузоподъемности грузовых автомобилей. Определено направление на дизелизацию авто-

мобильного парка страны.

Рост автомобильного парка страны наряду с положительным влиянием на экономику может ухудшать условия труда водителей из-за перенасыщения дорожно-уличной сети транспортными средствами или вызывать отрицательные социально-экономические последствия (дорожно-транспортные происшествия, снижение скорости движения транспортных средств и т. п.). Это противоречие можно разрешить, используя комплексный подход к оценке социально-экономического эффекта, который учитывает все результаты научно-технического прогресса – от роста производительности труда до отрицательных экономических последствий. Комплексный социально-экономический подход с учетом социально-экономического эффекта позволяет еще на стадии проектирования и разработок различных мероприятий предотвращать или минимизировать отдельные отрицательные социально-экономические последствия.

Социальный эффект характеризуется совершенствованием общественных отношений, изменениями в экологической среде, условиях и охране труда, всестороннем развитии личности.

Экономический эффект в данном случае характеризуется приростом национального дохода, полученным за счет совершенствования организации дорожного движения, в результате научно-технического прогресса.

Взаимная связь экономического и социального эффектов определяется тем, что экономический эффект является материальной основой социального, а рост социального эффекта создает лучшие условия для роста экономического эффекта. Мероприятия, дающие социальный эффект, в конечном счете повышают производительность труда и многие технико-экономические показатели в любой области приложения труда.

Однако экономический и социальный эффекты могут расти разными темпами. Кроме того, положительному экономическому эффекту может сопутствовать отрицательный социальный эффект. Поэтому основная задача в области организации и безопасности дорожного движения – это внедрение таких мероприятий и разработка таких технических средств организации движения, которые обеспечивали бы положительные значения обоих видов эффекта. В общем случае, социально-экономические потери из-за несовершенства организации дорожного движения имеют следующую структуру (рис. 2).



Рис. 2. Структура народнохозяйственных потерь из-за несовершенства организации дорожного движения

1.2. Роль автомобиля в системе ВАДС

Значительное влияние на их снижение может оказать совершенствование конструктивной безопасности автомобилей, технического состояния и обустройства автомобильных дорог, профессиональной подготовки водителей.

В свою очередь, конструктивная безопасность автомобиля во многом зависит от конструктивных и эксплуатационных свойств автомобилей. Эти свойства позволяют предотвращать конфликтные ситуации в транспортном процессе, а в случае их возникновения уменьшать тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий. Кроме того, некоторые свойства уменьшают вред, наносимый окружающей среде в процессе эксплуатации автомобилей.

Конструктивную безопасность автомобиля для удобства изучения и совершенствования ее отдельных свойств подразделяют на активную, пассивную, послеаварийную и экологическую.

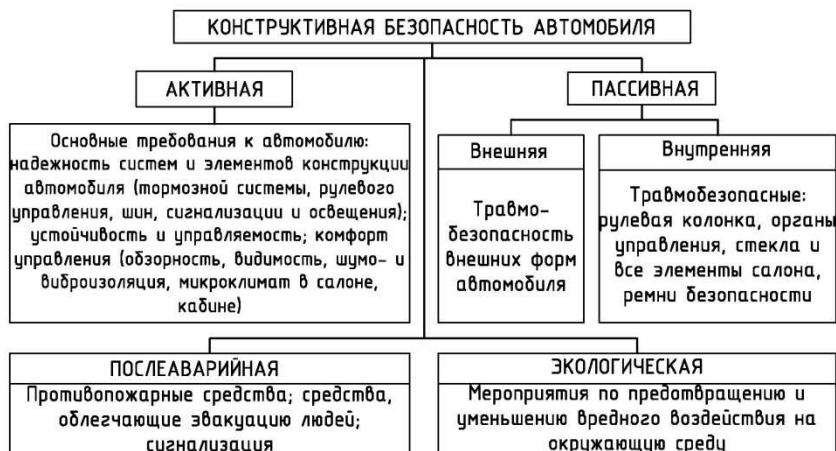


Рис. 3. Схема конструктивной безопасности автомобиля

Активная безопасность автомобиля – свойство автомобиля предотвращать ДТП (снижать вероятность его возникновения); пассивная – уменьшать тяжесть последствий ДТП; послеаварийная – уменьшать тяжесть последствий ДТП после его остановки; экологическая – уменьшать вред, наносимый участниками дорожного движения и окружающей среде в процессе его эксплуатации.

Рассматривая конструктивную безопасность автомобиля (рис. 1.3) с точки зрения снижения народнохозяйственных потерь необходимо отметить, что еще имеется значительная потенциальная возможность ее совершенствования.

1.3. Роль водителей в системе ВАДС

Водитель является основным звеном системы автомобиль – водитель – дорога – среда движения. Из общей статистики известно, что около 75% всех дорожно-транспортных происшествий на дорогах нашей страны происходит по вине водителей автомобилей [1].

Согласно статистическим данным, наибольшее число ДТП совершается водителями со стажем работы до 3-х лет. Поэтому система совершенствования профессионального мастерства водителей (рис. 4) играет важную роль в обеспечении безопасности движения, что достижимо только при оснащении учебных заведений для подготовки водителей современными техническими средствами обучения (тренажерами, стендами, приборами) и учебно-тренировочными автодромами.



Рис. 4. Элементы профессионального мастерства водителя

Именно с этой целью на автотранспортных предприятиях систематически проводятся мероприятия, основной целью которых является снижение показателей аварийности у водителей (рис. 5).

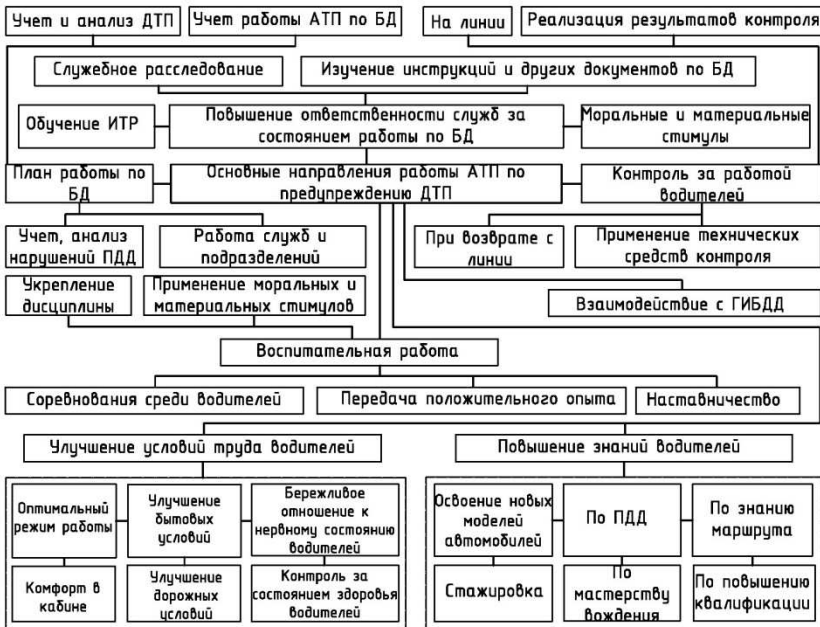


Рис. 5. Схема основных направлений работы автотранспортных предприятий по предупреждению ДТП

Несомненно, велика роль мастерства в учебном процессе, который формирует квалификацию будущего водителя. Следует отметить, что использование технических средств подготовки водителей необходимо сочетать с другими средствами их обучения на учебных площадках, автодромах, где формируются навыки вождения, в том числе выхода из критических ситуаций. Для укрепления материально-технической базы учебных заведений требуются затраты, которые должны быть обоснованы в соответствии с утвержденными нормативными документами.

1.4. Эффективность мероприятий по ОДД

В общем виде эффективность мероприятий, улучшающих организацию дорожного движения, заключается:

- в повышении уровня безопасности движения (сокращение числа ДТП и уменьшение тяжести их последствий);
- в снижении потерь времени транспортных средств;
- в снижении потерь времени пассажиров в общественном и индивидуальном транспорте;
- в снижении потерь времени пешеходов в местах перехода улиц и автомобильных дорог;
- в снижении уровня транспортного шума;
- в улучшении санитарного состояния воздушного бассейна (снижение концентрации загрязняющих воздух веществ);
- в уменьшении концентрации вредных веществ, загрязняющих придорожную полосу.

Д-р техн. наук, проф. В. Ф. Бабков отмечает, что мероприятия по повышению безопасности дорожного движения одновременно увеличивают пропускную способность дороги и повышают производительность автомобильного транспорта, а затраты на осуществление мероприятий по повышению безопасности движения быстро окупаются благодаря улучшению условий перевозок [2].

1.5. Затраты на сооружение и содержание объектов, повышающих безопасность движения

Мероприятия по организации дорожного движения, внося конкретные изменения либо в состояние и протяженность дорожно-уличной сети, либо в условия движения транспортных средств, пассажиров и пешеходов на уже имеющейся сети, влияют на уровень затрат по перевозкам на автомобильном транспорте и на потери в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, связанные с недостаточным удовлетворением

потребностей в перевозках. Кроме того, в сферу экономического влияния мероприятий по ОДД входит также прирост чистой продукции в отраслях материального производства, не принадлежащих к отрасли транспорт, снижение затрат или прирост прибыли в организациях непроизводственной сферы при удовлетворении соответствующих общественных потребностей. Помимо экономического эффекта, мероприятия по ОДД вызывают некоторые виды социально-экономического эффекта, главным образом сокращение потерь народного хозяйства и общества в целом при сокращении числа дорожно-транспортных происшествий и потерь, связанных с временем пребывания в пути пешеходов и пассажиров, пользующихся как общественным пассажирским транспортом, так и индивидуальными транспортными средствами. В последнем случае сопутствующий эффект выражается в снижении транспортной усталости во время пребывания пассажиров в пути (что способствует росту производительности труда и более высокому качеству продукции), а также в экономической оценке сэкономленного свободного времени пассажиров [3].

Снижения затрат на топливо, шины, запасные части и прочее, получаемое владельцами индивидуальных транспортных средств от улучшения дорожных условий, могут быть квалифицированы как дополнительные блага, передаваемые населению через общественные фонды потребления. Они не влияют на произведенный национальный доход и поэтому не являются слагаемыми экономического эффекта от капитальных вложений в мероприятия по ОДД, а рассматриваются как одно из проявлений социально-экономических результатов капитальных вложений в объекты непроизводственной сферы.

Кроме того, мероприятия по ОДД могут вызывать эффект или потерю в других отраслях народного хозяйства (например, при отводе земель для нужд дорожного строительства), повышать или снижать ущерб, наносимый окружающей среде (загрязнение воздуха, почвы, воды). Итак, в состав народнохозяйственных затрат, на которые прямо или косвенно влияют мероприятия до ОДД, и изменение которых должно учитываться при рассмотрении вопроса о целесообразности проведения таких мероприятий, входят следующие.

I. Единовременные затраты:

- капитальные вложения в объект K_o (дорогу, инженерные сооружения на ней, системы управления дорожным движением), осуществляемые в период его строительства;
- капитальные вложения $K_{рек}$, необходимые для осуществления в процессе эксплуатации объекта работ по его реконструкции, расширению, техническому перевооружению;
- капитальные вложения в автомобильный транспорт $K_{ат}$, необходимые для осуществления перевозок грузов и пассажиров по рассматри-

ваемой дороге;

- капитальные вложения в другие виды транспорта $K_{\text{др}}$, если они участвуют в перевозке грузов и пассажиров по сравниваемым вариантам;
- комплексная экономическая оценка территории, отводимой под строительство $K_{\text{т}}$.

II. Текущие затраты:

- эксплуатационные расходы $C_{\text{тр}}$ предприятий автомобильного транспорта;
- народнохозяйственные потери $C_{\text{пасс}}$, связанные с затратами времени пассажиров в пути следования (для всех автомобилей независимо от их принадлежности);
- народнохозяйственные потери $C_{\text{пеш}}$, связанные с затратами времени пешеходов;
- народнохозяйственные потери $C_{\text{ДТП}}$, связанные с дорожно-транспортными происшествиями;
- затраты $C_{\text{э}}$, связанные с эксплуатацией оборудования технических средств регулирования дорожного движения, автоматических систем управления движением и т. п.;
- затраты $C_{\text{д}}$ на ремонты и содержание автомобильных дорог и дорожных инженерных сооружений;
- народнохозяйственные потери от загрязнения воздуха и шумового воздействия $C_{\text{з}}$, $C_{\text{ш}}$;
- потери $C_{\text{пр}}$ в смежных отраслях народного хозяйства.

При оценке степени влияния способов организации дорожного движения на народнохозяйственные затраты (как единовременные, так и текущие) важно установить: во-первых, характер влияния мероприятий (т. е. изменение каких именно затрат оно вызывает), во-вторых, оценить количественно степень этого влияния, т. е. определить экономический эффект, который можно достигнуть в результате внедрения этого мероприятия. Задача эта должна решаться еще на стадии технико-экономического обоснования мероприятия, т. е. до его претворения в жизнь.

В табл. 1 показан примерный характер влияния наиболее распространенных мероприятий по улучшению дорожных условий на существующей сети дорог или на стадии разработки схем организации движения на проектируемых элементах сети на текущие затраты. Знак «+» в табл. 1 означает, что мероприятие влияет на данный вид затрат, а знак «-» означает, что данное мероприятие не влияет или влияет незначительно на данный вид затрат.

Второй наиболее важной задачей является количественная оценка единовременных и текущих затрат.

Таблица 1.

Мероприятия	Текущие народнохозяйственные затраты							
	$C_{тр}$	$C_{пасс}$	$C_{пеш}$	$C_{дтп}$	$C_э$	$C_д$	$C_з$	$C_{ш}$
Вынесение отдельных маневров автомобиля из зоны пересечения	+	+	+	+	–	–	–	–
Введение светофорного регулирования на нерегулируемом пересечении	+	+	+	+	+	–	–	–
Изменение числа фаз и длительности цикла регулирования	+	+	+	+	–	–	–	–
Установка предупреждающих знаков, ограждений, разметка проезжей части	–	–	–	+	+	–	–	–
Организация круговой схемы движения на пересечении	+	+	–	+	–	–	–	–
Устройство транспортных развязок в разных уровнях	+	+	–	+	–	+	+	+
Организация координированного регулирования движения	+	+	–	+	+	–	+	+
Внедрение автоматизированных систем управления движением	+	+	+	+	+	–	+	+
Организация одностороннего движения	+	+	–	+	–	–	–	–
Выделение отдельных полос для движения массового пассажирского транспорта	+	+	–	+	–	–	–	–
Организация реверсивного движения	+	+	–	+	–	–	–	–
Ограничение скорости движения автомобилей	+	+	–	+	–	–	+	–
Устройство остановок типа «карман»	+	+	–	+	–	+	–	–
Улучшение параметров дороги (увеличение числа полос, радиуса кривых, уменьшение уклонов, устройство переходно-скоростных полос)	+	+	–	+	–	+	+	–
Введение освещения дорог	–	–	–	+	–	+	–	–
Устройство подземных пешеходных переходов	+	+	+	+	–	+	–	–
Запрещение стоянок автомобилей на проезжей части	+	+	–	+	–	–	+	+
Сооружение объездов городов для пропуска транзитного транспорта	+	+	–	+	–	+	+	+

Значения показателей единовременных затрат по капитальным вложениям в объект K_0 и $K_{рек}$ устанавливаются на основе сметной документации или по укрупненным нормативам сметной стоимости.

Капитальные вложения в автомобильный транспорт

$$K_{AT} = L \sum_i \frac{N_{сутi} K_{удi}}{T_{ни} v_{эi} \alpha_{ви}}, \quad (1)$$

где $N_{сутi}$ – суточная интенсивность движения транспортных средств i -го типа по рассматриваемому участку дороги, авт./сут; $K_{удi}$ – удельные капитальные вложения в автомобильный транспорт на 1 списочный автомобиль, включая предприятия автомобильного транспорта и подвижной состав (при улучшении конструкции автомобиля с точки зрения безопасности они могут возрастать); $T_{ни}$ – число часов работы на линии одного списочного автомобиля в сутки; $v_{эi}$ – средняя эксплуатационная скорость i -го типа автомобиля, км/ч; $\alpha_{ви}$ – коэффициент выпуска парка на

линию.

Капитальные вложения в другие виды транспорта $K_{\text{пр}}$ определяют на основе показателей объемов перевозок этими видами транспорта по соответствующим нормативам.

Потери народного хозяйства от изъятия территории K_t , отводимой под строительство, определяют исходя из стоимости чистой продукции, которая могла бы быть произведена на изымаемых землях за соответствующий период.

Текущие затраты, как правило, определяют в расчете на I год эксплуатации. При этом номер расчетного года зависит от характера изменения ежегодных текущих затрат во времени. Далее рассмотрены способы определения текущих затрат при различных схемах организации дорожного движения.

Вопросы для самопроверки:

1. *Какое главное негативное последствие развития мировой автомобилизации?*
2. *К объективным факторам, оказывающим влияние на безопасность дорожного движения, относятся...*
3. *На каком из перечисленных уровней можно решать наиболее фундаментальные проблемы безопасности дорожного движения?*
4. *Какой из перечисленных эффектов характеризуется приростом национального дохода?*
5. *Какое звено является основным в системе ВАДС?*
6. *Какие из перечисленных затрат определяются на основании сметного расчета?*

2. СЕБЕСТОИМОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ

2.1. Понятие «дорожные условия»

Одним из основных показателей, используемых для оценки экономической эффективности капитальных вложений в мероприятия по организации дорожного движения, является себестоимость автомобильных перевозок, представляющая собой эксплуатационные расходы предприятий автомобильного транспорта, необходимые для осуществления перевозок грузов и пассажиров. Условия движения по дороге или дорожные условия определяются множеством факторов, зависящих как от характеристик и эксплуатационного состояния самой дороги (типа покрытия, числа полос для движения, радиусов кривых, наличия пересечений и т. п.), так и от характеристик транспортного потока (интенсивности, плотности, состава потока, технического состояния транспортных средств) и методов организации движения (наличия знаков, разметки, технических средств регулирования дорожного движения и пр.). Однако при всем многообразии факторов, определяющих понятие «дорожные условия», их влияние на эксплуатационные расходы предприятий автомобильного транспорта проявляется в действии таких показателей, как: средняя скорость сообщения (представляющая собой отношение длины дороги ко времени передвижения), прерывистость движения (характеризуемая числом остановок и торможений на перегонах), доля перепробегов (определяемая как увеличение протяженности маршрута поездки по сравнению с возможным кратчайшим) и безопасность движения.

2.2. Структура затрат на автомобильные перевозки

Затраты, формирующие себестоимость автомобильных перевозок, можно подразделить на переменные, которые зависят от пробега автомобилей, и постоянные, от него не зависящие.

К *переменным* относят затраты на топливо и эксплуатационные материалы, на восстановление шин, на техническое обслуживание и текущий ремонт, на амортизационные отчисления, на капитальный ремонт и для определенной категории транспортных средств (автомобилей грузоподъемностью более 2 т, автобусов габаритной длиной более 5 м и легковых автомобилей-такси) – на их полное восстановление. К *постоянным* затратам относят накладные расходы, амортизацию на полное восстановление автомобилей (кроме перечисленных выше) и заработную плату водителей с начислениями.

К накладным расходам относят: заработную плату административно-

управленческого, инженерно-технического и обслуживающего персонала; затраты на содержание производственных зданий и территории автотранспортного предприятия: затраты на текущий ремонт зданий, сооружений, инвентаря, оборудования; амортизационные отчисления на восстановление и капитальный ремонт основных фондов автотранспортного предприятия (кроме автомобилей); арендную плату; расходы на топливо и электроэнергию для технологических целей; затраты на охрану труда, технику безопасности и противопожарные мероприятия; затраты на содержание вышестоящих организаций и др.

2.3. Постоянные затраты

Повышение средней скорости сообщения в результате улучшения дорожных условий ведет к увеличению годовой транспортной работы, т. е. выработки автомобиля. Годовая выработка автомобиля в тонно-километрах или пассажиро-километрах

$$P = 365 \alpha_v T_n v_s q \gamma \beta, \quad (2)$$

где α_v – коэффициент выпуска парка; T_n – время работы автомобиля в наряде за сутки, ч; v_s – средняя эксплуатационная скорость, км/ч; q – номинальная грузоподъемность, т, или пассажировместимость, мест; γ – коэффициент использования грузоподъемности или пассажировместимости; β – коэффициент использования пробега.

Годовая выработка автомобиля в тоннах перевезенного груза

$$Q = \frac{P}{l_{cp}}, \quad (3)$$

где l_{cp} – длина ездки с грузом.

При расчетах экономической эффективности мероприятий по улучшению дорожных условий удобнее оперировать затратами на 1 авт-км. Выработка в этом случае для автомобилей всех типов $P = 365 \alpha_v T_n v_s$.

Если характеризовать степень увеличения скорости сообщения после проведения мероприятий по организации дорожного движения (ОДД) коэффициентом k_v , то изменение годовой выработки при прочих неизменных технико-эксплуатационных показателях

$$\psi = \frac{P_{ст}}{P_n} = \frac{1/k_v + \eta \beta}{1 + \eta \beta}, \quad (4)$$

где $P_{ст}$ и P_n – выработка автомобиля соответственно до и после проведения мероприятий; η – доля простоев под погрузкой-разгрузкой (или на

остановочных пунктах пассажирского транспорта) от всего времени в наряде.

Повышение годовой выработки автомобиля в результате увеличения средней скорости сообщения ведет к частичному высвобождению подвижного состава и к снижению постоянных $\Delta C_{\text{пост}}$, не зависящих от пробега эксплуатационных затрат, входящих в себестоимость, в расчете на любой удельный показатель (автомобиле-километр, тонно-километр, тонну груза)

$$\Delta C_{\text{пост}} = C_{\text{пост}}^{\text{ст}} - C_{\text{пост}}^{\text{нов}} = C_{\text{пост}}^{\text{ст}} (1 - \psi), \quad (5)$$

где $C_{\text{пост}}^{\text{ст}}$ и $C_{\text{пост}}^{\text{нов}}$ – постоянные затраты соответственно до и после проведения мероприятий.

На рис. 6 представлен характер изменения коэффициента ψ вследствие проведения мероприятий по организации дорожного движения, ведущих к увеличению средней скорости сообщения.

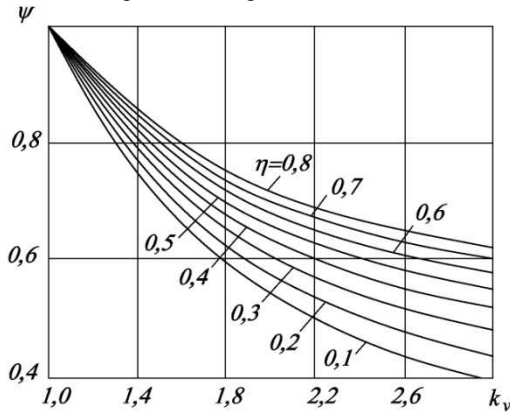


Рис. 6. Зависимость коэффициента ψ от увеличения скорости сообщения при различных значениях η

2.4. Переменные затраты

Переменные затраты $C_{\text{пер}}$ на предприятиях автомобильного транспорта планируют на пробег автомобилей. С повышением средней скорости сообщения (при прочих неизменных технико-эксплуатационных показателях использования автомобиля) годовой пробег будет расти теми же темпами, что и выработка, следовательно повышение скорости сообщения не ведет к снижению этой части затрат в расчете на 1 авт-км (т-км или пасс-км). Указанные показатели выработки не отражают такой фактор улучшения дорожных условий, как ликвидация или уменьшение пе-

репробегов и, как следствие этого, уменьшение длины ездки с грузом. Поэтому для оценки влияния уменьшения перепробегов на себестоимость перевозок (переменную ее часть) следует пользоваться показателем выработки в тоннах перевезенного груза (или в числе пассажиров).

Снижение переменных затрат вследствие уменьшения перепробегов в расчете на 1 т перевозимого груза (1 пассажира):

$$\Delta C_{\text{пер}} = C_{\text{пер}}^{\text{ст}} - C_{\text{пер}}^{\text{нов}} = C_{\text{пер}}^{\text{ст}} g, \quad (6)$$

где $C_{\text{пер}}^{\text{ст}}$ и $C_{\text{пер}}^{\text{нов}}$ – соответственно переменные затраты до и после проведения мероприятий; $g = l_n/l$ – доля ликвидированных перепробегов l_n от средней дальности ездки с грузом или протяженности маршрута l .

2.5. Эффективность мероприятий по ОДД

Годовая экономия на участке дороги, где повышена средняя скорость сообщения и снижена доля перепробегов:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \frac{365}{k_n} \sum N_i \left[C_{\text{пост } i}^{\text{ст}} (1 - \psi) L + C_{\text{пер } i}^{\text{ст}} (1 - g) q_i \gamma_i \right], \quad (7)$$

где k_n – коэффициент неравномерности движения в течение суток; N_i – интенсивность движения в час пик автомобилей определенного типа; L – длина участка дороги, км.

С увеличением скорости движения может возрасти такая составляющая постоянных затрат, как стоимость израсходованного топлива, так как при высоких скоростях движения расход топлива увеличивается. Однако здесь следует учитывать то обстоятельство, что увеличение скорости сообщения может происходить не в результате повышения скорости движения на перегонах, а в результате улучшения условий движения (ликвидации или сокращения продолжительности простоя у перекрестков, торможений на перегонах), т. е. выравнивания скоростного режима движения [4].

Годовая экономия за счет указанных выше факторов для автомобилей с карбюраторными двигателями

$$\mathcal{E} = \begin{cases} \sum \Delta N_i M_i 0,015 + 0,75 \Delta t & \text{- при средней интенсивности движения на} \\ & \text{полосе до 250 приведенных ед./ч;} \\ 365 \cdot 0,008 \frac{N_n L}{k_n} & \text{- при средней интенсивности движения на} \\ & \text{полосе 250-700 ед./ч,} \end{cases}$$

где Δt_i – уменьшение числа остановленных на перекрестках автомобилей за год;

$$\Delta N_i = 1,3 \cdot 10^6 \frac{\Delta N_{ui}}{T_{\text{ц}}}, \quad (8)$$

ΔN_i – сокращение числа автомобилей, задержанных в течение одного цикла регулирования; $T_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла регулирования, с; M_i – масса транспортного средства, т; Δt – сокращение продолжительности задержек за год, авт-ч; $N_{\text{п}}$ – интенсивность движения автомобилей в час пик в приведенных единицах, ед./ч.

На рис. 7 представлен характер изменения относительного расхода топлива $c_{\text{т}}^{\text{н}}$ после проведения соответствующих мероприятий по улучшению организации движения, выражающихся в увеличении среднего расстояния между перекрестками (соответственно $l_{\text{п}}^{\text{ст}}$ и $l_{\text{п}}^{\text{н}}$), к расходу топлива ($c_{\text{т}}^{\text{ст}}$), имевшему место до проведения мероприятий. На переменные затраты, входящие в себестоимость автомобильных перевозок, большое влияние оказывает тип дорожного покрытия. На дорогах с низшими типами покрытий эти затраты значительно возрастают. Коэффициенты увеличения переменных затрат в зависимости от типа покрытия приведены в табл. 2.

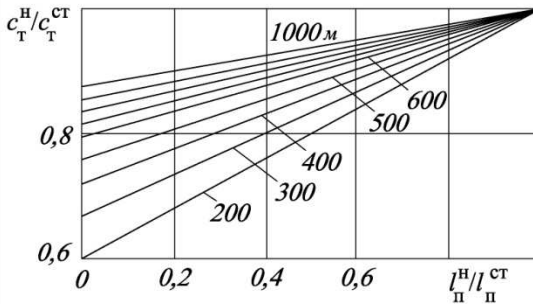


Рис. 7. Снижение относительного расхода топлива $c_{\text{т}}^{\text{н}} / c_{\text{т}}^{\text{ст}}$ в зависимости от изменения среднего расстояния между перекрестками $l_{\text{п}}^{\text{н}} / l_{\text{п}}^{\text{ст}}$ (цифры на прямых означают среднее расстояние между перекрестками до реконструкции)

В табл. 3 приведены средние значения себестоимости автомобильных перевозок на 1 авт-км пробега для наиболее распространенных в 90-х годах прошлого столетия типов и марок подвижного состава (в базовых ценах).

Таблица 2.

Статьи расходов	Тип дорожного покрытия					
	усовершенствованное капитальное		усовершенствованное облегченное в хорошем состоянии	переходное в удовлетворительном состоянии	бульварная мостовая	нижнее в хорошем состоянии
	вне города	в городе				
Техническое обслуживание и эксплуатационные ремонты	1,00	1,15	1,09	1,19	1,47	1,28
Топливо и смазочные материалы	1,00	1,15	1,13	1,25	1,75	1,44
Амортизация подвижного состава	1,00	1,00	1,07	1,28	1,50	1,39
Износ и ремонт автомобильных шин	1,00	1,40	1,05	1,14	1,31	1,22

Таблица 3.

Марка (тип) автомобиля	Расчетные значения себестоимости перевозок в зависимости от скорости движения для усовершенствованных покрытий, к./авт-км								
	скорости, км/ч								
	20	30	40	50	60	70	80	90	120
ГАЗ-24	8,84	7,19	6,27	5,79	5,44	5,33	5,44	5,56	5,89
ПАЗ-672	13,67	11,52	10,76	10,64	11,00	11,46	12,11	12,90	-
УАЗ-451	8,46	6,62	5,85	5,65	5,49	5,88	6,18	6,59	-
ГАЗ-53А	12,98	11,03	9,98	10,12	10,38	11,05	11,91	-	-
КамАЗ-5410	20,57	19,14	18,54	18,59	19,07	19,61	20,42	21,65	-
ЗИЛ-130	15,34	13,50	12,10	12,19	12,53	13,21	13,95	15,17	-

После анализа представленных выше данных можно судить о наиболее экономичной (крейсерской) скорости автомобилей того времени. К сожалению, авторы не располагают данными по себестоимости автоперевозок современными марками автомобилей, однако в процессе эксплуатации инженер по организации и управлению на транспорте может эмпирическим путем построить зависимость себестоимости автоперевозок применительно к 1 авт-км или 1 т перевезенного груза, используя положения, изложенные в данном разделе, для интересующего его типа и модели автомобиля.

Вопросы для самопроверки:

1. К наиболее важным показателям «дорожных условий» относят...
2. К какой группе затрат на автоперевозки относят затраты на топливо и восстановление шин?
3. К какой группе затрат на автоперевозки относят накладные расходы?

4. *Какая статья затрат снижается в результате уменьшения перепробегов?*

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В МЕРОПРИЯТИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

3.1. Понятие об экономической эффективности

Для создания материально-технической базы страны требуется непрерывное увеличение капитальных вложений на расширенное воспроизводство основных фондов народного хозяйства, в том числе и автомобильных дорог.

Экономическую эффективность капитальных вложений рассчитывают на всех стадиях разработки долгосрочных, пятилетних и годовых планов экономического и социального развития.

Экономическая эффективность – это мера целесообразности принятия экономических решений в отношении способов использования материальных, трудовых и денежных ресурсов.

Эффективность капитальных вложений определяется сопоставлением получаемого эффекта с размерами вложений.

В капитальных вложениях, принимаемых для расчета эффективности, учитываются затраты по всем источникам финансирования: на создание новых, реконструкцию и расширение действующих основных фондов производственного и непроизводственного назначения. Капитальные вложения включают затраты на строительно-монтажные работы, приобретение оборудования, транспортных средств и инвентаря, а также на проектно-изыскательские работы и прочие виды работ, связанные со строительством.

При определении эффективности учитываются сопряженные капитальные вложения по тем элементам затрат, по которым имеется значительное их увеличение в смежных отраслях.

При оценке экономической эффективности капитальных вложений в различные варианты мероприятий рассчитывают общую (абсолютную) и сравнительную (относительную) эффективность вложений в то или иное мероприятие. Показатели общей и сравнительной эффективности дополняют друг друга при решении вопроса о выборе того или иного мероприятия. При расчетах показателей эффективности должна быть обеспечена возможно более полная сопоставимость затрат [1].

3.2. Критерии эффективности

Показателем общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений служит **коэффициент экономической эффективности**, определяемый:

по народному хозяйству в целом, его отраслям и народному хозяйству союзных республик, как отношение годового прироста объема произведенного национального дохода ΔD к капитальным вложениям, K , вызвавшим этот прирост:

$$E_p = \Delta D / K; \quad (9)$$

по отраслям промышленности, сельского хозяйства, транспорта, связи, строительства, по комплексным программам капитального строительства, отдельным технико-экономическим проблемам, как отношение прироста годового объема чистой продукции $\Delta ЧП$ к капитальным вложениям K , вызвавшим этот прирост:

$$E_p = \Delta ЧП / K; \quad (10)$$

по хозрасчетным подотраслям, объединениям, предприятиям, как отношение прироста годовой прибыли $\Delta П$ к капитальным вложениям K , вызвавшим этот прирост:

$$E_p = \Delta П / K; \quad (11)$$

по отраслям и предприятиям, где применяется показатель снижения себестоимости продукции, в частности, по дорожному строительству, или расчетные цены, а также по планово-убыточным предприятиям, как отношение суммы экономии от снижения себестоимости продукции ΔC к капитальным вложениям K , вызвавшим это снижение:

$$E_p = \Delta C / K. \quad (12)$$

Одновременно с расчетом общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений определяют срок их окупаемости как величину, обратную коэффициенту экономической эффективности:

$$T = 1 / E_p. \quad (13)$$

Показатели общей экономической эффективности, полученные при разработке проектов и планов капитальных вложений, сравнивают с нормативными и с аналогичными показателями за предшествующий период. Экономически эффективными признаются те капитальные вложения, которые имеют показатели общей (абсолютной) эффективности не ниже нормативных.

3.3. Нормативы эффективности

Норматив общей эффективности E_c показывает минимальную сумму прибыли (или снижения себестоимости), получение которой должен обеспечить каждый рубль капитальных вложений. Нормативы общей эффективности устанавливает Комитет ценовой политики РФ для народного хозяйства в целом и дифференцированно для отдельных отраслей и направлений капитальных вложений. Для автомобильных дорог норматив общей эффективности установлен в размере 0,14. В процессе формирования перспективных планов дорожного строительства с учетом региональных особенностей отраслевой норматив эффективности E_c может быть изменен (в пределах от 0,1 до 0,5). Конкретные значения дифференцированных нормативов устанавливает Федеральная дорожная служба РФ. Нормативы экономической эффективности пересматриваются каждую пятилетку.

Нормативный коэффициент сравнительной эффективности E_n установлен в целом для автомобильных дорог на уровне 0,12. Он характеризует минимум снижения текущих затрат на единицу дополнительных единовременных затрат (т. е. их разности по вариантам). Для неосвоенных районов нормативный коэффициент сравнительной эффективности установлен на уровне 0,08. При сравнении вариантов реконструкции объектов на существующей сети автомобильных дорог нормативный коэффициент сравнительной эффективности $E_n = 0,14$.

3.4. Порядок сравнения вариантов капитальных вложений

При составлении вариантов организационно-технических мероприятий определяют сравнительную экономическую эффективность, которая характеризует экономические преимущества одного варианта над другим и степень оптимальности выбранного варианта. Показателем сравнительной экономической эффективности капитальных вложений является минимум приведенных затрат, которые представляют собой сумму за год Z_i или за весь срок службы объекта Z'_i текущих (эксплуатационных) годовых затрат и капитальных вложений, приведенных в сопоставимый вид,

$$Z_i = K_i E_n + C_i \quad \text{или} \quad Z'_i = K_i + C_i T_n, \quad (14)$$

где K_i – капитальные вложения по i -му варианту, р; E_n – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений; C_i – текущие затраты по тому же варианту, р; T_n – нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, T_n является вели-

чиной, обратной $E_n : T_n = 1/E_p$.

При ограниченном числе вариантов капитальных вложений целесообразность того или иного варианта оценивают на основе соизмерения дополнительных капитальных вложений с размером снижения ежегодных текущих затрат, рассчитывая коэффициент эффективности E или срок окупаемости T :

$$E_p = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1} \quad \text{или} \quad T = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}, \quad (15)$$

где C_1, C_2 – ежегодные текущие затраты по сравнительным вариантам; K_1, K_2 – капитальные вложения по сравнительным вариантам.

Если $E_p \geq E_n$, а $T \leq T_n$, то делать дополнительные капитальные вложения целесообразно, и наоборот.

Годовой экономический эффект от внедрения варианта, обеспечивающего минимальную сумму приведенных затрат, определяется разницей приведенных годовых затрат при условии равного объема производства: $\Delta_r = (C_1 - C_2) + E_n(K_1 - K_2)$.

Показатели сравнительной экономической эффективности рассматриваемых вариантов должны быть дополнены показателями общей экономической эффективности.

При расчетах экономической эффективности сравниваемых вариантов должна быть обеспечена сопоставимость данных по следующим основным признакам: условиям эксплуатации, фактору времени, срокам службы, качеству, производительности, нормами, нормативам, ценам и т. п.

3.5. Учет фактора времени в расчетах экономической эффективности

Характерной особенностью дорожного строительства является этапность (или стадийность) капитальных вложений и непостоянные, изменяющиеся во времени эксплуатационные (текущие) расходы из-за непрерывного увеличения интенсивности движения и грузооборота. В этом случае показатели эффективности будут изменяться в зависимости от того, текущие затраты какого года мы принимаем в расчет.

Изложенные выше основные зависимости для расчета показателей абсолютной и сравнительной эффективности капитальных вложений могут быть применены для обоснования экономической эффективности объектов дорожного строительства и мероприятий по организации дорожного движения только при условии, что в каждом из рассматриваемых

мых вариантов единовременные затраты на протяжении срока сравнения делаются только 1 раз в его начале, рассредоточение затрат на протяжении (периода строительства не учитывается, сроки службы объектов во всех вариантах одинаковы, а текущие расходы не меняются по годам.

Важное значение в расчетах экономической эффективности капитальных вложений имеет учет фактора времени, смысл которого состоит в том, что экономическая значимость затрат изменяется в течение рассматриваемого периода в зависимости от того, в какое время и в какие сроки они производятся. Один и тот же эффект с течением времени может быть достигнут с меньшей затратой трудовых и материальных ресурсов. Расходы, отнесенные к концу рассматриваемого периода, с точки зрения текущего периода имеют меньшую значимость, и наоборот.

Поэтому для выбора наиболее эффективных вариантов объектов строительства необходимо привести их к единому экономическому уровню, т. е. должно быть учтено влияние фактора времени и различные варианты решения следует сравнивать в экономически соизмеримых величинах. Учет фактора времени основан на том, что для обеспечения необходимых объемов и темпов расширенного воспроизводства вкладываемые средства должны давать ежегодный эффект не менее установленной нормы. Нормативный коэффициент эффективности для приведения разновременных затрат к базовому периоду установлен равным $E=0,08$. В связи с этим в дорожном строительстве при сравнении вариантов капитальных вложений и определении сравнительной эффективности мероприятий необходимо выполнить условие сопоставимости вариантов с учетом фактора времени.

Капитальные вложения и текущие затраты приводят в сопоставимый вид при помощи коэффициентов приведения β_t

$$\beta_t = (1+E)^t \text{ и } \beta'_t = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (16)$$

где E – норматив приведения разновременных затрат; t – число лет, отделяющее год осуществления затрат от базового года, к которому приводятся все затраты.

В качестве базового для объектов дорожного строительства обычно принимается год ввода объектов в действие, если он одинаков по рассматриваемым вариантам. В противном случае за базовый принимается наиболее ранний срок ввода одного из рассматриваемых вариантов.

3.6. Разновременные затраты

Если затрат осуществляются после базового года, они умножаются

на коэффициент $\beta'_t = \frac{1}{(1+E)^t}$, если до базового года – на коэффициент

$\beta_t = (1+E)^t$. Эти положения распространяются и на случаи сравнения вариантов с различным сроком строительства.

В наиболее общих случаях, когда единовременные (капитальные) затраты могут осуществляться многократно и не совпадать по времени, а текущие затраты изменяться по годам, суммарные приведенные затраты

$$Z = \frac{E_n}{E} \left(\sum_1^{t_c} K_t \beta_t + \sum_1^{t_c} C_t \beta_t \right), \quad (17)$$

где E_n – нормативный коэффициент сравнительной эффективности; E – норматив приведения разновременных затрат; C_t – текущие затраты по данному варианту в год t ; K_t – единовременные (капитальные) затраты по данному варианту в год; t_c – срок сравнения вариантов в годах.

Началом срока сравнения t_c является базовый год. Конец срока выбирается так, чтобы по его истечении различия между вариантами по показателям, характеризующим эффект и затраты, были бы несущественны.

При сравнении вариантов с различными сроками службы за срок сравнения t_c принимают срок службы более долговечного варианта. При этом по менее долговечным вариантам должны быть учтены дополнительные затраты на их усиление, замену, переустройство за рассматриваемый период t_c (в доле, обеспечивающей одинаковый срок функционирования с наиболее долговечным вариантом).

Срок сравнения обычно принимают равным: при разработке генерального плана развития улично-дорожной сети – 30 лет, при составлении комплексной транспортной схемы города – 15 лет, а при разработке детальной планировки (отдельные транспортные узлы и участки дорог) – 10 лет.

Затраты, одинаковые по величинам и срокам их осуществления, при определении приведенных затрат могут не учитываться.

Коэффициент общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений в этом случае (т. е. при наличии изменяющихся эксплуатационных расходов, поэтапного осуществления капитальных вложений и пр.)

$$E_p = \frac{\sum_1^{t_c} \Delta C_t \beta_t}{(K_{пр}^n - K_{пр}^c) \sum_1^{t_c} \beta_t}, \quad (18)$$

где $\beta'_t = \frac{1}{(1+E)^t}$ – коэффициент приведения затрат к базовому году (сроку ввода объекта в эксплуатацию); ΔC_t – экономия текущих затрат в год t ; $K_{\text{пр}}^{\text{n}}, K_{\text{пр}}^{\text{с}}$ – приведенные единовременные затраты (капитальные вложения) соответственно при наличии объекта (проектируемые условия) и при его отсутствии (существующие условия).

Если срок службы объектов достаточно велик, а все текущие затраты в течение его изменяются по какому-либо одному закону, например линейному или сложных процентов, может быть использован показатель текущих затрат расчетного года C_p :

$$З = \frac{E_{\text{n}}}{E} K_{\text{пр}} + \frac{C_{\text{p}}}{E_{\text{n}}}; \quad E_p = \frac{\Delta C_p}{K_{\text{пр}}^{\text{n}} - K_{\text{пр}}^{\text{с}}}. \quad (19)$$

При изменении текущих (эксплуатационных) расходов по закону сложных процентов номер расчетного года определяется в зависимости от темпов ежегодного прироста. При линейном характере изменения текущих расходов номер расчетного года определяется как величина, обратная E (при $E = 0,08$ это будет двенадцатый год после пуска объекта в эксплуатацию).

Если же капитальные вложения осуществляются однократно (в начале), текущие расходы не меняются по годам, а сроки строительства не учитываются, для определения показателей общей и сравнительной экономической эффективности пользуются формулами (10 – 13) и (14), рекомендуемыми Типовой методикой.

Показатели единовременных (K) и текущих (C) затрат могут применяться как в полной сумме, так и в виде удельных величин (на единицу транспортной продукции или другую единицу) при обязательном условии сопоставимости вариантов по производительности, срокам службы, качеству и т. д.

В отдельных случаях расчеты экономической эффективности могут быть существенно упрощены за счет того, что затраты, одинаковые по всем сравниваемым вариантам, могут быть исключены из расчетов. Кроме того, не всегда имеется достоверная информация, позволяющая рассчитать отдельные компоненты затрат. Вопрос о составе единовременных и текущих затрат, учитываемых в расчетах, определяется индивидуальными особенностями обосновываемого комплекса мероприятий.

Вопросы для самопроверки:

1. Какой показатель характеризует общую экономическую эффективность капитальных вложений?
2. Каково значение нормативного коэффициента сравнительной эффективности для автомобильных дорог в целом?

3. Показателем сравнительной экономической эффективности капитальных вложений является...
4. Величина срока окупаемости капитальных вложений связана с коэффициентом эффективности...
5. Если $E_p \geq E_n$, а $T \leq T_n$, то осуществлять дополнительные капитальные вложения...
6. Характерной экономической особенностью дорожного строительства являются непостоянные, изменяющиеся во времени эксплуатационные (текущие) расходы и...
7. С учетом фактора времени, расходы, отнесенные к концу рассматриваемого периода, с точки зрения текущего периода имеют...
8. Нормативный коэффициент эффективности для приведения разновременных затрат к базовому периоду установлен...
9. За начало срока сравнения (базовый год) проектируемых мероприятий обычно принимается...
10. Должны ли учитываться в расчетах сравнительной эффективности затраты, одинаковые по величинам и срокам их осуществления?

4. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

4.1. Понятие о показателе экономической эффективности

В зависимости от стадий и целей проведения расчетов экономической эффективности определяют предварительный, ожидаемый, плановый и фактический эффекты.

Предварительный эффект определяют после завершения первых этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, внедрения технических средств, систем управления дорожным движением и способов организации движения.

Ожидаемый – после завершения этих работ.

Плановый – рассчитывают на стадии формирования планов технического оснащения и учитывают при рассмотрении директивных заданий по внедрению мероприятий по организации дорожного движения. За базу сравнения принимают показатели, полученные при существующих мероприятиях по организации дорожного движения.

Фактический – определяют по итогам внедрения мероприятий по организации дорожного движения. Если внедряемый метод организации дорожного движения используется в качестве типового и предназначен для широкого распространения, то за базовый вариант берут лучшие показатели при внедрении аналогичного конкретного мероприятия, повышающие уровень организации дорожного движения.

4.2. Порядок определения показателей экономического эффекта

Годовой экономический эффект от внедрения мероприятий по организации дорожного движения представляет собой суммарную экономию трудовых, материальных и финансовых ресурсов. Для этого используется формула приведенных затрат, которая характеризует полные затраты общественного труда на внедрение данного вида мероприятия по организации дорожного движения.

Годовой экономический эффект определяют как разность приведенных затрат по существующему (базовому) и внедряемому (новому) способу организации движения. При этом расчете должна быть обеспечена сопоставимость сравниваемых вариантов (базового и нового) по методам исчисления стоимостных показателей; по ценам и тарифам; по фактору времени; по материальным и трудовым нормативам; по режиму работы; по социальным факторам.

Важным является правильный выбор базового варианта, с которым

проводится сравнение, так как при разных базовых вариантах эффект будет различным.

За базовый вариант должны приниматься:

- на этапе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), при проектировании систем на базе имеющихся технических средств и на базе наилучшего варианта внедрения нового метода организации движения (новой техники) – показатели лучшего внедрения или лучшего, разработанного в проектах (или запатентованного) образца – аналога новой техники (или способа организации движения), спроектированной в стране или за рубежом;

- на этапе внедрения новой техники (нового способа организации движения), расчета фактического эффекта – показатели заменяемого способа организации движения.

4.3. Расчетный срок сравнения вариантов мероприятий

При расчетах годового экономического эффекта от внедрения нового способа организации движения фактор времени учитывается, когда капитальные вложения распределяются в течение ряда лет, а также когда текущие издержки и результаты работы из-за изменения режима работы в результате внедрения нового способа организации движения существенно меняются по годам эксплуатации.

Срок внедрения новой техники и распределение капиталовложений по годам оказывают прямое влияние на ее эффективность. Сокращение срока внедрения на один год приносит дополнительный эффект за счет отдачи, получаемой от досрочно введенного в эксплуатацию технического решения. Увеличение сроков внедрения мероприятий, «омертвление» доли капитальных вложений снижает годовой эффект. Недополученный эффект можно рассматривать как потери, которые несет народное хозяйство в связи с «замораживанием», т. е. непроизводительным использованием капитальных вложений.

Все капиталовложения с учетом замораживания средств:

- на первый год

$$K + KE = K(1 + E), \quad (20)$$

где E – норматив приведения (в соответствии с действующей методикой [1] для новой техники $E=0,1$);

- на второй год $K(I+E)+K(I+E)E=K(I+E)^2$;

- на t -й расчетный год $K=K(I+E)^t$.

Здесь капиталовложения (K), осуществленные в данном году, до начала расчетного года приводятся к расчетному году (который отделяет от данного года интервал t лет) умножением их на коэффициент приве-

дения

$$a_t = (1 + E)^t. \quad (21)$$

Если капиталовложения произведены не до, а после, расчетного года и их надо привести к расчетному году, то они делятся на коэффициент приведения a_t . Коэффициенты приведения, рассчитанные по формуле (21), приведены в табл. 4.

Общий размер капитальных вложений за весь период строительства (внедрения) K_t , приведенных к его последнему году, это сумма капиталовложений каждого года строительства, приведенных к его последнему году:

$$K_t = \sum K_i (1 + E)^i, \quad (22)$$

где t – общий период строительства (внедрения) лет; i – соответствующий год строительства (внедрения) ($i=1, \dots, t$).

Таблица 4.

t	a_t	$\frac{1}{a_t}$	t	a_t	$\frac{1}{a_t}$
1	1,1000	0,9091	11	2,8531	0,3505
2	1,2100	0,8264	12	3,1384	0,3186
3	1,3310	0,7513	13	3,4522	0,2897
4	1,4641	0,6830	14	3,7975	0,2633
5	1,6105	0,6209	15	4,1772	0,2394
6	1,7716	0,5645	16	6,7274	0,1486
7	1,9487	0,5132	17	10,8346	0,0923
8	2,1436	0,4665	18	17,4492	0,0573
9	2,3579	0,4241	19	45,2587	0,0221
10	2,5937	0,3855	20	117,3895	0,0085

4.4. Особенности расчета при постоянных и переменных затратах

Фактор времени учитывают для приведения к единому моменту времени не только капитальных вложений, но также текущих издержек и результатов производства в связи с изменением режима работы объекта новой техники или нового способа организации движения.

Технические средства. В сфере эксплуатации годовой экономический эффект от применения нового технического средства, нового способа организации дорожного движения и труда, обеспечивающих экономии в результате сокращения единовременных (капитальных вложений) и текущих затрат (снижение народнохозяйственных потерь от до-

рожно-транспортных происшествий, сокращение задержек транспортных средств, уменьшение времени проезда пассажиров, времени ожидания перехода пешеходами и т. д.),

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = & (Z_1 - Z_2)N_2 - E_n(K_2'' - K_1'') + (I_1 - I_2) + (C_1 - C_2) + (C_{1\text{тр}} - C_{2\text{тр}}) + \\ & + (C_{1\text{п}} - C_{2\text{п}}) + (C_{1\text{пе}} - C_{2\text{пе}}), \end{aligned} \quad (23)$$

где Z_1 и Z_2 – приведенные затраты (цена) соответственно на изготовление базовой и новой техники, р; N_2 – число технических средств, установленных в расчетном году, ед.; E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений ($E_n=0,15$); K_2'' и K_1'' – сопутствующие капитальные вложения (без учета стоимости базовой и новой техники) при использовании базовой и новой техники, р.; I_1 и I_2 – годовые эксплуатационные затраты при использовании базовой и новой техники, р.. В этих затратах учитываются расходы на эксплуатацию и содержание технических средств (заработная плата, запасные части, электроэнергия и т. д.); C_1 , C_2 – годовые народнохозяйственные потери от дорожно-транспортных происшествий, связанные с неудовлетворительной организацией дорожного движения при использовании базовой и новой техники, р.; $C_{1\text{тр}}$, $C_{2\text{тр}}$ – годовые эксплуатационные затраты от задержек движения транспортных средств при использовании базовой и новой техники, р. В этих затратах не учитываются транспортные средства индивидуальных владельцев; $C_{1\text{п}}$, $C_{2\text{п}}$ – годовые эксплуатационные затраты, связанные с временем проезда пассажиров, занятых в производственной сфере, при использовании базовой и новой техники, р. Эти издержки относятся и к водителям (пассажирам) транспортных средств, находящихся в индивидуальном использовании; $C_{1\text{пе}}$, $C_{2\text{пе}}$ – годовые эксплуатационные издержки, связанные с временем ожидания перехода пешеходов при использовании базовой и новой техники, р.

Системы управления дорожным движением. Рост интенсивности движения в городах и на автомобильных дорогах обусловил разработку и внедрение различных автоматизированных систем управления дорожным движением (СУД).

Эффективность систем управления дорожным движением: выражается в следующем:

- сокращаются транспортные задержки у перекрестков;
- снижается износ дорожной одежды в зоне (перекрестков;
- увеличивается средняя скорость движения транспортных средств на перегонах между перекрестками в результате уменьшения длины очереди у красных сигналов светофора;
- сокращается число неоправданных остановок в процессе движения, что приводит к уменьшению износа материальной части транспортных средств, шин, снижению расхода топлива;

- снижается число ДТП за счет выравнивания скоростей движения транспортных средств, а также уменьшения психологической нагрузки водителя;

- снижается потеря общественного времени населением (по пассажирским перевозкам);

- улучшается санитарное состояние воздушного бассейна города из-за уменьшения его загрязнения отработавшими газами в результате сокращения числа остановок автомобилей;

- улучшается работа городского транспорта;

- повышается коэффициент технической готовности средств дорожной сигнализации, так как осуществляется централизованный контроль за исправностью всей периферийной аппаратуры, входящей в систему, что дает возможность свести к минимуму время обнаружения отказов и восстановления отказавших элементов;

- осуществляются автоматизированный сбор, накопление и обработка данных по транспортным потокам;

- снижается уровень шума.

Решение по внедрению СУД принимают в зависимости от генерального плана развития города, сложившейся интенсивности движения, порождающей различные негативные последствия (задержки транспортных средств, ДТП и т. п.). На всех этапах от разработки, внедрения и эксплуатации СУД, осуществляется технико-экономический расчет.

Существуют некоторые рекомендации по практическому внедрению СУД в городах. На рис. 8 определена зависимость методов регулирования транспортного потока от его интенсивности на двух направлениях движения по главной (N_r) и второстепенной улице ($N_{вт}$). Интенсивность на главной улице (N_r) учитывается в двух направлениях, а на второстепенной ($N_{вт}$) в одном наиболее загруженном направлении.

Годовой экономический эффект от внедрения АСУД

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_c - E_n K_d, \quad (24)$$

где \mathcal{E}_c – годовая экономия от внедрения АСУД, тыс. р.; K_d – единовременные затраты, связанные с созданием и внедрением АСУД, тыс. р.

Единовременные затраты (в р.), связанные с созданием и внедрением АСУД, состоят из предпроизводственных затрат K_n и капитальных вложений (K_k) с учетом ликвидационной стоимости заменяемого оборудования

$$K_d = K_n + K_k. \quad (25)$$

Предпроизводственные затраты (K_n) – это затраты, связанные со следующими работами:

- предпроектные и экспериментальные исследования;
- непосредственно проектирование;

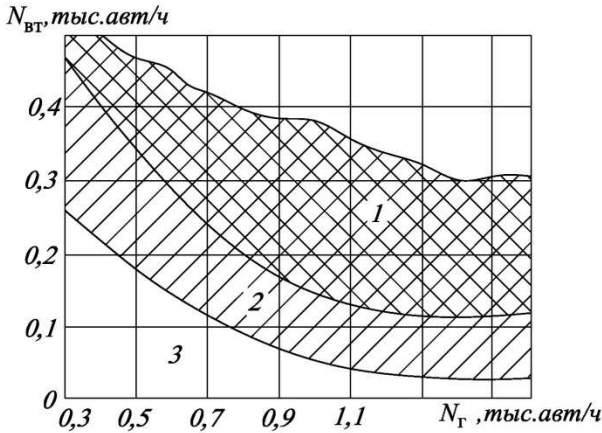


Рис. 8. Зависимость методов регулирования транспортных потоков от характеристик транспортных потоков и магистралей:
1 – рекомендуемая область для алгоритма местного гибкого регулирования; 2 – рекомендуемая область для алгоритма управления по жесткому циклу; 3 – нерегулируемая область

- изготовление и отладка нестандартного оборудования и устройств системы;
- разработка алгоритмов;
- составление, отладка и внедрение программ;
- привязка типовых решений;
- подготовка систем типовых решений и унифицированных технических проектов к конкретному объекту управления;
- опытная эксплуатация;
- составление инструкций по эксплуатации АСУД;
- подготовка кадров для обслуживания системы.

Капитальные вложения (K_k) на создание АСУД включают затраты на приобретение комплекса технических средств, затраты на транспортировку, монтаж, наладку и пуск технических средств системы, приобретение производственно-хозяйственного инвентаря, модернизацию действующего оборудования, строительство (реконструкцию) зданий для размещения технических средств системы.

При внедрении АСУД с использованием типовых решений затраты на разработку этих решений должны распределяться на планируемое к внедрению на расчетный период их число (n)

$$K_n = K_{n1} + K_{n2} / n,$$

где K_{n1} – часть предпроизводственных затрат на оригинальные решения по АСУД и привязку типовых решений и систем типовых решений, р.; K_{n2} – часть предпроизводственных затрат на типовые решения и системы

типовых решений, р..

На стадиях расчета ожидаемого и планового экономического эффектов при отсутствии данных стоимость площадей для размещения вычислительной техники, затраты на монтаж, наладку и пуск технических средств могут быть определены на основе укрупненных нормативов.

Если при внедрении АСУД ликвидируется часть действующих технических средств, входящих в основные фонды (приборы, щиты, электрооборудование и т. п.), то дополнительные капитальные вложения увеличиваются на размер потерь от ликвидации этих фондов

$$K_{yb} = K_{л} \left(1 - \frac{aT_э}{100} \right) - K_p, \quad (26)$$

где $K_{л}$ – балансовая стоимость ликвидируемых основных фондов, тыс.р.; a – годовая норма амортизационных отчислений, %; $T_э$ – период эксплуатации основных фондов до высвобождения, лет; K_p – выручка от реализации ликвидируемых основных фондов по фактической стоимости и по цене лома, тыс.р.

К расчетным показателям экономической эффективности функционирования АСУД, определяемым на стадиях планирования и эксплуатации, относятся: эффект от повышения скорости сообщения, сокращение числа ДТП, выигрыш общественного времени населением; срок окупаемости капитальных затрат на создание АСУД.

Расчетный коэффициент капитальных вложений

$$E_p = \frac{\mathcal{E}}{K_k} \geq E_{нвт}, \quad (27)$$

где $E_{нвт}$ – нормативный отраслевой коэффициент эффективности капитальных затрат на внедрение АСУД ($E_{нвт}=0,35$).

Срок окупаемости капитальных затрат на внедрение АСУД

$$T_{ок} = K_k / \mathcal{E}. \quad (28)$$

Вопросы для самопроверки:

1. Какой вид экономического эффекта определяется после завершения работ по внедрению новых технических средств организации движения?
2. Разность затрат по существующему и проектируемому варианту является...
3. В методике определения наиболее эффективного варианта организации дорожного движения за базовый вариант принимается...
4. На сколько групп можно разделить мероприятия по ОДД исходя из условий определения их стоимости?

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ В СФЕРЕ БДД

5.1. Предварительный, ожидаемый и фактический эффект от внедрения НИР и ОКР

При определении эффективности НИР и ОКР расчеты осуществляются по нескольким этапам. На первом этапе определяется предварительная, на втором ожидаемая и на третьем – фактическая экономическая эффективность от внедрения НИР и ОКР [4].

Предварительный экономический эффект определяется на стадии выявления целесообразности проведения новой разработки. Исходными данными для этого являются результаты исследования тенденций технического прогресса и публикации. Предварительный экономический эффект вычисляется по формуле (22). Ожидаемый экономический эффект – это экономический эффект работы (темы), приуроченный к определенному периоду или году внедрения. При расчете ожидаемого экономического эффекта в качестве базы для расчетов (принимается, уровень заменяемой техники, который будет достигнут к моменту внедрения работы. Данный эффект рассчитывается по формулам (23) – (28).

Фактический экономический эффект от внедрения получают при использовании результатов НИР и ОКР в процессе эксплуатации и определяют по формулам (24) – (28).

Экономический эффект от внедрения результатов научно-исследовательских работ представляет комплексный итог деятельности научных, проектных, конструкторских и других организаций и производственных предприятий. Определение долевого участия исполнителей вызывается необходимостью устранения многократного учета одной и той же суммы экономии и оценки вклада всех участников в создание и внедрение новой техники. При этом следует учитывать основных участников (кроме предприятий, поставляющих в порядке кооперации свою обычную продукцию) и основные решающие факторы создания и внедрения новой техники. Общие теоретические положения и справочные материалы общего назначения и другие подобные материалы не учитываются.

Эффект от внедрения новой техники в целом по отдельным этапам и, в частности, по этапу НИР распределяется пропорционально удельному виду заработной платы, запланированной на работу в целом и скорректированной с учетом коэффициента значимости данного этапа по всей работе и коэффициента творческого уровня решения задачи.

Доля всего эффекта от внедрения новой техники, которую надо отнести от НИР (в %),

$$D_{\text{НИР}} = \frac{100 \sum_{i=1}^n k_{\text{зн } i} Z_{\text{пл } i}}{\sum_{i=1}^N k_{\text{зн } i} Z_{\text{пл } i}}, \quad (29)$$

где n – число этапов, относящихся к НИР; $k_{\text{зн } i}$ – коэффициент значимости i -го этапа работы (темы); $Z_{\text{пл } i}$ – затраты на зарплату по i -му этапу, тыс. р.; N – число всех этапов по созданию и внедрению новой техники.

При определении $k_{\text{зн } i}$ рекомендуется устанавливать следующие значения в зависимости от этапов работы:

- | | |
|--|------|
| 1) исследования | 3,0; |
| 2) техническое задание на разработку | 3,0; |
| 3) технический или эскизный проект | 2,0; |
| 4) рабочий проект | 1,0; |
| 5) изготовление и отладка опытных образцов | 0,6; |
| 6) испытания | 0,7; |
| 7) технологическая подготовка производства | 0,6; |
| 8) освоение серийного производства | 0,6; |
| 9) внедрение | 1,0. |

Для оценки эффекта каждого этапа комплексных работ определяют экономический эффект по отдельным этапам НИР:

$$D_{\text{эт}} = \frac{100 k_{\text{зн } i} Z'_{\text{пл } i}}{\sum_{i=1}^n k_{\text{зн } i} Z'_{\text{пл } i}}, \quad (30)$$

где $Z'_{\text{пл } i}$ – скорректированные затраты по зарплате на отдельный этап, входящий в НИР, тыс.р.; $\sum_{i=1}^n Z'_{\text{пл } i}$ – скорректированные затраты по зарплате всех этапов НИР, тыс. р.

5.2. Определение долевого участия исполнителей НИР и ОКР

Если всю работу или какой-либо один этап выполняют несколько организаций или подразделений, то долевое участие каждого из них вычисляется пропорционально удельному весу заработной платы, планируемой для каждой организации (подразделения) в общей сумме заработной платы по работе в целом или на этап, причем удельный вес заработной платы корректируется на коэффициент творческого уровня решения задачи.

Долевое участие или доля вида работ в общей экономии (в %)

$$D_y = \frac{100k_{\text{тв}i}Z_i}{\sum Z_i k_{\text{тв}i}}, \quad (31)$$

где $k_{\text{тв}i}$ – коэффициент творческого уровня i -го вида работ; Z_i – затраты по зарплате на проведение i -го вида работ, тыс. р.

При определении долевого участия целесообразно учитывать работы, ранее выполненные разными организациями, в том числе авторские свидетельства.

Для определения долевого участия (в %) можно использовать другую формулу:

$$D_{yi} = \frac{100k_{\text{тв}i}(Z_i + T_i)}{\sum k_{\text{тв}i}(Z_i + T_i)}, \quad (32)$$

где T_i – доля творческого вклада, не потребовавшего затрат на данном этапе (стоимость использованных авторских свидетельств или альбомов унифицированных деталей).

В качестве временных нормативов можно принять:

- при ограниченном использовании авторских свидетельств, альбомов и прежних разработок $\sum T_i = 0,2 \sum Z_i$;

- при широком их использовании $\sum T_i = 0,4 \sum Z_i$.

Коэффициент творческого уровня работы, выполненной отдельными участниками

$$k_{\text{тв}} = B_0 \phi_i, \quad (33)$$

где B_0 – оценка характеристик творческого уровня, баллы. К числу основных характеристик, оценивающих творческий уровень работы, относятся: степень новизны ($i = 1$), уровень творческой обоснованности ($i = 2$) и степень экспериментальной проверки результатов работы ($i = 3$); ϕ_i – математический вес характеристик, имеющих следующие значения:

$i = 1$.	.	.	0,500;
$i = 2$.	.	.	0,333;
$i = 3$.	.	.	0,167.

Значения B_0 в зависимости от основных характеристик приведены ниже:

Степень новизны ($i = 1$)

Частичные усовершенствования изделий, технологических процессов и пр.	1
Существенное улучшение характеристик изделий, технологических процессов и пр.	2
Новые направления в разработке изделий, технологических процессов. Создание принципиально новой техники.	5

Уровень теоретической обоснованности ($i = 2$)

Положительные решения инженерной задачи на основе простых

обобщений.	1
Установление некоторых общих закономерностей, которые могут быть использованы за пределами данной работы.	2
Открытие нового пути решения инженерных задач.	5
Степень экспериментальной проверки результатов ($i = 3$)	
Экспериментальная проверка результатов не проводилась	1
Результаты проверены на небольшом числе экспериментальных данных	2
Результаты проверены на большом числе экспериментальных данных	3

5.3. Определение величины научно-технического эффекта от НИР

Часть эффекта от разработки и внедрения новой техники, приходящаяся на долю НИР (в р.)

$$\mathcal{E}_{\text{НИР}} = \mathcal{E}_{\text{нх}} D_{\text{НИР}}, \quad (34)$$

где $\mathcal{E}_{\text{нх}}$ – народнохозяйственный эффект от разработки и внедрения новой техники, тыс. р.; $D_{\text{НИР}}$ – доля от народнохозяйственного эффекта, которую надо отнести на НИР, %.

Часть экономического эффекта НИР, приходящаяся на долю каждого этапа, входящего в НИР (в р.)

$$\mathcal{E}_{\text{эт}} = \mathcal{E}_{\text{НИР}} D_{\text{эт}}, \quad (35)$$

где $\mathcal{E}_{\text{НИР}}$ – экономический эффект, приходящийся на долю НИР, тыс. р.; $D_{\text{эт}}$ – доля эффекта НИР, которую надо отнести на данный этап, %.

Часть экономического эффекта данного этапа НИР, приходящаяся на долю отдельных соисполнителей (организаций, участников) (в р.)

$$\mathcal{E}_{\text{исп}} = \mathcal{E}_{\text{эт}} D_{\text{у}}, \quad (36)$$

где $D_{\text{у}}$ – доля эффекта отдельного этапа, которую надо отнести на данного исполнителя, %.

Определение экономической эффективности НИР завершается расчетом коэффициентов экономической эффективности, характеризующих отношением экономического эффекта к затратам, вызвавшим этот эффект.

Коэффициент предварительной экономической эффективности научно-исследовательской работы (темы)

$$k_{\text{НИР}}^{\text{п}} = \mathcal{E}_{\text{НИР}}^{\text{п}} / K_{\text{прив}}^{\text{п}}, \quad (37)$$

где $\mathcal{E}_{\text{НИР}}^{\text{п}}$ – предварительный экономический эффект, р.; $K_{\text{прив}}^{\text{п}}$ – намечаемые по плану приведенные затраты на выполнение работы (темы), р.

Коэффициент оказываемой экономической эффективности работы (темы)

$$k_{\text{НИР}}^{\circ} = \mathcal{E}_{\text{НИР}}^{\circ} / K_{\text{прив}}^{\phi}, \quad (38)$$

где $\mathcal{E}_{\text{НИР}}^{\circ}$ – ожидаемый экономический эффект, р.; $K_{\text{прив}}^{\phi}$ – фактическая сумма приведенных затрат на выполнение данной работы (темы), р.

Коэффициент фактической экономической эффективности работы

$$k_{\text{НИР}}^{\phi} = \mathcal{E}_{\text{НИР}}^{\phi} / \sum K_{\text{прив}}^{\phi}, \quad (39)$$

где $\mathcal{E}_{\text{НИР}}^{\phi}$ – фактическая экономия, полученная народным хозяйством за год (период), р.; $K_{\text{прив}}^{\phi}$ – фактическая сумма приведенных затрат на выполнение данного научно-технического мероприятия, р.

5.4. Экспертиза НИР и ОКР

Научно-технический эффект. Под научно-техническим эффектом НИОКР понимается расширение знаний о природе, обществе и мышлении, характеризующееся выявлением новых фактов, связей, закономерностей, законов, разработкой новых способов, устройств и веществ. Полученный научно-технический эффект, как правило, в виде информации используется в технических и гуманитарных науках.

В практической деятельности научно-технический эффект определяется экспертно-компетентной комиссией, состав и порядок работы которой устанавливает соответствующая научная организация.

Данный вид эффекта определяется как при формировании конкретных работ (например, мероприятий по организации дорожного движения), так и после их завершения. При этом необходимо учитывать полученные лицензии, патенты, дипломы и заявки на изобретения, авторские свидетельства, рационализаторские предложения, утвержденные нормативные акты, пособия, а также публикации.

Как правило, научно-технический эффект характеризуется следующими признаками: научно-техническим уровнем (новизной), перспективностью и возможностью реализации. Каждый из этих признаков определяется рядом показателей.

Обобщенный количественный показатель научно-технического эффекта

$$H_{\text{т.о}} = \sum_{i=1}^3 H_{\text{т.и}}, \quad (40)$$

где $H_{\tau i}$ – научно-технический эффект i -го признака,

$$H_{\tau i} = R_i Q_{ij};$$

R_i - весовой коэффициент i -го признака; Q_{ij} - значение j -го показателя i -го признака научно-технического эффекта, баллы; i – порядковый номер признака научно-технического эффекта; j – порядковый номер показателя.

Нормированный весовой коэффициент важности R_i признака научно-технического эффекта устанавливается на длительный период на основе экспертной оценки. Весовые коэффициенты признаков научно-технического эффекта приведены ниже:

- 1) научно-технический уровень (новизна)0,4
- 2) перспективность0,4
- 3) возможность реализации0,2.

Количественные показатели научно-технического эффекта НИОКР определяют на основе экспертных оценок с учетом значений R_i и Q_i (табл. 5).

Таблица 5.

Признак	Показатели признака	Характеристика	Q_{ij}
Научно-технический уровень предлагаемых результатов Q_{1j}	превышает мировые достижения	получение принципиально новых результатов, неизвестных науке; разработка новых теорий, открытие закономерностей, создание принципиально новых нормативных актов, правовых институтов	10
	находится на уровне мировых достижений	установление некоторых общих закономерностей; разработка новых устройств, методов, способов, алгоритмов, принципиальные усовершенствования; разработка законодательных актов высших органов государственного управления	7
	приближается к мировым достижениям	показательное решение поставленных задач на основе простых обобщений, анализ связей между фактами, распространение известных признаков на новые объекты, воспроизводство устройств, агрегатов, разработка целевых установленных нормативных актов для государственных и общественных организаций	5
	тривиальный	описание отдельных элементарных фактов, реферативные обзоры, передача и распространение опыта; внесение изменений и дополнений в действующие нормативные акты	1
Перспективность Q_{2j}	первостепенная важность	имеют значение для прогресса всей сферы науки во всех странах, обеспечивают пропорциональность развития науки в	10

Признак	Показатели признака	Характеристика	Q_{ij}
		стране	
	важные	будут способствовать в будущем повышению общественной производительности труда, будут удовлетворять вновь возникшие потребности	5
	полезные	могут в дальнейшем способствовать повышению производительности труда	1

Для повышения точности оценки рассматриваемой работы можно учитывать в расчетах степень компетенции экспертов, принимающих участие в конкретной экспертизе. Перед проводимой экспертизой каждому эксперту в зависимости от его знаний рассматриваемого вопроса и от его эрудиции (определяется экспертным путем) устанавливается коэффициент значимости мнения эксперта. Максимальным значением обобщенного показателя научно-технического эффекта является показатель, равный 10 баллам. По каждой работе (мероприятию по организации движения) устанавливается степень приближения в процентах полученных значений научно-технического эффекта к максимально возможному числу баллов. Выставление экспертами баллов осуществляется в рамках достаточно четко установленной шкалы (см. табл. 5). При этом эксперт может назначить каждому признаку такое значение балла, которое находится в интервале от 1 до 10.

Чтобы исключить ошибки при определении научно-технического эффекта НИОКР, каждый эксперт оценивает работу по признакам, приведенным в табл. 5 и в баллах в соответствии с рекомендациями табл. 6.

Таблица 6.

Время возможной реализации полученных результатов НИОКР, лет	Масштаб реализации		
	народнохозяйственный Q_{1j}	отраслевой Q_{2j}	отдельные предприятия, организации
До 3	10	8	4
3-5	8	7	3
6-10	6	5	2
Более 10	4	3	1

Из заполненных экспертами бланков сведения переносят в сводную таблицу и по каждому признаку в зависимости от весового коэффициента подсчитывают балльность (H_{ti}), а затем суммируют полученные баллы по признакам. В результате суммирования получается обобщенная оценка научно-технического эффекта ($H_{т.о}$), данная каждым экспертом и выраженная в баллах.

Оценки, данные каждым экспертом, суммируют и полученную сум-

му делят на число экспертов (n), принимавших участие в оценке работы. Полученное от деления частное (H_{τ}) и будет являться оценкой научно-технического эффекта данной НИОКР в баллах

$$H_{\tau} = \sum_{i=1}^n H_{\tau.o i} / n. \quad (41)$$

По каждой НИОКР устанавливают степень приближения в процентах ($P_{нт}$) эффекта (H_{τ}) НИОКР к максимально возможному ($H_{\tau max}=10$ баллам)

$$P_{нт} = 100 H_{\tau} / H_{\tau max}. \quad (42)$$

На основании изложенного, имея все данные, по максимуму критерия научно-технической эффективности на этапе формирования планов НИОКР отбирают наиболее эффективные с научно-технической точки зрения работы, необходимые для изучения и разработок.

Естественно, что при планировании НИОКР конкретные работы должны соответствовать данному научному учреждению и выделяемым капиталовложениям.

Вопросы для самопроверки:

1. *Какой вид экономического эффекта определяется после завершения научно-исследовательских работ?*
2. *Какой вид экономического эффекта определяется после завершения работ по внедрению новых технических средств организации движения?*
3. *Какой вид экономического эффекта определяется на стадии формирования планов технического оснащения?*
4. *Какой вид экономического эффекта определяется после завершения первых этапов НИР и ОКР?*

6. ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

6.1. Группы мероприятий по ОДД и определение их сметной стоимости

Мероприятия по организации дорожного движения по условиям определения их стоимости можно разделить на две группы.

1. Мероприятия, требующие проведения большого объема строительно-монтажных работ с большим сроком строительства (к ним относятся, например, строительство обходов городов и населенных пунктов, реконструкция автомобильных дорог, строительство транспортных развязок в разных уровнях, подземных пешеходных переходов и т. п.).

2. Мероприятия, не требующие проведения больших по объему строительно-монтажных работ (например, установка технических средств регулирования дорожного движения, обустройство дорог знаками и т. п.).

Мероприятия по организации дорожного движения 1-й и 2-й группы едины по методологии определения их стоимости, но различаются нормативной базой, используемой при расчетах.

Стоимость планируемых мероприятий, особенно если речь идет о крупных объектах, предварительно оценивается на стадии составления перспективных планов. В этом случае пользуются нормативами удельных капитальных вложений, данными о стоимости объектов-аналогов и т. п. Стоимость мероприятий уточняется в период проектирования объектов. Как правило, эти расчеты выполняются проектной организацией по договору с заказчиком.

Стоимость сооружаемых объектов обычно определяют, составляя соответствующую сметную документацию в период их проектирования. Утвержденная сметная стоимость определяет размер ассигнований, выделяемых на сооружение объекта.

Сметная стоимость строительства предусматривает усредненные условия и методы строительства и играет роль отпускных цен на дорожно-строительную продукцию. Сметная стоимость объекта включает в себя все общественно необходимые затраты на его создание, в том числе затраты на выполнение строительно-монтажных работ, приобретение и монтаж оборудования, проектно-изыскательские работы и т. д. Сметная стоимость строительно-монтажных работ подразделяется на три части: прямые затраты, накладные расходы и плановые накопления.

6.2. Прямые затраты

Прямые затраты относятся непосредственно на стоимость каждого конструктивного элемента и вида работ, каждого этапа и конкретного объекта строительства. В состав прямых затрат входят стоимость материальных ресурсов, расходы по эксплуатации строительных машин и механизмов, основная заработная плата рабочих. Основной статьей в сметной стоимости строительства являются расходы на материалы, детали, изделия и конструкции. Удельный вес этих расходов в сметных затратах для объектов дорожного строительства достигает в среднем 55–62% от полной сметной стоимости строительства. Затраты на материалы включают отпускную цену материалов, деталей, конструкций и полуфабрикатов или фактическую себестоимость, если они изготавливаются на своих предприятиях, не выделенных на самостоятельный баланс, и кроме того, транспортные и погрузо-разгрузочные расходы, стоимость тары и заготовительно-складские расходы.

Расходы по эксплуатации машин и механизмов составляют в среднем до 23% от сметной стоимости строительства. Эти расходы подразделяют на три группы. К первой группе относят амортизационные отчисления, затраты по доставке машин к месту производства работ, по демонтажу и монтажу установок и отдельных машин, ко второй группе – затраты на текущий ремонт машин, на энергоресурсы, смазочные и обтирочные материалы, к третьей группе – расходы на заработную плату рабочих, управляющих машинами и механизмами.

Удельный вес основной заработной платы рабочих в сметных затратах составляет около 14%. К ней относится заработная плата строительных и дорожных рабочих, занятых на строительно-монтажных работах, на работах по доставке строительных материалов от приобъектных складов до места их укладки, дозировке и доставке материалов к машинам и их укладке.

Основная заработная плата рабочих включает в себя заработную плату, начисленную по всем системам оплаты труда, в том числе все виды премиальных доплат, доплаты за работу в сверхурочное время, оплаты простоев не по вине рабочих, оплаты за обучение учеников на производстве и др.

Прямые сметные затраты на единицу конструктивного элемента (вида) строительных работ определены сборниками единых районных единичных расценок - ЕРЕР–84. Сборники ЕРЕР–84 на строительные работы разработаны на основе элементных сметных норм, введенных в действие с 1 января 1984 г.

Единые расценки ЕРЕР–84 должны быть «привязаны» к местным условиям строительства, т. е. должна быть учтена стоимость материалов, не учтенных расценками, и внесены поправки (с помощью специальных

районных коэффициентов) в размер заработной платы рабочих и механизаторов в соответствии с Указаниями по применению ЕРЕР–84. Материалы должны быть учтены по цене франко-место работы.

Сметную стоимость работ, по монтажу технологического оборудования (технических средств регулирования дорожного движения и т. п.) определяют на основе расценок на монтажные работы, которые учитывают основную заработную плату рабочих, занятых на монтажных работах, затраты на эксплуатацию строительных машин, включая заработную плату персонала, обслуживающего машины, и затраты на материальные ресурсы.

Сборники сметных норм (расценок) на монтаж оборудования включают, помимо норм, техническую часть, а также вводные указания к отдельным разделам и отделам сборников. Составной частью сборников норм (расценок) на монтаж оборудования являются приложения, которые содержат: перечень материалов, изделий и конструкций, не учтенных в сметных нормах; показатели расхода электроэнергии, топлива, пара, воды и других материальных ресурсов, используемых при испытании оборудования и др.

6.3. Накладные расходы

Вторая часть сметной стоимости – **накладные расходы**. Это расходы по обслуживанию производственного процесса строительства, его организации и управлению. Они состоят из трех групп: административно-хозяйственные расходы, расходы по обслуживанию рабочих, расходы по организации и производству работ. Накладные расходы нормируются отдельно на строительные работы (в процентах к сумме прямых затрат) и на монтаж оборудования (в процентах к основной заработной плате рабочих). Нормативы накладных расходов утверждаются по министерствам и ведомствам РФ.

Административно-хозяйственные расходы составляют примерно 38–40% от общей суммы накладных расходов. К ним относятся: заработная плата административно-управленческого и производственно-технического персонала с начислениями на нее; расходы на командировки и разъезды; канцелярские, почтово-телеграфные и другие расходы.

Удельный вес расходов по обслуживанию рабочих в общей сумме накладных расходов около 30%. Это – дополнительная заработная плата рабочих, отчисления на социальное страхование, расходы по охране труда и технике безопасности, содержание душевых, проведение технической пропаганды, приобретение производственной одежды, жилищно-коммунальное обслуживание работников строительной организации и т.д.

Расходы по организации и производству работ по размерам примерно равны расходам по обслуживанию рабочих. Они предусматривают содержание пожарно-сторожевой охраны, расходы на организованный набор рабочих, оплату работ по рационализации производства, на содержание строительных лабораторий. К третьей группе относятся также расходы, связанные со сдачей объектов, затраты на содержание производственного оборудования и инвентаря, на возведение нетитульных временных зданий и сооружений.

6.4. Плановые накопления

Третья часть сметной стоимости – **плановые накопления**, которые представляют собой плановую прибыль строительной организации, определяемую на стадии разработки технического проекта. Она составляет 8% от сметной стоимости прямых затрат и накладных расходов.

Сметная стоимость отдельных видов работ (конструктивных элементов) рассчитывается по утвержденной форме. При этом прямые затраты определяются умножением объемов работ на соответствующие, привязанные к местным условиям строительства единичные расценки. Затем по действующим нормативам определяются накладные расходы и плановые накопления. Для упрощения расчетов стоимость отдельных видов работ может быть рассчитана на основе укрупненных показателей сметной стоимости (УПСС), включающих прямые затраты, накладные расходы, плановые накопления. В тех случаях, когда условия, учтенные в укрупненных показателях не совпадают с заданными в проекте, вводятся поправочные районные коэффициенты.

6.5. Сводный сметный расчет

Полная сметная стоимость объектов определяется на основе сводного сметного расчета, который представляет собой сумму затрат на все работы, предусмотренные проектом, а также на работы и затраты, относящиеся к строительству в целом. В нем приводится перечень объектов и затрат, на которые составлены локальные сметы и сметные расчеты со ссылками на номера этих документов, а также распределение затрат по структуре (строительные работы, монтажные работы, оборудование, прочие затраты).

Сводный сметный расчет состоит из отдельных глав, число которых зависит от выполняемых работ. Первые главы сводного сметного расчета составляют на основе локальных смет, устанавливающих стоимость основных видов работ или конструктивных элементов.

Последующие главы отражают затраты, относящиеся к строительству в целом, и определяются специальными сметными расчетами, производимыми в зависимости от суммы затрат по предыдущим главам.

К сметной документации в составе проекта прикладывается пояснительная записка, в которой должны быть:

- ссылка на территориальный район, где расположен объект строительства, а также тарифный пояс;
- указание, в каких ценах и нормах какого года составлена сметная документация;
- перечень каталогов единичных расценок;
- наименование генподрядной строительной организации;
- размер накладных расходов;
- порядок определения сметной стоимости строительства;
- порядок определения стоимости оборудования и его монтажа;
- порядок определения средств по главам.

Вопросы для самопроверки:

1. *На сколько групп можно разделить мероприятия по ОДД исходя из условий определения их стоимости?*
2. *Как называется основная часть сметной стоимости строительно-монтажных работ?*
3. *Какая статья расходов в сводном сметном расчете включает все виды премиальных выплат рабочим?*

7. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ ТРАНСПОРТНО- ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ

7.1. Способы определения транспортно-эксплуатационных расходов

Эти расходы определяют двумя способами: или расчетом себестоимости годового объема перевозок грузов и пассажиров, если мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения проводятся на участках дорог большой протяженности, или расчетом стоимости времени, затрачиваемого транспортными средствами, принадлежащими государственным и кооперативно-колхозным организациям, если мероприятия носят локальный характер, например мероприятия по совершенствованию организации движения на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог, сооружение подземных пешеходных переходов и т. п.

Стоимость времени, теряемого транспортными средствами, при передвижении по конкретному участку улично-дорожной сети

$$C_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{тр}} S_{\text{чи}} d_i, \quad (43)$$

где $T_{\text{тр}}$ – годовые затраты времени всего потока автомобилей при определенном способе организации дорожного движения, авт.-ч; n – число типов подвижного состава, принятых к рассмотрению; $S_{\text{чи}}$ – стоимость 1 авт.-ч для определенного типа автомобилей, р; d_i – доля автомобилей определенного типа, принадлежащих государственным и бюджетным предприятиям в транспортном потоке.

Стоимость 1 авт.-ч принимают согласно действующим нормативным документам [1]. Способы определения $T_{\text{тр}}$ для наиболее характерных мероприятий по ОДД приведены ниже.

7.2. Потери времени транспортных средств на нерегулируемых пересечениях дорог в одном уровне

Потери времени транспортных средств на нерегулируемых пересечениях дорог в одном уровне за год

$$T_{\text{н}} = \frac{365 N_{\text{вт}} t_{\text{о}}}{3600 k_{\text{н}}}, \quad (44)$$

где $N_{\text{вт}}$ – интенсивность движения в час пик по второстепенной дороге (в обоих направлениях), авт./ч; $t_{\text{о}}$ – средняя задержка одного автомоби-

ля, с; k_n – коэффициент неравномерности движения в течение суток (при невозможности получения фактических данных может быть принят равным 0,1).

Наибольшую трудность представляет определение средней задержки автомобиля. На нерегулируемых перекрестках (при наличии знаков приоритета) движение по главной дороге осуществляется практически без задержек. На второстепенной дороге водитель вынужден для дальнейшего движения ожидать появления достаточно больших интервалов времени между транспортными средствами, следующими по основной дороге.

Итак, задержка одного автомобиля зависит: от времени, затрачиваемого водителем, прибывающим к перекрестку со второстепенной дороги, в ожидании приемлемого интервала в потоке главной дороги; от времени пребывания в очереди, образующейся на второстепенной дороге; и от времени, связанного с изменением скоростного режима в зоне перекрестка. Подобная задача при известных допущениях решается с позиций вероятностного подхода [5]. Средняя задержка одного автомобиля в этом случае

$$t_o = \frac{e^{n_{гл}t_{гр}} - n_{гл}t_{гр} - 1}{n_{гл} - n_{вт} (e^{n_{гл}t_{гр}} - n_{гл}t_{гр} - 1)}, \quad (45)$$

где e – основание натурального логарифма; $n_{гл}$ – интенсивность движения по главной дороге в обоих направлениях в физических единицах, авт./с; $t_{гр}$ – граничный интервал, с (его значение может быть ориентировочно принято равным 6-7 с при числе полос на главной дороге до двух, 9 с при числе полос от 3 до 4 и 10 с при числе полос от 5 до 6); $n_{вт}$ – интенсивность движения (в среднем на одну полосу) в физических единицах по второстепенной дороге, авт./с.

7.3. Потери времени на пересечениях дорог с жестким программным регулированием

Потери времени на пересечениях дорог с жестким программным регулированием за год

$$T_p = \frac{365(N_{гл} + N_{вт})t_o}{3600k_n}, \quad (46)$$

где $N_{гл}$ и $N_{вт}$ – интенсивность движения соответственно по главной и второстепенной дороге в час пик; t_o – средняя задержка одного автомобиля, с.

Средняя задержка t_o в этом случае определяется как средневзвешенная задержка автомобилей, следующих в конфликтующих направлениях,

$$t_o = \frac{\sum_{i=1}^m t_{oi} N_i}{\sum_{i=1}^m N_i}, \quad (47)$$

где t_{oi} – средняя задержка в данной фазе в данном направлении, с; N_i – число автомобилей, проходящих перекресток в час пик в одной фазе водном направлении; m – число фаз регулирования.

Средняя задержка автомобилей в данной фазе t_{oi} в основном зависит от режима регулирования. Известен ряд зависимостей, позволяющих определить ее величину. С достаточной степенью точности она может быть определена по формуле Вебстера

$$t_{oi} = \frac{T_u (1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i x_i)} + \frac{x_i^2}{2N_i (1 - x_i)} - 0,65 \left(\frac{T_u}{N_i^2} \right)^{1/3} x_i^{(2+5\lambda_i)}, \quad (48)$$

где $\lambda_i = \frac{t_{3i}}{T_u}$ – отношение длительности зеленого сигнала t_3 в данной фазе

к длительности цикла T_u ; $x_i = \frac{N_i T_u}{M_i t_{3i}}$ – степень насыщения данного

направления; M_i – поток насыщения в данном направлении, ед./ч, может приближенно быть принят равным 1800 ед./ч на одну полосу движения; N_i – приведенная интенсивность движения в i -м направлении, ед./ч.

Для ориентировочных расчетов формула Вебстера может быть упрощена в результате учета только первого члена

$$t_{oi} = \frac{T_u (1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i x_i)} = \frac{M_i (T_u - t_3)^2}{2T_u (M_i - N_i)}. \quad (49)$$

Поток насыщения (в приведенных единицах) $M = 525\omega$ при $5,4 \text{ м} \leq \omega \leq 18 \text{ м}$, где ω – ширина проезжей части дороги в данном направлении, м.

При $\omega < 5,4 \text{ м}$ данные о потоке насыщения M (в приведенных единицах) берутся исходя из значений ширины проезжей части [6]:

Поток насыщения, ед./ч.....	1850	1875	1950	2075	2475	2700
Ширина проезжей части, м.....	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,1

Кроме того, M можно определить экспериментально по следующей

зависимости:

$$M = \frac{n}{\Delta t}, \quad (50)$$

где n – число автомобилей, зафиксированных в очереди, в момент включения зеленого сигнала; Δt – интервал времени от момента включения зеленого сигнала до момента пересечения стоп-линии последним автомобилем, зафиксированным в очереди.

Поток насыщения корректируется в зависимости от уклона проезжей части. Под расчетным значением уклона (понимается средний уклон проезжей части участка дороги от стоп-линии до точки, удаленной от нее на 60 м. Значение потока насыщения на каждый процент уклона увеличивается на 3% при подъеме и уменьшается на 3% при спуске.

Если для выполнения поворотных маневров на перекрестке выделяется отдельная полоса, то в этом случае поток насыщения:

- для одностороннего поворотного направления

$$M = \frac{1800}{1 + 1,525 / r_n}; \quad (51)$$

- для двустороннего поворотного направления

$$M = \frac{3000}{1 + 1,525 / r_n}; \quad (52)$$

где r_n – радиус поворота, м.

Если для выполнения поворотных маневров не выделяется отдельная полоса и процент поворачивающих транспортных средств менее 10% от общего их числа, то поворотным направлением пренебрегают, определяя поток насыщения по формуле (52). Если доля поворачивающих транспортных средств составляет более 10%, то поток насыщения

$$M = 525\omega \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c}, \quad (53)$$

где a , b , c – доля транспортных средств, движущихся соответственно прямо, налево и направо ($a+b+c=100\%$), %.

Если поворотный маневр выполняется при наличии пешеходного движения с интенсивностью более 250 пешеходов в час, то в этом случае влияние радиуса поворота во внимание не принимается, но вводится коэффициент k , учитывающий помехи движению транспортных средств со стороны пешеходов. Поток насыщения при этом

$$M_{нд} = Mk, \quad (54)$$

где M – находится по формуле (53), а значение k берется из соотношений, приведенных ниже.

Ширина подхода к перекрестку, м	$\omega \leq 3,5$	$3,5 \leq \omega \leq 9$	$\omega > 9$
Коэффициент k влияния пешеходного движения...	1,5	1,3	1,2

При введении светофорного регулирования определяют потери времени транспортных средств за год сначала для случая нерегулируемого, а затем для регулируемого движения, дают стоимостную оценку потерянного времени и размер экономии (или, напротив, увеличения) транспортно-эксплуатационных расходов в результате изменения схемы организации движения. Аналогично поступают при оценке эффективности введения трехфазного регулирования вместо двухфазного и наоборот.

7.4. Потери времени транспортных средств на транспортных развязках в разных уровнях

Потери времени транспортных средств на транспортных развязках в разных уровнях возникают в результате перепробегов по съездам развязок, торможения и остановки перед выездом со съезда на главную дорогу и последующего разгона.

$$T_c = \frac{365 N_c l_c}{k_n v_c}, \quad (55)$$

где N_c – интенсивность движения по съезду, авт./ч; l_c – длина съезда, км; k_n – коэффициент неравномерности движения; v_c – скорость движения по съезду, км/ч.

Потери времени транспортных средств за год из-за перепробега по съезду

$$T_o = \frac{25 t_o}{k_n k_r}, \quad (56)$$

где t_o – потери времени из-за ожидания в очереди в автомобиле-часах за 1 ч календарного времени; k_n , k_r – коэффициенты неравномерности движения соответственно в течение суток и года (при отсутствии данных можно принимать $k_n = 0,1$; $k_r = 0,0833$).

Потери времени за год из-за остановки перед выездом на основную полосу

Способы расчета потерь времени и длины очередей, возникающих при ожидании возможности выезда со съезда на главную дорогу, подробно изложены в специальной литературе [6].

Потери времени за год при торможении и разгоне (в авт-ч):

$$T_{\text{т-р}} = 0,1 \frac{N_{\text{с}}}{k_{\text{н}}} \left(\frac{v_{\text{с}}}{a_{\text{т}}} + \frac{v_{\text{п}}}{a_{\text{р}}} \right), \quad (57)$$

где $v_{\text{с}}$ и $v_{\text{п}}$ – скорости движения соответственно по съезду и по основной дороге, м/с; $a_{\text{т}}$ и $a_{\text{р}}$ – среднее ускорение соответственно торможения и разгона, м/с².

7.5. Затраты времени на перегонах дорог

Затраты времени на перегонах дорог можно определить исходя из средней скорости сообщения v (в км/ч) и длины перегона $l_{\text{п}}$ (в км):

$$T_{\text{п}} = \frac{365 N_{\text{гл}} l_{\text{п}}}{k_{\text{н}} v}. \quad (58)$$

Изменяя условия движения на перегоне методами организации движения (выделение отдельных полос для движения общественного пассажирского транспорта, организация реверсивного движения, уширение проезжей части, запрещение стоянок), можно добиться изменения скорости движения автомобилей, которое обусловлено изменением интенсивности, приходящейся на одну полосу, и оценивается зависимостью

$$\frac{v_{\text{н}}}{v_{\text{ст}}} = \frac{1 - k N_{\text{н}}}{1 - k N_{\text{ст}}}, \quad (59)$$

где $v_{\text{ст}}$, $v_{\text{н}}$ – скорости движения автомобилей соответственно до и после проведения мероприятий, км/ч; $N_{\text{ст}}$, $N_{\text{н}}$ – интенсивности транспортного потока на одной полосе соответственно до и после проведения мероприятий, авт./ч; k – корреляционный коэффициент связи.

Аналогично определяют затраты времени при сооружении обходов городов ($l_{\text{п}}$ – длина обхода).

7.6. Затраты времени при введении одностороннего движения

Затраты времени при введении одностороннего движения определяют как сумму времени, теряемого за год на перегонах ($T_{\text{п}}$) и регулируемых и нерегулируемых пересечениях ($T_{\text{р}}$ и $T_{\text{н}}$), т. е. $T_{\text{од}} = (T_{\text{п}} + T_{\text{р}} + T_{\text{н}})$.

В отдельных случаях можно вести упрощенный расчет по формуле

$$T_{\text{од}} = 365 \frac{N_{\text{гл}}}{k_{\text{н}}} t, \quad (60)$$

где t – время проезда участка с односторонним движением, определен-

ное опытным путем или по формуле $t = \frac{l_n}{v}$ (где l_n – длина участка, км; v – средняя скорость сообщения, км/ч).

Расчеты ведут для случая до и после введения одностороннего движения, затем определяют разницу ΔT .

7.7. Затраты времени при введении координированного регулирования движения

Затраты времени определяют как сумму затрат на перегонах и регулируемых перекрестках: $T_k = T_n + T_p$.

Расчет задержек у перекрестка, входящего в систему координированного регулирования, можно разделить на 2 части. Первая представляет собой расчет задержек на второстепенных направлениях движения, не входящих в маршруты координации. Эта задача аналогична задаче для изолированного перекрестка. В этом случае определяют только потери времени по второстепенному направлению.

Средняя задержка (в с) на перекрестке в направлении координации [6]

$$t_o = \left[\frac{1}{2\pi} \cos \frac{2\pi t_{сдв}}{T_{ц}} + \frac{1}{2} (1 - \lambda) \right] T_{ц}, \quad (61)$$

где $t_{сдв}$ – сдвиг фаз регулирования на данном перегоне, с; $T_{ц}$ – длительность цикла регулирования, с.

Таким образом (можно найти среднюю задержку автомобиля у каждого перекрестка в основных направлениях движения. Суммарные задержки за год (в авт-ч) на отдельном перекрестке в направлении координации движения

$$T_{pk} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{N_{гл} t_o}{k_n}, \quad (62)$$

где $N_{гл}$ – интенсивность движения в направлении координации, авт./ч.

В отдельных случаях для упрощения расчетов годовые потери времени до и после введения координированного регулирования могут быть определены по формуле (58), где l_n – длина магистрали с координированным управлением движения; км; v – средняя скорость сообщения, км/ч. При этом, при введении координированного регулирования учитывается повышение скорости сообщения на 15–20%.

Вопросы для самопроверки:

1. *Кто является автором методики расчета средней задержки автомобиля для определения годовых потерь времени?*
2. *От какого показателя главным образом зависит поток насыщения?*
3. *На каждый процент уклона на подъеме поток насыщения увеличивается...*
4. *На каждый процент уклона на спуске поток насыщения уменьшается...*
5. *Поправка на состав потока при определении потока насыщения вводится когда процент поворачивающих автомобилей в общем потоке составляет более...*
6. *Каково предельное количество пешеходов, при котором не должно изменяться значение потока насыщения?*
7. *Возникают ли потери времени транспортных средств при проезде транспортной развязки в разных уровнях?*
8. *Каково значение коэффициента неравномерности движения в течение суток, принимаемое для сравнительных расчетов?*
9. *Изменения какого показателя добиваются улучшением условий движения на перегоне?*
10. *Учитываются ли потери времени на перегоне дорог при обосновании введения одностороннего движения?*
11. *Учитываются ли потери времени транспортными средствами на пересечениях при обосновании введения одностороннего движения?*
12. *Влияет ли протяженность обхода населенного пункта на целесообразность его строительства?*
13. *Влияет ли средняя скорость сообщения на участке обхода населенного пункта на целесообразность его строительства?*
14. *Определение какого показателя представляет наибольшую трудность при оценке потерь времени на нерегулируемых переходах пешеходами?*

8. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ НЕПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОТЕРЬ

8.1. Потери от нахождения в пути пассажиров

Народнохозяйственные затраты, связанные с нахождением в пути пассажиров при различных способах организации движения, определяют на основе времени, теряемого транспортными средствами за год,

$$C_{\text{пасс}} = T_{\text{тр}} S_{\text{п}} (d_{\text{а}} B_{\text{а}} \eta_{\text{а}} + d_{\text{л}} B_{\text{л}} \eta_{\text{л}}), \quad (63)$$

где $T_{\text{тр}}$ – время, теряемое всеми видами транспорта за год, авт.-ч; $S_{\text{п}}$ – средняя величина потерь, приходящаяся на 1 ч пребывания в пути пассажиров и пешеходов [1]; $d_{\text{а}}$ и $d_{\text{л}}$ – доли соответственно автобусов и легковых автомобилей в транспортном потоке; $B_{\text{а}}$ и $B_{\text{л}}$ – номинальные вместимости соответственно автобусов и легковых автомобилей; $\eta_{\text{а}}$ и $\eta_{\text{л}}$ – средние коэффициенты наполнения соответственно автобусов и легковых автомобилей.

Расчет выполняют для существующего и проектируемого положения. Затем рассчитывают экономию от снижения затрат времени пассажиров.

8.2. Потери от нахождения в пути пешеходов

Народнохозяйственные затраты, связанные с нахождением в пути пешеходов, рассчитывают в зависимости от способа организации движения.

На нерегулируемых пересечениях в одном уровне потери времени пешеходами за год составят (в чел.-ч):

$$T_{\text{пеш}} = \frac{365 N_{\text{пеш}} t_{\text{пеш}}}{3600}, \quad (64)$$

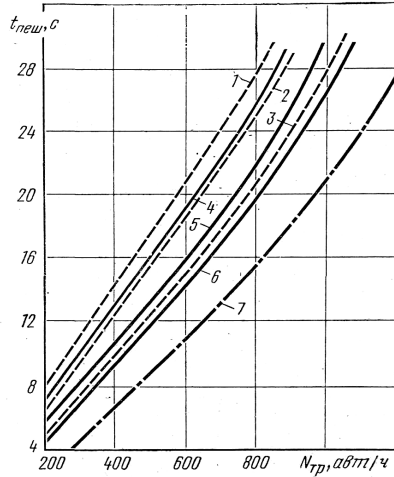
где $N_{\text{пеш}}$ – интенсивность пешеходного движения в сутки; $t_{\text{пеш}}$ – средняя задержка одного пешехода, с.

Наибольшую трудность представляет определение средней задержки пешехода. Пешеход оценивает каждый интервал времени между автомобилями, пока не обнаружит интервал достаточный для безопасного перехода. Приемлемый интервал зависит от индивидуальных качеств пешехода, условий видимости, интенсивности транспортных потоков, ширины проезжей части. Подобная задача может быть решена с позиций вероятностного подхода [6]. На рис. 9 приведена диаграмма, позволяю-

шая оценить среднюю задержку пешеходов в зависимости от числа полос и интенсивности движения транспортных средств. Расчет необходимо вести раздельно для каждого направления пешеходного движения, затем суммировать полученные данные.

Рис. 9. Зависимость средней задержки пешехода $T_{\text{пеш}}$ от интенсивности транспортного потока на главной дороге.

Пунктирные линии 1, 2 и 3 означают пересечение пешеходом трехрядного потока при соотношениях интенсивности 1 : 2 : 1; 1 : 1,5 : 1; 1 : 1 : 1; сплошные линии (4, 5 и 6) означают пересечение пешеходом двухрядного потока при соотношениях интенсивности 1 : 2; 1 : 1,5; 1 : 1; штрихпунктирная линия (7) – одностороннего



Потери времени пешеходами за год (в чел.-ч) на регулируемых пересечениях

$$T_{\text{пеш}} = \frac{365 N_{\text{пеш}} (T_{\text{ц}} - t_3)^2}{3600 \cdot 2 T_{\text{ц}}}, \quad (65)$$

где $T_{\text{ц}}$ – длительность цикла регулирования, с; t_3 – длительность зеленого сигнала светофора, с.

Потери времени за год за счет удлинения пути пешеходов в результате введения различных мероприятий

$$T_{\text{пеш}} = \frac{365 N_{\text{пеш}} l_{\text{пеш}}}{v_{\text{пеш}}}, \quad (66)$$

где $N_{\text{пеш}}$ – интенсивность пешеходного движения в сутки; $l_{\text{пеш}}$ – удлинение пути пешехода, км; $v_{\text{пеш}}$ – скорость пешехода, км/ч.

Вначале определяют потери времени пешеходов для случая «до» и «после» введения мероприятий по формулам (63 – 65), затем рассчитывают их стоимость (умножением на стоимость 1 ч свободного времени пешеходов) и соответственно экономию.

9. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА И ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

9.1. Потери от загрязнения воздуха

Народнохозяйственные потери от загрязнения воздуха C_3 вредными веществами, поступающими в атмосферу с отработавшими газами от автомобилей в течение года на определенном участке магистрали, могут быть определены двумя способами.

Если удельный выброс вредных веществ оценивается т/1000 км пробега или г/1 км пробега, потери

$$C_3 = \frac{0,365LN_{\text{пик}}m}{k_n} \sum_{i=1}^n D_{\text{уд}i} C_{\text{уд}i} b_i, \quad (67)$$

где L – длина магистрали, км; $N_{\text{пик}}$ – интенсивность движения автомобилей определенного типа в час пик, авт./ч; m – коэффициент, учитывающий увеличение расхода топлива при движении с частыми остановками; k_n – коэффициент неравномерности движения; $D_{\text{уд}i}$ – удельный выброс i -го вещества; $C_{\text{уд}i}$ – удельный ущерб от выброса i -го вредного вещества, р/1 т вещества; b_i – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния транспортного средства на выброс вредных веществ (при отсутствии данных можно принимать $b_i = 1$).

Если же удельный выброс вредных веществ оценивается в тоннах вредного вещества на 1 т сжигаемого топлива, расчет ведется с учетом норм H_t расхода топлива в литрах на 100 км пробега и удельного веса топлива γ_t :

$$C'_3 = \frac{C_3 H_t \gamma_t}{100}. \quad (68)$$

Данные об удельном выбросе вредных веществ автомобилями с карбюраторными двигателями приведены в табл. 7, а удельный ущерб (в руб/1 т) от выброса вредных веществ дан в табл. 8 [1].

Для автомобилей с дизельными двигателями в зависимости от компонентов выброса количество вещества в тоннах на 1 т дизельного топлива следующее:

- окислы азота.....	0,0225
- сажа, пыль.....	0,0015
- окись углерода.....	0,006
- углеводороды.....	0,0015
- сернистый ангидрид.....	0,0035

Таблица 7.

Марка автомобилей	Контрольная масса автомобиля, кг	Выброс вредных веществ, т/100 км пробега		
		окиси углерода	окислов азота	углеводородов
ВАЗ-2101	1020-1250	0,0318	0,0028	0,0026
ГАЗ-24 УАЗ-451	1470-1700	0,040	0,0035	0,0029
ГАЗ-53 ГАЗ-66 ГАЗ-93	1700-1930	0,044	0,0037	0,0031
ЗИЛ-114	2150-3500	0,0521	0,0043	0,0035
Автобусы и другие специализированные автомобили	3600 и более	0,1	0,008	0,007

Таблица 8.

Вещества	Удельный ущерб, р/т	
	вне города	в городе
Пыль, сажа	120	160
Сернистый ангидрид	133	200
Окислы азота	200	300
Оксись углерода	70	100
Углеводороды	180	270

Уменьшение выброса вредных веществ может быть связано как с изменением конструкции двигателя и применением новых видов топлива (что ведет к снижению $D_{уд}$ и $C_{уд}$), так и с мероприятиями по организации дорожного движения, которые могут повлечь за собой снижение длины пробега (путем ликвидации перепробегов и уменьшения L) и сокращение числа остановок (снижение коэффициента m).

Значения коэффициента m в зависимости от частоты и продолжительности остановок приведены в табл. 9.

Таблица 9.

Частота остановок	Продолжительность остановки, с			
	без выключения двигателя			с выключением двигателя
	20	90	180	180
Безостановочное движение	1	1	1	1
Остановки через 1000 м	1,13	1,41	1,65	1,10
Остановки через 400 м	1,38	1,96	2,81	1,41
Остановки через 200 м	1,70	2,82	4,35	1,92

В общем виде при продолжительности остановки 20 с коэффициент увеличения расхода топлива

$$m = \frac{142}{l_{\text{cp}}} + 1, \quad (69)$$

где l_{cp} – среднее расстояние между остановками, м.

При наличии данных о концентрации вредных веществ в атмосфере (в кг/м^3) может быть использована зависимость, характеризующая ущерб на 1000 чел., связанный с заболеванием органов дыхания:

$$Y = 162,2 + 22,4x_1 + 22,9x_2 + 102,4x_3 + 140,5x_4, \quad (70)$$

где x_1, x_2, x_3, x_4 – соответственно среднесуточная концентрация в воздухе сажи и пыли (x_1), окиси углерода (x_2), сернистого ангидрида (x_3), окислов азота (x_4).

Ниже приведены размеры ущерба, наносимого народному хозяйству загрязнением воздушного бассейна, в процентах к общему ущербу по отраслям:

здравоохранение.....	50
коммунальное хозяйство.....	31
промышленность.....	7
сельское и лесное хозяйство	12
ИТОГО.....	100

9.2. Потери от шумового воздействия

Ущерб от шумового воздействия (за год)

$$C_{\text{ш}} = N_{\text{ж}} t_{\text{в}} k_{\text{п}} \mathcal{L}_{\text{к}} S_{\text{п}}, \quad (71)$$

где $N_{\text{ж}}$ – число жителей, подвергающихся шумовому воздействию; $t_{\text{в}}$ – время воздействия шума за сутки, ч; $k_{\text{п}}$ – средний коэффициент потерь от шума, определенный как среднее арифметическое коэффициентов потерь в весенне-летний и осенне-зимний периоды; $\mathcal{L}_{\text{к}}$ – длительность календарного периода; $S_{\text{п}}$ – национальный доход, приходящийся на 1 чел.-ч.

Коэффициент потерь национального дохода от шума

$$k_{\text{п}} = 18 \cdot 10^{-3} L_{\text{А экв}}^{3,39} - 0,0312, \quad (72)$$

где $L_{\text{А экв}}$ – эквивалентный уровень шумового загрязнения, дБА;

$$L_{\text{А экв}} = a \lg N_{\text{а}} + b \pm \Delta v \pm \Delta q_{\text{гр}},$$

a и b – коэффициенты (последний зависит от удаленности застройки); $N_{\text{а}}$ – интенсивность движения автомобилей, авт./ч; Δv и $\Delta q_{\text{гр}}$ – поправ-

ки на изменение скорости и состава потока на магистралях.

Изменение уровня шума повлечет за собой изменение коэффициента k_m , а следовательно, и снижение ущерба от шумового воздействия, что необходимо учитывать в расчетах экономической эффективности мероприятий.

Вопросы для самопроверки:

1. *Определение какого показателя представляет наибольшую трудность при оценке потерь времени на нерегулируемых переходах пешеходами?*
2. *Изменение какого показателя оказывает непосредственное влияние на изменение задержек пешеходов на регулируемых переходах?*
3. *От какого показателя, главным образом, зависят народно-хозяйственные потери от загрязнения воздуха, если они оцениваются в тоннах?*
4. *От какого показателя, главным образом, зависят народно-хозяйственные потери от шумового загрязнения?*

10. СТРУКТУРА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

10.1. Прямые и косвенные потери

В результате дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах гибнут тысячи людей, сотни тысяч людей получают ранения с длительным или кратковременным расстройством здоровья. При авариях разрушаются и портятся большие материальные ценности – автомобили, грузы, различные инженерные сооружения и т.д.

Можно выделить две формы народнохозяйственных потерь от дорожно-транспортных происшествий (рис. 10).

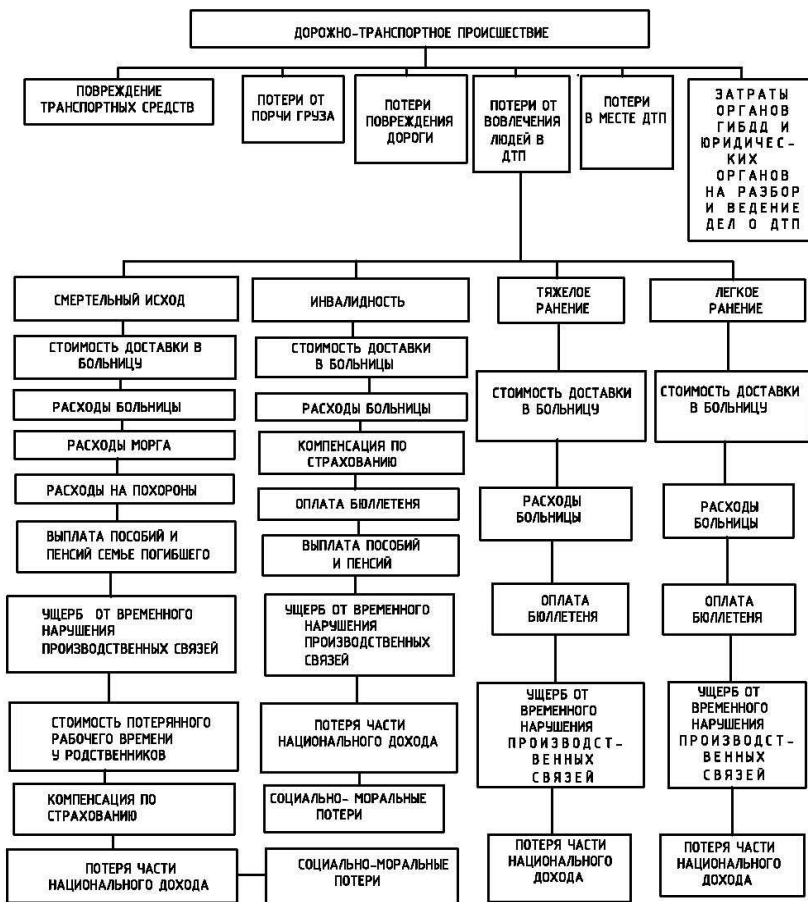


Рис. 10. Структура потерь от ДТП

Прямые (непосредственные) **потери** – это затраты автотранспортных предприятий, служб эксплуатации дорог и грузоотправителей, органов ГИБДД и юридических органов на расследование дорожно-транспортных происшествий, медицинских учреждений на лечение потерпевших, предприятий, сотрудники которых стали жертвами происшествий (оплата бюллетеней, выдача пособий), государственных органов социального обеспечения (пенсии) и затраты, связанные с компенсацией по страхованию.

К **косвенным** относят **потери** народного хозяйства в результате временного или полного отключения члена общества из сферы материального производства, нарушения производственных связей и социально-моральные потери.

Согласно структуре (см. рис. 10), суммарные потери от одного дорожно-транспортного происшествия (в руб.)

$$\bar{P} = \sum (P_{1i} + P_{2i} + P_{3i} + P_{4i} + P_{5i} + P_{6i}), \quad (73)$$

где P_{1i} – затраты на доставку, восстановление и ремонт поврежденных транспортных средств, а также потери из-за простоев транспортных средств с момента дорожно-транспортного происшествия до их восстановления, р.; P_{2i} – потери от порчи грузов в результате дорожно-транспортного происшествия, р.; P_{3i} – затраты на ремонт поврежденных автомобильных дорог (улиц), сооружений (ограждений, технических средств регулирования движения, перил мостов, опор путепроводов и т.д.), р.; P_{4i} – затраты, связанные с нарушением условий движения в зоне дорожно-транспортного происшествия (задержки и перепробеги транспортных средств при пропуске их в объезд) и с последующей очисткой проезжей части, р.; P_{5i} – затраты органов ГИБДД, юридических органов на расследование, оформление материалов по дорожно-транспортному происшествию, ведение дознания, вызов свидетелей, рассмотрение дела в суде и т.д., р.; P_{6i} – потери от вовлечения человека в дорожно-транспортное происшествие (потери части национального дохода, расходы на лечение, оплата бюллетеня, пенсии, пособия и т.д.), р.; i – число транспортных средств, грузов, людей и т.п., включенных в одно дорожно-транспортное происшествие.

10.2. Отчетные и неотчетные ДТП

Потери обычно подсчитывают отдельно в зависимости от отчетности ДТП. Согласно правилам учета дорожно-транспортных происшествий в государственную статистическую отчетность включают ДТП, повлек-

шие гибель или ранение людей – отчетные ДТП.

Предприятиями, организациями, министерствами и ведомствами учитываются все дорожно-транспортные происшествия с участием транспортных средств, владельцами которых они являются, независимо от места происшествия, его последствий и вины водителей. В дорожных и коммунальных организациях подлежат учету, кроме дорожно-транспортных происшествий на подведомственном транспорте, все ДТП, возникшие на обслуживаемых ими улицах и дорогах. Таким образом, указанные ниже организации регистрируют дорожно-транспортные происшествия, не включенные в государственную статистическую отчетность – неотчетные ДТП.

К неотчетным, относят дорожно-транспортные происшествия, повлекшие за собой повреждения транспортных средств, порчу и утрату груза, повреждение дорожных сооружений, независимо от суммы материального ущерба, при которых не было пострадавших людей.

Средние расходы на ликвидацию последствий от одного дорожно-транспортного происшествия (в р.) по некоторым статьям расходов (P_1, P_2, P_3, P_4, P_5) приведены ниже [7]:

доставка, восстановление и простой транспортных средств P_1	453/101*
восстановление дороги, дорожных и других инженерных сооружений P_2	11/13
стоимость поврежденных грузов P_3	46/12
затраты, связанные с потерей времени другими автомобилями в месте дорожно-транспортного происшествия и очисткой проезжей части P_4	30/23
затраты органов ГИБДД и юридических органов на разбор и ведение дел P_5	20/18
ИТОГО	580/167

* В числителе – на загородных дорогах, в знаменателе – на городских дорогах и улицах.

Таким образом, средние значения убытков, не учитывая потерь народного хозяйства от вовлечения людей в дорожно-транспортные происшествия, весьма значительны. Для отчетных ДТП приведенные значения соответственно составляют 777 р. и 324 р., а для неотчетных 162 р. и 87 р.

При подсчете потерь в результате повреждений транспортных средств и инженерных сооружений учитывают накладные расходы, которые составляют 17-20% общей суммы затрат.

10.3. Потери от вовлечения в ДТП людей

Особую сложность представляет оценка экономических потерь от вовлечения людей в дорожно-транспортное происшествие. Психологии советского человека чужда оценка денежным эквивалентом жизни и здоровья пострадавших при авариях на дорогах. Нельзя в экономических расчетах отразить тяжесть потерь семьи и коллектива погибшего при аварии, оценить значение тех личных вкладов, которые он мог бы сделать для семьи и общества в своей дальнейшей деятельности. Однако, понимая невозможность материальной оценки моральных потерь, ощущаемых обществом в результате летальных исходов при дорожно-транспортных происшествиях, нельзя не учитывать, что отключение каждого члена общества от активной трудовой деятельности в результате аварии вызывает прекращение его личного вклада в народное хозяйство и, следовательно, материальные потери общества, доступные и подлежащие учету.

Потери от вовлечения человека в дорожно-транспортное происшествие включают стоимость доставки пострадавших в лечебное учреждение, больничные расходы на лечение, оплату бюллетеней, выплату пенсий и пособий людям, ставшим инвалидами в результате дорожно-транспортных происшествий, а в случае их гибели, иждивенцами. В эти потери также входит уменьшение национального дохода вследствие временной или постоянной потери трудоспособности членами общества.

При определении этих потерь должно быть учтено, что в связи с постоянным ростом национального дохода и реальной заработной платы трудящихся потери общества от дорожно-транспортных происшествий, исчисленные на 1 чел., изменяются по годам. Поэтому в расчетах необходимо учитывать год, для которого оцениваются потери. При прогнозировании потерь на более поздние сроки можно исходить из того, что закономерность изменения заработной платы и национального дохода на прошедший период близка к линейной.

В зависимости от тяжести травм, полученных пострадавшими при дорожно-транспортных происшествиях, они могут находиться разное время на излечении, иметь неодинаковые перерывы в работе, а после возвращения к труду – не всегда быть в состоянии продолжать работу той квалификации, которая выполнялась ими до травмы. При смертельном исходе человек полностью выбывает из сферы материального производства, в то время как он, если бы продолжал работать до пенсионного возраста, а возможно и некоторое время после достижения пенсионного возраста, мог бы еще создать для общества немало материальных ценностей.

Согласно государственной отчетности погибшим при дорожно-транспортных происшествиях считается любое лицо, скончавшееся на

месте происшествия или от полученных ранений в течение 7 сут с момента происшествия.

Раненым при дорожно-транспортном происшествии считается любое лицо, получившее телесные повреждения, вызвавшие необходимость госпитализации или назначения после оказания первой медицинской помощи амбулаторного лечения.

Учитывая разную тяжесть травм, полученных пострадавшими при дорожно-транспортных происшествиях, выделены следующие случаи:

- легкие телесные повреждения (перерыв в работе, не превышающий 7 дней);

- тяжелые телесные повреждения, не приведшие к инвалидности (перерыв в работе более 7 дней);

- тяжелые телесные повреждения, приведшие к инвалидности;

- летальный исход.

Для расчетов народнохозяйственных потерь от вовлечения 1 чел. в дорожно-транспортное происшествие предложены следующие формулы.

При легком ранении

$$\Pi_{\text{л}} = d_1 a_1 + \frac{\psi r_1 d_2}{30} [B_t + b(T-t)] + \frac{r_1 d_2}{365} [H_t + h(T-t)], \quad (74)$$

где d_1 – средняя продолжительность нахождения пострадавшего в больнице, дней; a_1 – ежедневные расходы больницы на одно койко-место, руб.; ψ – коэффициент, учитывающий количество пострадавших, получающих по бюллетеню 100% заработной платы;

$\frac{\psi r_1 d_2}{30} [B_t + b(T-t)]$ – оплата бюллетеня, руб; r_1 – коэффициент, учитывающий количество работающих в народном хозяйстве от общего количества пострадавших; d_2 – средний срок потери трудоспособности, дней; B_t – средняя заработная плата в t -м году, руб.; b – ежегодный прирост заработной платы, руб.; T – год, в котором произошло дорожно-транспортное происшествие; t – исходный год; $\frac{r_1 d_2}{365} [H_t + h(T-t)]$ – потери части национального дохода,

руб.; H_t – часть национального дохода, приходящаяся на одного работающего, включая фонды накопления и потребления за вычетом доли потребления самого работающего в t -м году, руб.; h – ежегодный прирост национального дохода, без доли потребления на одного работающего, руб.

При тяжелом ранении, не приведшем к инвалидности,

$$\Pi_{\text{т}} = a_0 + d_1' a_1' + \frac{\psi r_1 d_2}{30} [B_t + b(T-t)] + \frac{r_1 d_2'}{365} [H_t + h(T-t)], \quad (75)$$

где a_0 – стоимость доставки пострадавшего в больницу; d_1' – средняя продолжительность нахождения пострадавшего в больнице, дней; a_1' –

ежедневные расходы больницы на одно койко-место, руб.; d_2' – средний срок потери трудоспособности, дней.

При тяжелом ранении, приведшем к инвалидности пострадавшего,

$$P_{\text{и}} = \left\{ a_0 + d_1'' a_1'' + \frac{\Psi r_1 d_2''}{30} [B_t + b(T-t)] + \frac{r_1 d_2''}{365} [H_t + h(T-t)] + m_1 + \right. \\ \left. + \frac{r_1 d_2'''}{30} [M_{1t} + \eta(T-t)] + \frac{r_1 d_1'''}{365} (r_2 + r_3 r_4) [H_t + h(T-t)] + \right. \\ \left. + r_1 \sum_{t=1}^{t=\tau} \left\{ (r_1 + r_3 r_4) [H_t + h(T-t)] + 12 [M_{1t} + \eta(T-t)] \right\} \frac{1}{(1+E)^t} \right\} f_1, \quad (76)$$

где d_1'' – средняя продолжительность нахождения пострадавшего в больнице, дней; d_2'' – средняя продолжительность потери трудоспособности до заключения ВТЭК об инвалидности, дней; m_1 – единовременные выплаты пособия пострадавшему или семье, руб.; d_2''' – период инвалидности пострадавшего в год совершения дорожно-транспортного происшествия, дней; $[M_{1t} + \eta(T-t)]$ – средняя ежемесячная выплата пенсии по инвалидности, руб.; M_{1t} – средняя ежемесячная выплата пенсии по инвалидности в t -м году, руб.; η – ежегодный прирост выплаты пенсии в месяц, руб.; r_2 – коэффициент, учитывающий количество людей, полностью утративших трудоспособность; r_3 – коэффициент, отражающий количество работающих инвалидов; r_4 – коэффициент уменьшения национального дохода, приходящийся на работающих инвалидов, вследствие перехода их на более легкую работу; τ – продолжительность инвалидности, лет; f_1 – коэффициент, учитывающий моральные потери ($f_1=1,05$).

При летальном исходе

$$P_{\text{см}} = \left\{ a_0 + d_1''' a_1''' + m_1 + m_2 + m_3 + \frac{r_1 d_2^{IV}}{365} [H_t + h(T-t)] + \frac{u_1 u_2 d_2''}{30} \times \right. \\ \times [M_{2t} + \eta(T-t)] + \sum_{t=1}^{t=q} \frac{r_1 [H_t + h(T-t)]}{(1+E)^t} + \\ \left. + \sum_{t=q+1}^{t=q+\Delta} \frac{r_1 \Phi [H_t + h(T-t)]}{(1+E)^t} + \sum_{t=1}^{t=q} \frac{[M_{2t} + \eta(T-t)] 12 u_1 u_2}{(1+E)^t} \right\} f_2, \quad (77)$$

где m_2 – расходы морга, руб.; m_3 – расход на похороны, руб.; u_1 – коэффициент, учитывающий количество погибших, имеющих иждивенцев; u_2 – коэффициент, учитывающий количество иждивенцев в семье на одного погибшего; $q = \omega_1 - \omega_2$ – период, в течение которого человек мог бы работать, если бы не погиб, лет; ω_1 – средний возраст ухода людей на пенсию по старости с учетом процентного соотношения мужчин и женщин, по-

гибших при дорожно-транспортных происшествиях; ω_2 – средний возраст погибших; Δ – средняя продолжительность работы людей пенсионного возраста, лет; ϕ – коэффициент, учитывающий число работающих пенсионеров; g – продолжительность выплаты пенсии семье погибшего на иждивенцев, лет; f_2 – коэффициент, учитывающий моральные потери ($f_2=1,1$).

Установлено, что 20% погибших при ДТП составляют женщины, а 80% мужчины. Средний возраст, при котором погибшие ушли бы на пенсию, составляет 59 лет, а средний возраст погибших при ДТП составляет 32,5 года.

Данные о потерях народного хозяйства при ДТП с учетом тяжести ранений приведены в табл. 10.

Таблица 10.

Год, в котором произошло ДТП	Потери на 1 чел., вовлеченного в ДТП, р. при			
	легком ранении	тяжелом ранении	ранении, приведшем к инвалидности	летальном исходе
1975	40	615	12415	22150
1980	45	665	15190	24800
1985	49	715	16865	27450

Для удобства расчетов по отчетным данным органов ГИБДД о дорожно-транспортных происшествиях, и определив процентное соотношение легкораненых, тяжелораненых и тяжелораненых, ставших инвалидами, были вычислены средние потери народного хозяйства на одного человека, получившего ранение. Эти соотношения не одинаковы для загородных дорог в равнинной и горной местности, а также городских улиц и дорог (табл. 11).

Таблица 11.

Год, в котором произошло ДТП	Средние потери в рублях при ранении 1 чел. в ДТП, происшедшем на		
	дороге в равнинной местности	горных дорогах	городских дорогах и улицах
1975	2125	2200	1295
1980	2380	2465	1445
1985	2635	2730	1590

Используя зависимости (74) – (77), можно установить потери народного хозяйства от гибели и ранения человека в дорожно-транспортном происшествии для отдельных регионов или городов.

Установленные суммы потерь народного хозяйства от дорожно-

транспортных происшествий являются усредненными и в какой-то мере условными, но они могут быть использованы в технико-экономических расчетах для обоснования дорожных работ и мероприятий по организации движения.

Условность подсчета потерь от дорожно-транспортных происшествий особенно ощутима при гибели людей, так как не поддаются оценке моральные потери от гибели человека его близких и членов трудового коллектива, не учитывается, что большой жизненный опыт и знания людей пенсионного возраста способствуют воспитанию и активной деятельности более молодых людей и являются ценным вкладом в развитие общества.

Существуют точки зрения, что неправильно подходить к определению потерь от вовлечения людей в дорожно-транспортные происшествия с позиций обычной методики оценки эффективности капиталовложений, учитывая влияние «коэффициента отдаленности», как бы снижающего остроту и значимость потерь от происшествий. Однако следует отметить, что в расчеты включен, в основном, фонд накопления национального дохода, т. е. деньги, которые участвуют в обороте и приносят определенный доход обществу, а они считаются с учетом приведения затрат более поздних лет к исходному году.

10.4. Потери в различных дорожных условиях

Тяжесть дорожно-транспортных происшествий и величина потерь зависят от дорожных условий, поэтому при оценке потерь необходимо детально анализировать эти условия. Такие данные являются основными при определении суммарных народнохозяйственных потерь, когда на возникновение дорожно-транспортных происшествий, совершенных в условиях движения по различным участкам (элементам) дорог или на дорожных сооружениях, оказывает влияние только одно условие, а не их сочетание.

Средние потери в рублях от одного отчетного дорожно-транспортного происшествия в различных условиях движения приведены в табл. 12.

Для оценки сравнительной эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения следует выделять те виды дорожно-транспортных происшествий, которые можно исключить в результате проведения мероприятий по организации движения и обустройства дороги. Выполнение предусмотренных работ полностью исключает какой-либо вид дорожно-транспортных происшествий или заменяет его на вид с меньшим ущербом.

Таблица 12.

Условия движения	Дороги в равнинной и холмистой местности			Горные дороги		
	1975	1980	1985	1975	1980	1985
На мостах и путепроводах	13170	14650	16130	16090	17120	18870
Наличие деревьев, столбов, опор и других препятствий на обочинах и разделительной полосе	10980	12200	13420	10720	11910	13100
Скользкое покрытие	8720	9670	10620	11890	13220	14560
На спусках и подъемах	8710	9660	10610	16090	17920	19750
На горизонтальных прямых участках	8410	9330	10240	11480	12760	14040
На железнодорожных переездах	8410	9320	10230	7380	8170	8960
В населенных пунктах	8280	9170	10070	11890	13220	14550
На пересечениях в разных уровнях	8240	9140	10040	-	-	-
На пересечениях в одном уровне	6570	7260	7960	7530	8330	9140
При недостаточной ширине и плохом состоянии обочин	7100	7890	8670	8410	9330	10250
На кривых в плане	6200	6850	7500	12650	14070	15490
При недостаточной видимости в плане и профиле	6100	6770	7430	8330	9260	10190
При отсутствии ограждений в необходимых местах	-	-	-	21710	24280	26840
На сочетаниях кривых в плане и профиле	6360	6780	7200	12610	14020	15440

Например, строительство пересечений с железными дорогами в разных уровнях должно исключить дорожно-транспортные происшествия на переездах. Установка надежных ограждений не допустит съезда автомобилей с дороги, но при этом возможно такое же число опрокидываний, но с меньшими последствиями.

Средние потери в рублях от различных видов включаемых в отчетность ДТП, которые могут быть использованы при технико-экономических расчетах, приведены в табл. 13.

Для определения экономического эффекта от частичного устранения дорожно-транспортных происшествий на дороге или на части следует от всех ДТП, происшедших на этой дороге или части, выделить связанные только с тем видом происшествий, которые устраняются.

Таблица 13.

Вид ДТП	Дороги в равнинной и холмистой местности			Горные дороги		
	1975	1980	1985	1975	1980	1985
Съезды транспортных средств: с мостов и путепроводов с дороги	17320 9660	19300 10730	21280 11790	21710 21710	24280 24280	26840 26840
Наезды на:						
велосипедистов	9660	10800	11950	8540	9560	10570
пешеходов	9450	10570	11700	10650	11920	13190
гужевой транспорт	9390	10420	11450	5040	5540	6060
стоящее транспортное средство	8650	9590	10530	11880	13210	14540
неподвижное препятствие	6890	7630	8260	10000	11100	12200
впереди едущий транспорт	6070	6700	7330	6940	7680	8410
животное	4500	4940	5390	4220	4630	5050
Столкновение транспортных средств:						
встречное	11280	12540	13790	13050	14510	15980
боковое	6220	6870	7520	8540	9470	10390
Опрокидывание на дороге	7220	7990	8760	7560	8360	9180

Вопросы для самопроверки:

1. На сколько групп можно разделить потери от дорожно-транспортных происшествий?
2. К косвенным потерям от ДТП относят...
3. К прямым потерям от ДТП относят...
4. Какие дорожно-транспортные происшествия входят в систему государственной отчетности?
5. Наиболее значимая часть потерь отчетного ДТП...
6. Погибшим в ДТП является лицо, скончавшееся на месте происшествия или от полученных ранений в течении...
7. Потери от ДТП с вовлечением людей зависят от дорожных условий и максимальны...
8. Согласно статистике ДТП, средний возраст погибших по РФ составляет...
9. Пострадавшими в ДТП, получившими тяжелые телесные повреждения, считаются лица выбывшие из производственного процесса на срок более...

11. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ УЩЕРБА ОТ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

11.1. Методы оценки ущерба от ДТП

Для оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения разработано несколько методов определения потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий. В зависимости от исходных данных потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий можно рассчитывать:

- 1) методом непосредственного суммирования потерь от каждого дорожно-транспортного происшествия;
- 2) методом сравнения ущерба от дорожно-транспортных происшествий «до и после» проведения мероприятий по организации движения;
- 3) методом определения потерь народного хозяйства по графикам коэффициентов аварийности;
- 4) методом оценки ущерба от дорожно-транспортных происшествий через себестоимость автомобильных перевозок;
- 5) методом коэффициентов снижения потерь;
- 6) методом коэффициентов эффективности (перебора вариантов).

11.2. Метод непосредственного суммирования потерь от каждого дорожно-транспортного происшествия

Данный метод пригоден при анализе эффективности от реконструкции дорог или от проведения мероприятий по организации движения в целом на дороге или на ее опасных участках, когда могут быть получены данные о числе и тяжести дорожно-транспортных происшествий.

Метод рекомендуется для использования дорожными организациями, органами ГИБДД и автотранспортными предприятиями при оценке потерь от дорожно-транспортных происшествий. Он позволяет:

- определить потери от одного дорожно-транспортного происшествия;
- оценить потери на сети дорог в масштабе района, области, республики, города на основании статистических данных о дорожно-транспортных происшествиях;
- оценить потери на отдельных маршрутах или опасных участках, чтобы обосновать целесообразность их реконструкции или проведения мероприятий по организации движения, повышающих безопасность движения;
- оценить средние потери от одного дорожно-транспортного происшествия на дорогах, проложенных в различных по рельефу местностях и на

улицах городов с различной численностью населения;

- определить средние потери от одного дорожно-транспортного происшествия в зависимости от конкретных дорожных условий и вида ДТП;
- определить относительные потери на 1 км дороги, разделив суммарные потери на длину дороги или участков по отдельным дорожно-эксплуатационным подразделениям;
- определить потери от дорожно-транспортных происшествий по вине водителей автотранспортных предприятий.

Метод непосредственного суммирования потерь наиболее точен при определении убытков от ДТП. Для оценки потерь предварительно должны быть собраны в органах ГИБДД сведения о распределении дорожно-транспортных происшествий по маршрутам или участкам дорог, их тяжести и материальном ущербе. Дополнительные сведения о конкретных дорожно-транспортных происшествиях собирают в медицинских учреждениях, автотранспортных предприятиях и т. д.

Если в карточках учета ДТП нет каких-либо данных о составляющих потерях или их сложно получить, то они в зависимости от отчетности дорожно-транспортных происшествий принимаются по статьям потерь P_1 – P_5 или инструкции ВСН 3-81 [7].

Потери от одного неотчетного дорожно-транспортного происшествия (162 р. для загородных дорог и 87 р. для городских улиц и дорог), подсчитанные в ценах 1980 г., можно было считать постоянными достаточно длительное время в связи с постоянными ценами на запасные части к автомобилям и другие материалы. В настоящее время в результате изменения цен эти показатели должны корректироваться.

Средние потери (в р.) от одного отчетного дорожно-транспортного происшествия, при котором могут быть одновременно и раненые и погибшие в t -м году

$$P_{от} = P_{от.пр} + P_6 = P_{от.пр} + \gamma_{лг} P_{лг} + \gamma_{тг} P_{тг} + \gamma_{нг} P_{нг} + \gamma_{смг} P_{смг}, \quad (78)$$

где $P_{от.пр}$ – прямые потери ($P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$) равные соответственно 777 и 324 р. для загородных и городских дорог; $\gamma_{лг}, \gamma_{тг}, \gamma_{нг}, \gamma_{смг}$ – коэффициенты, учитывающие число пострадавших соответственно с легкими, тяжелыми ранениями, инвалидностью пострадавшего и летальным исходом при одном дорожно-транспортном происшествии; $P_{лг}, P_{тг}, P_{нг}, P_{смг}$ – средние потери народного хозяйства соответственно при легком, тяжелом ранении, инвалидности пострадавшего и гибели в дорожно-транспортном происшествии 1 чел. в t -м году (см. табл. 10), р.

Если нет данных о тяжести ранений в дорожно-транспортном происшествии, формула принимает вид

$$P_{от} = P_{от.пр} + \gamma_{рг} P_{рг} + \gamma_{смг} P_{смг}, \quad (79)$$

где $P_{\text{р}}, P_{\text{см}}$ – средние потери народного хозяйства соответственно при ранении и гибели 1 чел. в дорожно-транспортном происшествии в t -м году (табл. 10, 11), р.; $\gamma_{\text{р}}, \gamma_{\text{см}}$ – коэффициенты, учитывающие число пострадавших соответственно с ранениями и летальным исходом при одном дорожно-транспортным происшествии.

Когда есть данные о числе дорожно-транспортных происшествий по отчетности, но нет сведений о их последствиях, рекомендуется использовать средние потери от отчетных ДТП, приведенные в табл. 14 и 15.

Таблица 14.

Годы	Средние потери на одно дорожно-транспортное происшествие, р., на дорогах	
	в равнинной или холмистой местности	на горных дорогах
1975	8050/5130*	12060/10390
1980	8920/5680	13410/11560
1985	9790/6230	14760/12720

Таблица 15.

Годы	Средние потери на одно дорожно-транспортное происшествие, р., в городах				
	малых (меньше 50 тыс. жителей)	средних (50-100 тыс. жителей)	больших (100-200 тыс. жителей)	крупных (250-500 тыс. жителей)	крупнейших (более 500 тыс. жителей)
1975	3410*/2290	3030/2020	1950/1330	1550/1050	2060/1390
1980	3800/2540	3200/2140	2180/1470	1700/1150	2290/1540
1985	4180/2790	3380/2260	2390/1610	1850/1250	2520/1690

* В числителе приведены средние потери от одного отчетного ДТП, в знаменателе – средние потери от одного происшествия без разделения по отчетности.

Эти потери во многом обусловлены соотношением числа отчетных и неотчетных происшествий (на дорогах в равнинной и холмистой местности число отчетных ДТП составляет в среднем 63%, в горной 86, в городах 34%).

Приведенные в табл. 14, 15 значения могут служить основой для определения ущерба на каком-либо участке дороги (городской улице) за определенный период, когда известны только число дорожно-транспортных происшествий, год возникновения и нет данных о пострадавших и ущербе от повреждения груза, транспортных средств и сооружений.

11.3. Метод сравнения ущерба от дорожно-транспортных происшествий «до и после» проведения мероприятий по организации движения

Данный метод основан на статистике распределения и тяжести дорожно-транспортных происшествий.

Метод сравнения ущерба от дорожно-транспортных происшествий «до и после» целесообразно применять при наличии статистических данных о ДТП за период не менее 3–4 лет для дорог III и IV технических категорий и 2 лет для дорог I и II категорий соответственно до и после выполненного мероприятия.

Для оценки эффективности мероприятий по методу «до и после» наряду с данными о числе и тяжести дорожно-транспортных происшествий должны быть собраны сведения об интенсивности движения автомобилей.

Перед оценкой эффективности мероприятий по повышению безопасности движения на конкретном участке необходимо определить показатели относительной аварийности для условий, имевших место до и после проведения мероприятий. Для этого необходимо определить на этом участке:

z_o – относительное число отчетных дорожно-транспортных происшествий, происшествий/млн. авт-км;

z_n – относительное число неотчетных дорожно-транспортных происшествий, происшествий/млн. авт-км;

z_p, z_{cm} – относительное число раненых и убитых в результате дорожно-транспортных происшествий, чел./млн. авт-км.

Показатель относительной аварийности участка протяженностью L километров

$$z_{ii} = \frac{10^6 a_{ii}}{365 L N_i}, \quad (80)$$

где a_{ii} – абсолютное число дорожно-транспортных происшествий (число убитых, раненых) на участке в t -м году; N_i – среднегодовая суточная интенсивность движения на участке в t -м году, авт./сут.

Исходные данные о дорожно-транспортных происшествиях должны быть собраны в ГИБДД, данные об интенсивности движения – в дорожно-эксплуатационных участках.

При наличии только отчетных данных расчеты ведут по тем же формулам только для отчетных дорожно-транспортных происшествий.

Вычисленные показатели относительной аварийности систематизируют по периодам и определяют их средние значения z_{cp} соответственно до и после проведения мероприятия

$$z_{\text{ср}} = \frac{\sum_1^T z_i}{T}, \quad (81)$$

где T – период суммирования, лет.

Для того чтобы оценить влияние мероприятий по повышению безопасности движения на участке дороги на годовое снижение числа ДТП (раненых, погибших), пользуются разностью значений соответствующих показателей аварийности до и после проведения мероприятий $\Delta z = z_{\text{ср.до}} - z_{\text{ср.после}}$.

Этот показатель в совокупности с расчетными показателями потерь в зависимости от вида и тяжести дорожно-транспортных происшествий является основой для определения ежегодного эффекта от снижения числа и тяжести происшествий после проведенных мероприятий.

Годовой эффект из-за снижения потерь от дорожно-транспортных происшествий

$$\mathcal{E}_n = \Delta z P_{\text{ср}}, \quad (82)$$

где $P_{\text{ср}}$ – средние потери от одного дорожно-транспортного происшествия в расчетном году.

При оценке полной эффективности проведенных мероприятий по методу «до и после» необходимо также иметь данные о скоростях и составе движения транспортных потоков.

11.4. Метод определения потерь народного хозяйства по графикам коэффициентов аварийности

Особенно эффективен для выбора оптимального варианта проектируемой дороги (отдельных элементов плана, продольного и поперечного профилей), для реконструкции автомобильных дорог, при выборе методов организации движения и при обосновании обходов городов. Он является основным при прогнозировании потерь от дорожно-транспортных происшествий в зависимости от дорожных условий.

Для определения потерь этим методом используют данные о средних потерях от ДТП (см. табл. 14 и 15) и графики коэффициентов аварийности, приведенные в Указаниях по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах ВСН 25–86) [8].

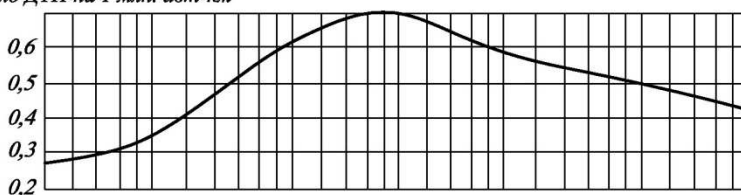
Метод определения потерь народного хозяйства от ДТП на дорогах в равнинной и холмистой местности при помощи коэффициентов аварийности широко применяется дорожными организациями и органами Госавтоинспекции и отражен в ряде нормативных документов, справочниках, учебниках и учебных пособиях. Методы определения потерь от

ДТП на дорогах в горной местности и городских улицах и дорогах приведены только в двух нормативных документах [1,8].

Число дорожно-транспортных происшествий в различных дорожных условиях устанавливается по зависимости значений итогового коэффициента аварийности от относительного числа дорожно-транспортных происшествий (рис. 11). Итоговый коэффициент аварийности устанавливают по линейному графику коэффициентов аварийности, методика построения которого изложена в ВСН 25–86 [8].

Метод определения потерь от ДТП, основанный на использовании графиков коэффициентов аварийности применим, когда итоговый коэффициент аварийности имеет значения более 10 для загородных автомобильных дорог и более 25 для городских улиц.

а) Число ДТП на 1 млн. авт-км



б) Число ДТП на 1 млн. авт-км

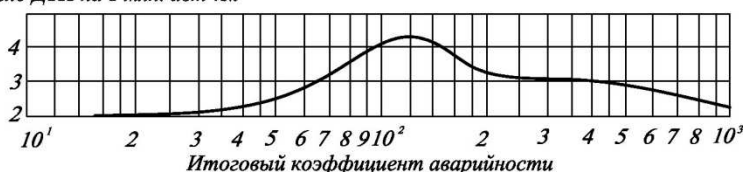


Рис. 11. Зависимость между значениями итогового коэффициента аварийности и относительным числом ДТП:

а – на загородных автомобильных дорогах; б – на городских улицах и дорогах.

Когда итоговый коэффициент аварийности соответственно меньше 10 и 25 на отдельных участках рассматриваемой дороги или улицы, число дорожно-транспортных происшествий следует принимать равным 0,27 на 1 млн. авт-км для загородных дорог и равным 2,0 на 1 млн. авт-км для городских улиц.

В качестве показателя средней величины потерь ДТП для дорог в равнинной и холмистой местности приняты средние потери от одного дорожно-транспортного происшествия на прямолинейных участках дорог с проезжей частью шириной 7,5 м, укрепленными обочинами и сухим шероховатым покрытием. Средние потери (в руб.) на исходный год исчисления приведены ниже:

1975 г.4770;

1980 г.	5270;
1985 г.	5780.

Для горных дорог и городских улиц без существенной ошибки можно принять средние потери от одного дорожно-транспортного происшествия без разделения по отчетности (см. табл. 14 и 15).

Влияние дорожных условий на потери от ДТП учитывается умножением средних потерь от одного дорожно-транспортного происшествия на поправочный итоговый стоимостный коэффициент (коэффициент тяжести ДТП) [1,8]:

$$M_{\tau} = m_1, m_2, m_3, \dots, m_{13}, \quad (83)$$

где $m_1, m_2, m_3, \dots, m_{13}$ – частные коэффициенты тяжести, характеризующие увеличение или уменьшение потерь от одного ДТП для различных элементов дорог по сравнению со средними, приведенными выше.

Значения частных коэффициентов тяжести в ряде случаев увеличиваются при улучшении дорожных условий, так как возрастание скоростей движения приводит к ДТП с более тяжелыми последствиями. Особенно актуален метод коэффициентов тяжести происшествий, когда возможность быстрого улучшения организации движения по всей дороге ограничена, а также при стадийной реконструкции или иных мероприятий для установления очередности выполнения работ по повышению безопасности и организации движения.

Для этого итоговые коэффициенты аварийности [8] следует умножать на итоговый стоимостный коэффициент M_{τ} , учитывающий степень опасности сочетания дорожных условий (поправку вводят только при значении итогового коэффициента аварийности более 10 для загородных автомобильных дорог и 25 для городских улиц):

$$k_{\text{итог}}^{\tau} = k_{\text{итог}} M_{\tau}. \quad (84)$$

Ежегодные потери от дорожно-транспортных происшествий на участках с однородными дорожными условиями (в р.):

$$C_i = 3,65 \cdot 10^{-4} a_i P_{\text{ср}} M_{\tau} N_i L, \quad (85)$$

где a_i – число дорожно-транспортных происшествий на 1 млн. авт.-км (см. рис. 11); $P_{\text{ср}}$ – средние потери от одного дорожно-транспортного происшествия в t -м году, р.; M_{τ} – итоговый стоимостной коэффициент, учитывающий тяжесть дорожно-транспортных происшествий; N_i – среднегодовая суточная интенсивность движения на участке дороги, авт./сут; L – протяженность дороги с однородными дорожными условиями, км.

Ежегодные потери от ДТП при однородных дорожных условиях и различной интенсивности движения на них

$$C_t = 3,65 \cdot 10^{-4} P_{\text{ср}} \sum_{i=1}^n L_i a_{ii} M_{ti} N_{ii}, \quad (86)$$

где i – число участков с различными дорожными условиями и интенсивностью движения.

Потери по изложенному методу рекомендуется рассчитывать по определенным формам, приведенным в [7]. Ежегодные потери целесообразно вычислять по отдельности для каждого из выделенных участков дороги с определенным коэффициентом аварийности. Участки выделяют с учетом однородности дорожных условий и данных изменения интенсивности движения.

В связи с ростом интенсивности движения значения отдельных частных коэффициентов аварийности изменяются, соответственно увеличиваются и значения итоговых коэффициентов аварийности. Это необходимо учитывать при расчетах.

11.5. Метод оценки ущерба от дорожно-транспортных происшествий через себестоимость перевозок

При технико-экономических расчетах на автомобильном транспорте принято использовать показатели себестоимости перевозок, исчисленные в р./1 т-км и в р./1 авт-ч работы автомобиля.

Ежегодные народнохозяйственные потери (в р.) от ДТП

$$C_t = 3,65 S_{\text{пр}} L \sum_{i=1}^n N_{ii} \Gamma_i \beta_i \gamma_i, \quad (87)$$

или

$$C_t = 3,65 Z_{\text{пр}} \frac{L}{v} N_t, \quad (88)$$

где $S_{\text{пр}}$ и $Z_{\text{пр}}$ – потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий в t -м году, отнесенные соответственно на 1 т-км или 1 авт.-ч. работы автомобиля, р./т-км или р./авт.-ч.; L – длина участка дороги, км; N_{ii} – интенсивность движения каждой i -й модели грузовых автомобилей в t -м году, авт./сут; Γ_i – номинальная грузоподъемность каждой i -й модели автомобиля, т; β_i и γ_i – соответственно коэффициенты использования пробега и грузоподъемности i -й модели автомобиля; v – средняя скорость потока автомобилей, км/ч; N_t – интенсивность движения автомобилей, выполняющих перевозки по часовому тарифу в t -м году, авт./сут.

Однако размеры народнохозяйственных потерь, рассчитанные на тонно-километры, применимы для ведомственных автомобильных до-

рог с преимущественным грузовым движением (не менее 95% состава). При этом не учитываются потери народного хозяйства от ДТП, в которые вовлечены индивидуальные транспортные средства. Более правильно рассчитывать народнохозяйственные потери по формуле (88), однако при расчетах необходимо знать средние скорости движения потока автомобилей, что усложняет экономические вычисления. Как показал анализ, потери от дорожно-транспортных происшествий в определенной мере зависят от основных эксплуатационных показателей подвижного состава (скорости движения, типов автомобилей) и поэтому по аналогии с принятой на автомобильном транспорте методикой определения затрат на перевозки пассажиров и грузов потери от ДТП могут быть отнесены к категории переменных расходов, исчисление которых вводят на 1 км пробега автомобиля. Этот показатель учитывает аварийность и с индивидуальными транспортными средствами.

Расходная ставка потерь от ДТП в каком-либо году (в р./авт-км)

$$C_{\text{пр}} = \frac{\sum_1^n P_t a}{365 N_t L}, \quad (89)$$

где P_t – потери от дорожно-транспортного происшествия в t -м году, р.; a – число дорожно-транспортных происшествий на дороге (участке) в t -м году; N_t – среднегодовая суточная интенсивность движения в t -м году, авт./сут; L – протяженность дороги (участка), км.

Расходные ставки, рассчитанные по формуле (89), рекомендуется определять в тех случаях, если имеются статистические данные о ДТП (при обосновании мероприятий по реконструкции и организации движения на дороге). Потери от каждого дорожно-транспортного происшествия в этом случае следует рассчитывать методом непосредственного суммирования.

Составляющая себестоимости перевозок, учитывающая потери от дорожно-транспортных происшествий в t -м году (в р./т-км),

$$S_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{пр}} \sum_1^m n_i}{\sum_1^m \Gamma_i \beta_i \gamma_i n_i}, \quad (90)$$

где n_i – удельные веса каждой из моделей автомобилей в общем числе грузовых автомобилей, проходящих по дороге, в долях единицы.

Остальные обозначения соответствуют примененным в формуле (87).

Составляющая себестоимости перевозок, учитывающая потери от дорожно-транспортных происшествий в t -м году (р./авт-ч),

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{пр}} v. \quad (91)$$

При использовании формулы (89) для определения среднего значения составляющей себестоимости $Z_{\text{пр}}$ скорость движения автомобилей принимают равной средней скорости потока автомобилей на участке. Эту формулу можно применять также для определения $Z_{\text{пр}}$ по моделям автомобилей.

При экономическом обосновании проектных решений дорог, запроектированных по новым направлениям, а также при обосновании реконструкции участков дорог и мероприятий по организации движения, по которым отсутствуют данные статистики дорожно-транспортных происшествий и эти участки (маршруты) характеризуются небольшими значениями коэффициентов аварийности ($k_{\text{итог}}$ меньше 10 для загородных дорог), расчеты потерь следует выполнять на основании расходных ставок, приведенных в табл. 16 – 24.

Данные табл. 16 – 24 получены на основании зависимостей между размерами элементов дороги, числом и тяжестью дорожно-транспортных происшествий и рекомендуются преимущественно к использованию для экономического обоснования размеров отдельных элементов плана, продольного и поперечного профиля автомобильных дорог, анализа экономической эффективности увеличения расстояний видимости, габаритов малых и средних мостов и путепроводов, изменения числа полос движения, оборудования населенных пунктов и т.п.

Приведенные в табл. 16-24 расходные ставки потерь от дорожно-транспортных происшествий применимы только для загородных автомобильных дорог, так как для городских улиц они в значительной мере зависят от классификации городов по числу жителей (крупности). Для каждой группы городов должны быть рассчитаны свои расходные ставки.

Таблица 16.

Исходный год	Расходные ставки потерь от ДТП, к/авт.-км, при ширине проезжей части в метрах							
	4,5	6	7	7,5	9	10,5	14-15 без раздельной полосы	14-15 с раздельной полосой
1980	<u>1,42</u> 2,89	<u>0,85</u> 1,73	<u>0,45</u> 0,92	<u>0,34</u> 0,69	<u>0,51</u> 1,04	<u>0,45</u> 0,92	<u>0,19</u> -	<u>0,14</u> -

Примечание: В табл. 16-24 в числителе приведены значения для дорог в равнинной и холмистой местности, в знаменателе – для горных дорог. Промежуточные значения интерполируются.

Таблица 17.

Исходный год	Расходные ставки потерь от ДТП, к./авт.-км, при числе полос					
	1	2	3 без разметки	3 с разметкой	4 без разделительной полосы	4 с разделительной полосой
1980	<u>1,42</u> 2,89	<u>0,57</u> 1,16	<u>0,74</u> 1,50	<u>0,34</u> 0,69	<u>0,19</u> -	<u>0,14</u> -

Таблица 18.

Исходный год	Расходные ставки потерь от ДТП, к./авт.-км, при ширине обочин в метрах					
	0,5	1,0	1,5	2,5	3,0	3,75
1980	<u>1,14</u> 2,31	<u>1,02</u> 2,08	<u>0,85</u> 1,73	<u>0,57</u> 1,16	<u>0,34</u> 0,69	<u>0,24</u> 0,49

Таблица 19.

Исходный год	Расходные ставки потерь от ДТП, к./авт.-км, при радиусах кривых в плане в метрах								
	50	100	200	300	400	500	700	1000	1200
1980	<u>3,64</u> 7,40	<u>2,98</u> 6,05	<u>1,93</u> 3,91	<u>1,35</u> 2,71	<u>0,98</u> 1,98	<u>0,72</u> 1,46	<u>0,40</u> 0,79	<u>0,20</u> 0,40	<u>0,17</u> 0,35

Таблица 20.

Исходный год	Расходные ставки потерь от ДТП, к./авт.-км, при прод. уклонах в ‰								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1980	<u>0,40</u> 0,81	<u>0,50</u> 0,92	<u>0,60</u> 1,26	<u>0,75</u> 1,54	<u>0,94</u> 1,91	<u>1,22</u> 2,49	<u>1,61</u> 3,28	<u>2,01</u> 4,10	<u>1,81</u> 3,70

Таблица 21.

Исходный год	Расходные ставки потерь от ДТП, к./авт.-км, при фактическом расстоянии видимости в метрах							
	50	100	200	300	400	500	600	700
1980	<u>0,87</u> 1,78	<u>0,69</u> 1,38	<u>0,59</u> 1,19	<u>0,44</u> 0,92	<u>0,31</u> 0,62	<u>0,24</u> 0,49	<u>0,21</u> 0,42	<u>0,18</u> 0,38

Таблица 22.

Исходный год	Расходные ставки потерь от ДТП, к./авт.-км, при ширине мостов по отношению к ширине проезжей части дороги									
	уже на 1 м	равная	шире на 1 м	шире на 2 м	шире на 3 м	шире на 4 м	шире на 5 м	шире на 6 м	шире на 7 м	шире на 7,5 м
1980	<u>8,80</u> 17,92	<u>4,54</u> 9,25	<u>2,84</u> 5,78	<u>1,70</u> 3,47	<u>1,14</u> 2,31	<u>0,62</u> 1,27	<u>0,57</u> 1,16	<u>0,45</u> 0,92	<u>0,37</u> 0,75	<u>0,28</u> 0,58

Таблица 23.

Расстояния до застройки в населенных пунктах (в м) и ее характеристика	Расходные ставки потерь от ДТП, к./авт.-км
	Исходный год - 1980
50 м, застройка с одной стороны	<u>0,43</u> 0,88
50-20, застройка с одной стороны, имеются тротуары	<u>0,54</u> 1,09
50-20, застройка с двух сторон, имеются тротуары и полосы местного движения	<u>1,08</u> 2,19
20-10, застройка с двух сторон, имеются тротуары и полосы местного движения	<u>2,16</u> 4,39
10, имеются тротуары, полосы для местного движения отсутствуют	<u>3,23</u> 6,59
10, полосы для местного движения и тротуары отсутствуют	<u>4,31</u> 8,79

Таблица 24.

Исходный год	Расходные ставки потерь от ДТП, к./авт.-км, при коэффициентах сцепления				
	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8
1980	<u>1,36</u> 2,77	<u>0,97</u> 1,97	<u>0,57</u> 1,16	<u>0,30</u> 0,60	<u>0,23</u> 0,46

Расходная ставка потерь от ДТП в каком-либо году (в к./авт.-км) при различном сочетании элементов автомобильной дороги или влиянии нескольких факторов на безопасность движения и при значениях итогового коэффициента аварийности меньше 10

$$C'_{\text{ит}} = C_{\text{ит}7,5} M_{\text{т}}, \quad (92)$$

где $C_{\text{ит}7,5}$ – расходная ставка потерь от ДТП в t -м году при ширине проезжей части дороги 7,5 м, к./авт.-км; $M_{\text{т}}$ – итоговый коэффициент тяжести дорожно-транспортных происшествий.

Ежегодные народнохозяйственные потери (в р.) от дорожно-транспортных происшествий с использованием расходных ставок $C'_{\text{ит}}$ и интенсивности движения:

$$C'_i = 3,65 LN_i C_{\text{ит}7,5} M_{\text{т}}, \quad (93)$$

где N_i – среднегодовая суточная интенсивность движения.

При влиянии на безопасность движения только одного фактора (элемента) ежегодные народнохозяйственные потери (в р.)

$$C_i = 3,65 LN_i C_{\text{ит}}, \quad (94)$$

где $C_{\text{ит}}$ – расходные ставки потерь от ДТП (табл. 16 – 24), к./авт.-км.

11.6. Метод коэффициентов снижения потерь

Мероприятия, повышающие уровень организации и безопасности дорожного движения на улицах и дорогах, зависят от многих факторов. К ним можно отнести дорожные условия и интенсивность движения, типы транспортных средств, профессиональную подготовку водителей, численность населения и уровень их знаний Правил дорожного движения и другие факторы. Поэтому в одних случаях мероприятия по повышению безопасности движения являются эффективными, в других – могут не оказывать положительного влияния на снижение аварийности.

Учесть все факторы при проведении мероприятий одного вида, улучшающих организацию дорожного движения на различных улицах и дорогах, невозможно, поэтому в области безопасности движения ограничиваются подсчетом ДТП и их тяжести до и после проведения конкретного мероприятия. Получаемые расчетные значения по каждому мероприятию носят вероятностный характер и их используют при планировании мероприятий или для определения ожидаемой эффективности мероприятий.

Чтобы определить эффективность мероприятий одного вида в нашей стране, проводится сравнительный анализ изменения числа ДТП, числа погибших, раненых и размера материального ущерба до и после внедрения мероприятий. Результаты проделанной работы представлены в табл. 25, где приведены также некоторые зарубежные данные по уменьшению числа ДТП. Данные табл. 25 могут служить специалистам по организации и безопасности дорожного движения ориентиром для выявления опасных участков на улицах и дорогах и принятия необходимых мер к снижению числа ДТП.

Таблица 25.

Мероприятия	Место проведения (Г - город, З-загород)	Число полос для движения	Снижение числа ДТП в долях единицы по видам		
			все ДТП	ДТП с гибелью и ранением	ДТП с материальным ущербом
1	2	3	4	5	6
Зарубежные данные					
<i>Отдельные участки дорог</i>					
Запрещение стоянок автомобилей	г	2	0,32	0,03	-
Разметка края проезжей части	з	2	0,14	0,17	-

Продолжение табл. 25.

1	2	3	4	5	6
Установка или изменение местоположения предупреждающих знаков	г з	2 2	0,14 0,18	0,14 0,03	- -
Выделение разделительной полосы разметкой	г	2	0,12	-	-
Укрепление обочин	з	2	0,38	0,46	-
Уширение проезжей части дороги при ширине полос для движения 270 см и более	з	2	0,38	0,16	-
Установка заграждений для домашнего скота вдоль дороги	з	2 и более	0,90	Учитываются только ДТП с домашним скотом	
Нанесение разделительной линии на выпуклых вертикальных кривых в продольном профиле дороги	з	2	0,64	-	-
<i>Пересечения</i>					
Установка или обновление предупреждающих или указательных знаков	з г	2 2	0,37 0,29	0,19 0,51	- -
Установка или обновление знаков на Т-образном пересечении	г	2	0,61	0,43	-
Установка знака «Стоп»	з	2	0,47	0,96	-
Установка знака «Движение без остановки запрещено» на второстепенной дороге	г з	2 2	0,38 0,65	0,18 0,89	0,22 -
Установка знаков «Стоп» на всех подходах к пересечению	г	2	0,68	0,67	-
Добавление пешеходных сигналов к светофору	г	2	0,02	0,42	-
Запрещение поворотов	г	2	0,40	0,39	-
Организация полосы для левых поворотов без светофора	г з	2 2	0,06 -0,06	0,54 -0,01	0,18 -
То же, на Т-образном пересечении	г	2	0,51	0,62	-
То же, на Y-образном пересечении	з	2	0,33	0,05	-
Организация полосы для левых поворотов со светофорным регулированием	г з	2 2	0,27 0,43	0,01 0,58	0,07 -
Добавление светофорного сигнала, разрешающего левый поворот без организации полосы для левоповоротного движения	г	2	0,39	0,57	-
Добавление полосы для левоповоротного движения, сигнала светофора и освещения места поворота	г	2	0,46	0,76	-

Продолжение табл. 25.

1	2	3	4	5	6
Отечественные данные					
Установка 3-секционного светофора	г	2 и более	0,62	0,8	0,79
Установка светофора (желтого мигающего)	г,з	2 и более	0,77	0,85	0,70
Установка дополнительной секции к светофору	г	2 и более	0,9	-	-
Установка пешеходных ограждений (100-1800 м)	г,з	2 и более	0,87	0,68	0,98
Установка дорожных знаков	г,з	2 и более	0,67	0,61	0,64
Строительство пешеходной дорожки для тротуаров	г,з	2 и более	0,72	0,78	0,77
Устройство велодорожки	з	2 и более	0,80	0,84	0,93
Горизонтальная разметка (улицы или дороги)	г,з	2 и более	0,17	0,44	0,54
Горизонтальная разметка (пересечения)	г	2 и более	0,62	0,62	0,84
Строительство подземного пешеходного перехода	г	4 и более	0,64	0,54	0,35
Устройство остановки типа «карман»	з	2 и более	0,56	0,73	0,83
Введение одностороннего движения	г	2 и более	0,11	0,06	0,01
Установка светофора для пешеходов	г	2 и более	0,497	0,74	0,93
Ограничение скорости движения	г,з	2 и более	0,48	0,60	0,86
Введение координированного движения	г	2 и более	-0,04	0,06	0,51
Освещение проезжей части	г	2 и более	0,67	0,6	0,2
Реконструкция перекрестка* ¹	г	2 и более	0,51	0,78	0,93
Реконструкция автодороги* ²	з	2 и более	0,37	0,58/ -0,41* ³	0,98
Установка транспортного вызывного светофора	г	2 и более	0,87	0,96	0,99
Устройство обозначенных пешеходных переходов	г	2 и более	1,0	1,0	0,96
Установка транспортных ограждений на мостах	г	2 и более	1,0	1,0	1,0

Окончание табл. 25.

1	2	3	4	5	6
Строительство путепроводов	г,з	2 и бо- лее	0,97	0,20	0,27

Примечания:

*1 – Имеются в виду устройство кругового движения и расширение проезжей части в непосредственной близости от перекрестка.

*2 – Имеется в виду расширение проезжей части улицы или дороги, а также увеличение радиусов поворотов на дорогах.

*3 – В числителе дана информация о погибших, в знаменателе – о раненых. Знак минус означает увеличение числа ДТП.

Определение среднего процента Δk снижения числа ДТП в результате проведения мероприятий каждого вида методом сравнения (до и после), когда предыдущий и последующий периоды неодинаковы, будет весьма условным, так как фактор времени связан с устойчивостью аварийности и эффективностью проведенного мероприятия. Как показывают различные исследования, предыдущий и последующий периоды для мероприятий по организации дорожного движения наиболее приемлемы в пределах от 1 года до 3 лет. За более короткое время трудно получить устойчивые данные об аварийности. С учетом этого для определения среднего процента снижения числа ДТП и погрешности по каждому типу мероприятий использовался следующий метод расчета.

1) Если период до проведения мероприятия длительнее времени, прошедшего после проведения мероприятия, то расчетное число ДТП в период «до»

$$B' = \frac{BN_{ni}D_{ni}}{N_{di}D_{di}}, \quad (95)$$

где B – число ДТП в период «до»; N_{ni} – интенсивность движения «после»; D_{ni} – число дней «после»; N_{di} – интенсивность движения «до»; D_{di} – число дней «до».

Для определения средней интенсивности движения на участке улицы или автомобильной дороги с перекрестками суммируют число транспортных средств, проходящих перекресток непосредственно около пересечения или примыкания в одном уровне, и делят полученную сумму пополам.

2) Если период «после» больше периода «до», то расчетное число ДТП в период «после»

$$A' = \frac{AN_{di}D_{di}}{N_{ni}D_{ni}}, \quad (96)$$

где A – число ДТП в период «после».

3) Средний процент сокращения числа ДТП

$$\Delta k = 100(1 - \frac{\sum A'}{\sum B}), \text{ или } \Delta k = 100(1 - \frac{\sum A}{\sum B'}), \quad (97)$$

где \sum – сумма всех значений.

4) Вероятность погрешности среднего процента сокращения числа ДТП

$$R = 200 \sqrt{\frac{n}{(n-1)(\sum x)^2} \left[\sum y^2 + \left(\frac{\sum y}{\sum x} \right)^2 \sum x^2 - 2 \frac{y}{x} \sum xy \right]}, \quad (98)$$

где n – число проведенных мероприятий; x – расчетное число ДТП «до», равное B' , если период «до» больше периода «после» или x – число ДТП «после», равное A , если период «после» больше периода «до»; y – число ДТП «после», равное A , если период «до» больше периода «после».

Ожидаемый эффект от снижения числа ДТП в результате внедрения различных мероприятий, которые были эффективны в других местах, на основе проведенных исследований может быть определен расчетным путем.

Число дорожно-транспортных происшествий, которые могут быть предотвращены в результате внедрения мероприятий, повышающих безопасность дорожного движения, можно определить, умножая среднее число ДТП за прошедший год на показатель уменьшения этого числа ДТП (табл. 26).

Таблица 26.

Мероприятия	$K_{э.ср}$	$K_{э.ср.min}$	$K_{п.ср}$	$K_{п.ср.max}$	Δk
1	2	3	4	5	6
Установка светофора (трехсекционного)	2,69	0,51	0,36	0,38	62,1
Установка светофора (желтого мигающего)	13,57	8,94	0,11	0,14	77,3
Установка дополнительной секции к светофору	4,25	1,82	0,04	0,07	75,0
Установка пешеходных ограждений (100-1800 м)	4,10	2,0	0,18	0,23	86,1
Установка дорожных знаков	17,12	11,8	0,15	0,19	66,3
Строительство пешеходной дорожки или тротуара	8,76	6,86	0,63	0,77	81,5
Устройство велодорожки	0,6	0,3	0,01	0,02	79,4
Разметка горизонтальная (улицы и дороги)	28,13	15,67	0,58	0,67	16,8

Продолжение табл. 26.

1	2	3	4	5	6
Разметка горизонтальная (пересечения)	33,66	22,04	0,23	0,28	61,6
Строительство внеуличного пешеходного перехода	0,18	0,14	0,53	0,64	63,7
Устройство остановки типа «карман»	0,37	0,30	0,25	0,33	55,3
Введение одностороннего движения	12,0	5,0	0,15	0,2	10,4
Установка светофора для пешеходов	5,8	4,72	0,41	0,46	49,7
Ограничение скорости движения	37,61	27,54	0,18	0,23	48,9
Введение координированного движения	5,32	3,0	0,5	0,7	3,9
Освещение проезжей части	1,88	0,77	0,01	0,02	66,7
Реконструкция пересечения	2,59	2,19	0,42	0,48	51,1
Реконструкция автодороги	0,55	0,36	0,28	0,36	37,1
Установка транспортного вызывного светофора	5,48	1,74	0,04	0,07	86,7
Устройство обозначенных пешеходных переходов	0,9	0,7	0,25	0,3	65,0
Строительство путепроводов	0,04	0,01	0,01	0,02	97,4

$$\Delta A = \Delta k B 365 / T, \quad (99)$$

где Δk – процент сокращения числа ДТП за год; B – число ДТП за T дней прошедшего периода.

При прогнозировании ожидаемого сокращения числа ДТП может быть сделана поправка в случае изменения интенсивности движения. Тогда снижение числа ДТП на перспективу за год

$$\Delta A = \frac{\Delta k B 365}{T N_d} N_n. \quad (100)$$

При проведении нескольких мероприятий (двух и более) по повышению безопасности дорожного движения ожидаемое сокращение числа ДТП

$$\Delta k_k = 1 - (1 - \Delta k_1)(1 - \Delta k_2)(1 - \Delta k_3) \dots (1 - \Delta k_n), \quad (101)$$

где Δk_1 – ожидаемое сокращение числа ДТП за год после внедрения первого мероприятия, выраженное в долях единицы; Δk_2 – ожидаемое сокращение числа ДТП за год после внедрения второго мероприятия, выраженный в долях единицы и т.д.

Данные, приведенные в табл. 26, могут быть использованы органи-

зациями, которые не накопили необходимой информации об изменении ДТП до и после проведения различных мероприятий для предварительного расчета ожидаемого сокращения ДТП. Общие принципы выбора мероприятий по снижению аварийности строятся с учетом возможностей финансирования, и приведенные данные (см. табл. 26) могут быть использованы для предварительных технико-экономических расчетов ожидаемой эффективности планируемых мероприятий. Вместе с тем организации, занимающиеся технико-экономическим обоснованием мероприятий по повышению уровня безопасности движения, должны изучать экономическую эффективность мероприятий по снижению ДТП с учетом местных условий и на их основе осуществлять расчеты.

11.7. Метод коэффициентов эффективности (перебора вариантов)

Планирование конкретных мероприятий по повышению уровня безопасности движения должно быть начато с установления причин и сопутствующих факторов ДТП. Первоначально, как правило, изучают конкретные места ДТП, после чего:

- разрабатывают мероприятия по снижению ДТП;
- определяют предварительную эффективность этих мероприятий, т.е. сравнивают затраты на внедрение намечаемого мероприятия с народнохозяйственными потерями, которые были бы, если мероприятие не проводилось;
- определяют фактическую эффективность выбранного мероприятия после его внедрения.

Иногда требуется определить эффект по снижению уровня аварийности без изучения отдельных мест дорожной сети (технико-экономическое обоснование проекта, распределение выделяемых капиталовложений в регионе и т. п.). В этом случае удобно использовать коэффициенты эффективности и снижения потерь, полученные на основании уже внедренных мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.

При расчете коэффициентов, необходимых для экономической оценки проводимых мероприятий, учитываются те затраты, которые зависели непосредственно от данного мероприятия. Так, потери по временному ограничению скорости, закрытию для движения определенного участка улицы или автомобильной дороги не учитываются ввиду незначительной их доли в общих расходах и отсутствия на местах необходимых данных для вычисления.

Коэффициент эффективности для оценки эффективности каждого мероприятия, определяемый отношением разности потерь от изменения состояния аварийности (с учетом интенсивности движения) к приведен-

ным затратам,

$$k_{zi} = \frac{C_{di} - C_{ni} N_{di} / N_{ni}}{S_{mi}}, \quad (102)$$

где C_{di} и C_{ni} – годовые потери от ДТП соответственно «до» и «после» проведения мероприятий; N_{di} и N_{ni} – среднесуточная интенсивность движения на данном участке соответственно «до» и «после» проведения мероприятия; S_{mi} – затраты по усовершенствованию с учетом эксплуатационных расходов, р.

Применение данной формулы основано на следующих положениях:

а) среднее число ДТП изменяется в широких пределах в зависимости от интенсивности движения.

Следовательно, если никаких мероприятий не проводилось, то

$$C_{di} / C_{ni} = N_{di} / N_{ni}, \quad C_{di} - C_{ni} N_{di} / N_{ni} = 0. \quad (103)$$

Если же проделана какая-либо работа и интенсивность движения изменилась или осталась прежней, то можно говорить о положительном эффекте (при условии, что вышеуказанная разность будет больше нуля);

б) с учетом того, что затраты (S_{mi}) планируются на весь период проведения работ, при расчетах принимаются приведенные затраты. Коэффициент эффективности для каждого мероприятия конкретного типа, необходимый при практических расчетах ожидаемой эффективности капитальных вложений, дан в табл. 26.

Пользуясь статистическими значениями коэффициента эффективности для конкретного мероприятия (см. табл. 26), ожидаемое уменьшение потерь от ДТП

$$\Delta C = k_{э.ср} S_{mi}. \quad (104)$$

Величина, обратная коэффициенту эффективности, по существу определяет срок окупаемости капитальных вложений в конкретное мероприятие с учетом его народнохозяйственной эффективности.

В ряде случаев для технико-экономических расчетов удобно пользоваться величиной, определяющей снижение потерь от аварийности относительно к затратам на проведение мероприятий. В качестве такой величины выбран коэффициент снижения потерь

$$k_{ni} = C_{ni} N_{di} / C_{di} N_{ni}. \quad (105)$$

Обоснованием для такого выбора является то, что при отсутствии эффекта снижения потерь от ДТП имеет место следующее равенство:

$$C_{ni}/N_{ni} = C_{di}/N_{di} \cdot \quad (106)$$

Это равенство является следствием пропорциональности потерь в зависимости от интенсивности движения. Если k_{ni} оказывается равным 1, то эффект отсутствует. При k_{ni} меньше 1 эффект будет положительным, причем тем большим, чем меньше k_{ni} . При k_{ni} больше 1, эффект будет отрицательным.

Пользуясь статистическими значениями коэффициента снижения потерь, вероятные потери от ДТП после проведения конкретного мероприятия $C_{pi} = C_{di}k_{п.ср.}$.

В данной формуле интенсивность движения не учитывается, так как возможны случаи, когда «до» и «после» намечаемого мероприятия она остается неизменной. С учетом изменения интенсивности движения формула примет следующий вид:

$$C_{pi} = k_{п.ср} C_{di} N_{ni} / N_{di} \cdot \quad (107)$$

При сопоставлении расчета $k_{эi}$ и k_{pi} можно отметить следующие их особенности. Расчет при использовании средних значений коэффициента эффективности ($k_{э,ср}$) полнее учитывает статистические данные как о снижении народнохозяйственных потерь от ДТП, так и о затратах на проведение необходимых мероприятий.

Однако практические расчеты по данному методу сложны и при экономическом обосновании в меньшей мере учитывают местные особенности. Данный метод целесообразен при обосновании распределений капиталовложений в масштабах области, края. Так, для оценки сокращения вероятных народнохозяйственных потерь от ДТП (ΔC) благодаря проведению мероприятий, указанных в табл. 26, можно воспользоваться несколько упрощенной формулой, которая дает более заниженную оценку, что вполне удобно, когда фактические данные о снижении потерь оказываются выше расчетных:

$$\Delta C = k_{э,ср} S_{mi} T, \quad (108)$$

где T – рассматриваемый период, лет.

Метод коэффициента эффективности позволяет решать задачу оптимального распределения затрат на различные виды мероприятий. Критерий оптимальности – максимальное снижение народнохозяйственных потерь от ДТП. Расчет может быть произведен, например, последовательным анализом различных вариантов методами линейного программирования. Метод использования коэффициента снижения потерь ($k_{п.ср}$) в меньшей мере требует статистических данных об эффективности капиталовложений, однако здесь учитываются местные особенности. Данный метод целесообразен для экономического обоснования конкретных мероприятий.

Эффективность капиталовложений в различные инженерные мероприятия выражается не только в снижении народнохозяйственных потерь от ДТП. Существенную роль могут играть и такие факторы, как увеличение пропускной способности улиц и автомобильных дорог, уменьшение простоев транспортных средств и др. Особенно это относится к инженерным сооружениям (подземные переходы, мосты, развязки в разных уровнях), а также к расширению проезжей части в опасных местах и т. п. Поэтому малое значение $k_{з,ср}$ не означает, что в таких сооружениях нет необходимости.

В общем случае эффективность капиталовложений обусловлена другими факторами.

Предложенная методика дает возможность обосновывать экономическую эффективность мероприятий, улучшающих безопасность движения, а полученные на основании технико-экономических расчетов коэффициенты эффективности и снижения потерь позволяют прогнозировать ожидаемое уменьшение потерь от ДТП. При обосновании эффективности капиталовложений в некоторые мероприятия, повышающие безопасность движения (велодорожки, пешеходные тротуары вдоль автомобильных дорог в населенных пунктах и др.), следует учитывать и другие факторы, которые способствуют улучшению организации дорожного движения (увеличение скорости движения и др.).

Оценка ожидаемого (потенциального) экономического эффекта мероприятий, повышающих безопасность дорожного движения, необходима уже на стадии составления планов работы.

Полученные данные используют при обосновании и принятии решения о внедрении мероприятий, улучшающих безопасность движения. Основная задача при проведении расчета состоит в уменьшении ошибки при выборе мероприятий. Повышение достоверности рассчитанного на этой стадии экономического эффекта позволяет более целенаправленно распределять капиталовложения, выделенные на мероприятия по повышению безопасности движения.

Для практических работников весьма важно просто и убедительно обосновать необходимость проведения мероприятий по снижению аварийности, основываясь не только на эмоциональных, но и на конкретных экономических расчетах, подтверждающих выгодность их проведения. Использование данных табл. 26 в значительной мере может упростить расчеты по определению ожидаемого снижения народнохозяйственных потерь от ДТП.

Вопросы для самопроверки:

1. Наиболее эффективные методы оценки потерь от ДТП при сравнении различных мероприятий организации дорожного движения и на стадии проектирования автомобильных дорог...

12. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

12.1. Понятие о конструктивной безопасности автомобиля

Проведенные за последние годы исследования в нашей стране показывают, что автомобиль является одним из наиболее опасных транспортных средств.

В большом комплексе мероприятий по предупреждению ДТП и снижению тяжести их последствий одно из важных мест занимает повышение активной, пассивной и послеаварийной безопасности транспортных средств. Как свидетельствует статистика ДТП, около 60% пострадавших составляют водители и пассажиры транспортных средств. Именно поэтому мероприятиям, направленным на повышение активной, пассивной и послеаварийной безопасности автомобилей и снижение тяжести последствий ДТП, придается большое значение. Следует отметить, что любое улучшение комфорта автомобилей замедляет появление усталости у водителя, что повышает безопасность движения.

Планы государственной и отраслевой стандартизации в автомобилестроении предусматривают в качестве основного раздела разработку стандартов на безопасные конструкции транспортных средств с направлениями по активной, пассивной и послеаварийной безопасности. Подготовка нормативных документов по конструктивной безопасности транспортных средств (автомобилей, прицепов, трамваев, троллейбусов) в нашей стране осуществляется с 1969г. Тогда и были введены первые нормативные документы в данной области.

Над усовершенствованиями конструкции транспортных средств по повышению уровня их безопасности работают многие научно-исследовательские и учебные институты, конструкторские бюро заводов-изготовителей и технические управления министерств. Предпринимаются значительные усилия для повышения пассивной безопасности автомобилей, чтобы снизить тяжесть последствий ДТП для водителей и пассажиров. Одновременно с этим повышается активная и послеаварийная безопасность автомобилей.

12.2. Показатели опасности автомобилей

Осуществление мероприятий по повышению конструктивной безопасности требует дополнительных финансовых затрат, а также трудовых и материальных ресурсов, т. е. доминирующим фактором их внедрения является показатель эффективности. В качестве критерия сравнительной оценки эффективности конструктивной безопасности может использо-

ваться показатель опасности ДТП, который получен на основании коэффициентов тяжести ДТП:

$$K_{\text{оп}} = p_1 n_1 + p_2 n_2 + p_3 n_3 + p_4 n_4 + p_5 n_5, \quad (109)$$

где p_1 – показатель тяжести ДТП с повреждением автомобилей, равный 1; p_2 – то же, при легком ранении человека, равный 1,2; p_3 – то же, при ранении, повлекшем инвалидность, равный 2,8; p_4 – то же, при гибели взрослого человека, равный 81; p_5 – то же, при гибели ребенка, равный 106; n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 – число ДТП соответствующей группы.

При этом среднее значение показателя опасности ДТП

$$K_{\text{оп.ср}} = \frac{K_{\text{оп}}}{N}, \quad (110)$$

где N – общее число ДТП.

Для оценки уровня пассивной безопасности в салоне автомобиля применяют комплексный показатель конструктивной безопасности автомобилей

$$K_{\kappa} = \frac{k_1 \Pi_{\text{л}} + k_2 \Pi_{\text{т}} + k_3 \Pi_{\text{с}}}{N_{\text{о}} + N_{\text{п}}}, \quad (111)$$

где k_1, k_2, k_3 – коэффициенты тяжести травм, равные 1; 23,4; 64,5 соответственно для легко-, тяжелораненых и погибших; $\Pi_{\text{л}}, \Pi_{\text{т}}, \Pi_{\text{с}}$ – соответственно число легко-, тяжелораненых и погибших; $N_{\text{о}}$ – общее число не пострадавших в ДТП; $N_{\text{п}}$ – общее число пострадавших в ДТП.

Значение комплексного показателя конструктивной безопасности автомобилей находится в пределах $0 < K_{\kappa} < 1$.

Зная народнохозяйственные потери в случае гибели человека, легких и тяжелых телесных повреждений его, удобно пользоваться несколько видоизмененным комплексным показателем, конструктивной безопасности автомобилей (K_{κ}), приняв коэффициент тяжести при смертельном исходе за единицу (k_3), а потери, связанные с получением тяжелых и легких телесных повреждений, отнеся к потерям от гибели человека. В результате этого получим следующие коэффициенты тяжести: $k_{\text{л}}=0,015$; $k_{\text{т}}=0,36$; $k_{\text{с}}=1$.

Тогда

$$K_{\kappa} = \frac{k_{\text{л}} \sum n_{\text{л}} + k_{\text{т}} \sum n_{\text{т}} + k_{\text{с}} \sum n_{\text{с}}}{N_{\text{о}} + N_{\text{п}}}. \quad (112)$$

По предложенным показателям может быть дана сравнительная оценка конструктивной безопасности автомобилей.

12.3. Опасность травмирования человека элементами автомобиля

При создании новых конструкций транспортных средств, как: правило, выявляются различные недостатки, с точки зрения травмирования органов человека от элементов конструкции.

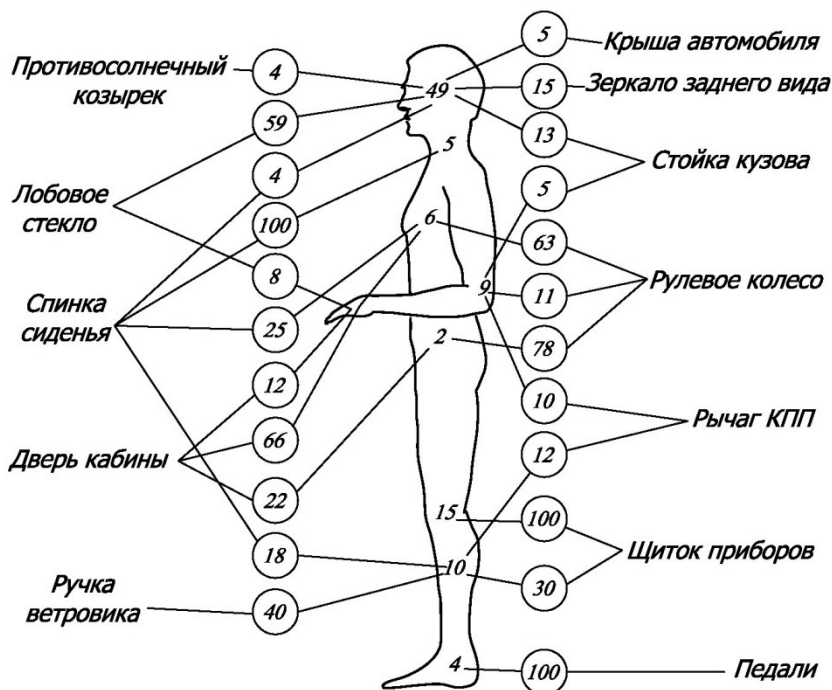


Рис. 12. Опасность травмирования человека различными элементами салона автомобиля:

числа в кружочках – показатели опасности элемента конструкции автомобиля для конкретного органа человека; числа на теле человека - единицы травмирования (ЕТ) конкретного органа

Статистические данные зарубежных и отечественных исследований показывают, что элементы внутреннего обустройства автомобиля травмируют водителя и пассажиров по-разному, а степень травмирования пассажиров еще зависит от места их нахождения в салоне автомобиля [1].

Наиболее опасные и часто встречающиеся травмы человека, полученные от различных элементов салона автомобиля, представлены на рис. 12.

По частоте получаемых травм в ДТП человеком, находящимся в са-

лоне автомобиля, выведен коэффициент относительной опасности конкретного элемента конструкции автомобиля

$$O_i = \frac{x_i k_{oi}}{100}, \quad (113)$$

где x_i – единицы травмирования (ЕТ) конкретного органа человека; k_{oi} – показатели опасности определенного элемента конструкции для конкретного органа человека.

Травмирование органов человека при ДТП различными элементами салона автомобиля выражается в единицах травмирования или степени тяжести полученных травм. Травмирование всех органов человека оценивается в 100 баллов (100%).

Для определения относительной опасности каждого элемента конструкции необходимо показатель опасности элемента конструкции умножить на единицу травмирования рассматриваемого органа и разделить полученное произведение на 100%.

Например, в случае травмирования головы зеркалом заднего вида коэффициент опасности $O_i = 15\% \cdot 49 : 100\% = 7,35$.

Число 7,35 есть единица травмирования, приходящаяся на долю зеркала заднего вида. Данная величина предопределяет перемещение водителя или пассажира при ДТП.

Например, травмируются органы человека при ДТП о стойку кузова. В этом случае коэффициент опасности (см. данные на рис. 12)

$$O_i = (13 \cdot 49 + 5 \cdot 9) : 100 = 6,82.$$

Таким образом, не дожидаясь замены выпускаемой модели автомобиля, можно оценить эффективность проводимых мероприятий по совершенствованию отдельных элементов конструкции автомобиля, влияющих на пассивную безопасность.

Для определения годового экономического эффекта мероприятий, направленных на повышение конструктивной безопасности автомобилей, можно применить формулу (24).

Вопросы для самопроверки:

1. *С точки зрения конструктивной безопасности автомобиля, наиболее уязвимой частью тела водителя и пассажира является...*
2. *Что такое коэффициент опасности?*

13. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ДОРОЖНО- ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПО ВИНЕ НЕТРЕЗВЫХ ВОДИТЕЛЕЙ

Значительная доля ДТП совершается водителями, находящимися в нетрезвом состоянии. Характерной особенностью этих дорожно-транспортных происшествий является особая тяжесть последствий, связанная с тем, что под влиянием алкоголя водитель теряет способность правильно оценивать окружающую обстановку и контролировать свои поступки. Поэтому проводится большая профилактическая работа с водителями транспортных средств. Вместе с тем в условиях высоких темпов автомобилизации данная работа должна быть целенаправленной, с учетом условий каждого региона. В результате изучения данного вопроса удалось установить зависимость между работой, предпринимаемой различными организациями к нетрезвым водителям, и аварийностью, а также дать конкретные рекомендации по выявлению нетрезвых водителей [1].

Процент нетрезвых водителей (НТВ) от общего числа водителей, участвующих в дорожном движении, может быть получен, если известны 2 параметра: коэффициент опасности (α) нетрезвого состояния водителя, определяемый как отношение вероятности совершения ДТП нетрезвым водителем, к вероятности совершения ДТП трезвым водителем, и процент ДТП (γ) по вине нетрезвых водителей от общего числа ДТП по вине водителей для рассматриваемого города, области, республики, автотранспортного предприятия и т. д.

Коэффициент опасности определен на основании проведенных исследований. Значение $\alpha_{\min} = 7,5$ и $\alpha_{\max} = 20$.

Процент НТВ среди водителей, участвующих в дорожном движении,

$$\beta = \frac{\gamma}{\alpha + \frac{(\gamma - \alpha\gamma)}{100}}. \quad (114)$$

Значение β можно определить графическим методом с помощью диаграммы, приведенной на рис. 13.

Последовательность определения β сводится к следующему:

1. Определяется процент ДТП по вине НТВ (по отношению к общему числу ДТП по вине водителей).
2. Из точки на оси абсцисс, соответствующей этому значению, восстанавливается перпендикуляр.
3. Ординаты точек пересечения этого перпендикуляра с кривыми, соответствующими при $\alpha = 20$ и $\alpha = 7,5$, и дают максимальное и мини-

мальное значение процента β на соответствующем участке дороги, регионе и т. п.

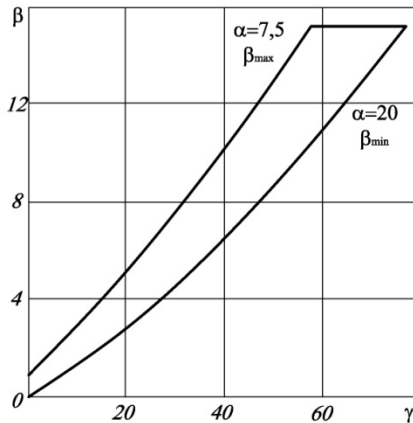


Рис. 13. Зависимость процента НТВ (β) на дороге от процента ДТП (γ) по вине НТВ

Для определения вероятности выявления НТВ необходимо дополнительно установить следующее:

- число водителей, участвующих в дорожном движении на конкретном участке автомобильной дороги или в регионе (m_b);
- среднее число выявленных в течение суток НТВ ($m_{\text{нв}}$). Общее число водителей, участвующих в дорожном движении на конкретном участке дороги

$$m_a = \frac{NL}{v}, \quad (115)$$

где N – интенсивность движения, авт./ч; L – длина участка, км; v – средняя скорость движения автомобилей, км/ч.

Вероятность выявления водителя, который провел за управлением автомобиля в нетрезвом состоянии некоторое время в течение суток

$$P = \frac{m_{\text{нв}}}{N\beta}. \quad (116)$$

При помощи данного метода можно определить: процент НТВ на дорогах по дням недели и часам суток, региону, автотранспортным предприятиям и др.

Такие ответы необходимы для решения многих задач, в частности:

- планирования работы дорожно-патрульной службы ГИБДД, служб безопасности движения, специализированных добровольных народных дружин по обеспечению безопасности дорожного движения;
- распределения ресурсов на различные мероприятия по повышению

безопасности дорожного движения;

- оценки эффективности мероприятий по предупреждению ДТП, совершаемых НТВ.

Для определения эффективности работы по выявлению НТВ служба, осуществляющая контроль за дорожным движением (дорожно-патрульная служба ГИБДД, службы линейного контроля автотранспортных объединений управления и т. п.), может вычислить коэффициент эффективности

$$\varphi = \frac{m}{\beta R}, \quad (117)$$

где R – общее число проверок состояния водителей.

Коэффициент эффективности контроля равен 1, если при проверке выявляются НТВ.

Если же НТВ при проверке не выявляются, то коэффициент эффективности проверок $\varphi < 1$, а если выявляется много НТВ, то $\varphi > 1$.

Вопросы для самопроверки:

1. Чему равен коэффициент эффективности проверок, если на линии выявлены НТВ?
2. Чему равен коэффициент эффективности проверок, если на линии не выявлено НТВ?
3. Для решения каких задач вычисляют вероятность выявления НТВ на дороге?

14. ОЦЕНКА ЗАТРАТ, СВЯЗАННЫХ С ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ДОРОЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Затраты (C_3) по эксплуатации оборудования (технических средств регулирования движением, автоматизированных систем управления дорожным движением и т. п.) в общем случае представляют собой сумму затрат (I_p) на выполнение текущего и профилактического ремонта, электроэнергии ($I_{эн}$), амортизационные отчисления (I_a), заработную плату обслуживающего персонала ($I_{зп}$): $C_3 = I_p + I_{эн} + I_a + I_{зп}$.

Затраты на текущий и профилактический ремонт I_p включают в себя заработную плату рабочих, стоимость ремонтных материалов и запасных частей. При отсутствии точных данных об объеме проводимых работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту оборудования величина этих затрат может быть принята в процентах от балансовой стоимости оборудования (технических средств) K_6 .

$$I_p = \frac{K_6 n_p}{100}, \quad (118)$$

где n_p – норма отчислений на текущий ремонт и содержание (5% для технических средств регулирования).

Затраты на электроэнергию

$$I_{эн} = C_{эн} k_m P T_{рб}, \quad (119)$$

где $C_{эн}$ – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии, р. (обычно 0,02 – 0,04 р.); k_m – коэффициент использования установленной мощности; P – установленная мощность токоприемника, кВт (для светового оборудования можно принимать равной суммарной мощности одновременно горящих ламп); $T_{рб}$ – число часов работы оборудования в течение года (определяется как произведение дней работы в году на число часов работы в сутки).

Амортизационные отчисления определяются в процентах от балансовой стоимости оборудования

$$I_a = \frac{K_6 n_a}{100}, \quad (120)$$

где n_a – норма амортизационных отчислений на полное восстановление и капитальный ремонт оборудования, % (для технических средств регулирования составляет 12%).

Заработная плата обслуживающего персонала оборудования (только для сложных систем управления дорожным движением, например ТСКУ-ЗМ, АСУДД)

$$И_{\text{зн}} = 12k_o \sum_{i=1}^n Ч_i З_i, \quad (121)$$

где k_o – коэффициент, учитывающий размер отчислений на социальное страхование; $Ч_i$ – численность персонала i -й категории, занятого обслуживанием системы (без учета разработчиков системы), чел.; $З_i$ – среднемесячная заработная плата работников i -й категории.

Затраты, связанные с эксплуатацией дороги и инженерных сооружений необходимо учитывать при введении в эксплуатацию подземных пешеходных переходов, транспортных развязок в разных уровнях, новых участков автомобильных дорог.

Годовые затраты на содержание, профилактические и капитальные ремонты подземных пешеходных переходов и транспортных развязок в разных уровнях можно определить в процентах от их балансовой стоимости (2,5–3%).

Годовые затраты на ремонты и содержание автомобильных дорог C_d определяют по действующим нормам в зависимости от протяженности отдельных участков, ширины проезжей части, типа покрытия и интенсивности движения:

$$C_d = \left[C_t + \frac{C_{\text{ср}}}{T_{\text{ср}}} + \frac{C_{\text{кр}}}{T_{\text{кр}}} \right] S, \quad (122)$$

где C_t , $C_{\text{ср}}$ и $C_{\text{кр}}$ – нормативные затраты соответственно на текущий ремонт и содержание, средний ремонт и капитальный ремонт, р/м²; $T_{\text{ср}}$, $T_{\text{кр}}$ – сроки соответственно между двумя средними и двумя капитальными ремонтами, лет (для дорог с асфальтобетонным покрытием I–III категории можно принимать $T_{\text{ср}} = 4 - 8$ лет; $T_{\text{кр}} = 15 - 20$ лет); S – площадь дорожных покрытий, м².

Для расчетов экономической эффективности величину дорожно-эксплуатационных затрат можно рассчитывать в процентах от стоимости строительства дороги на основе данных, приведенных в табл. 27.

Повышенный износ проезжей части происходит, как правило, в зонах торможения транспортных средств (на перекрестках, остановках общественного транспорта и т. п.). На перекрестках по обеим сторонам стоп-линий повышенный износ проезжей части достигает 70–80 м.

Стоимость содержания проезжей части в данных зонах в 4–5 раз дороже средней стоимости содержания проезжей части на перегонах, где отсутствуют зоны вынужденного торможения и остановок транспортных средств.

Таблица 27.

Категория дороги	Покрытие дороги	Стоимость одного ремонта (в %) к стоимости строительства дороги		Ежегодные затраты на текущий ремонт и содержание к стоимости строительства
		капитального	среднего	
I	Цементобетонное	33,0	3,5	0,30
	Асфальтобетонное	40,0	4,0	0,50
II	Цементобетонное	34,0	4,0	0,32
	Асфальтобетонное	42,0	5,0	0,55
III	Асфальтобетонное	43,0	7,0	0,72
	Черное щебеночное с поверхностной обработкой	49,0	8,0	0,98
	Гравийное, обработанное битумом	50,0	8,5	1,92
IV	Щебеночное с двойной поверхностной обработкой	53,0	9,0	1,59

Вопросы для самопроверки:

1. Заработная плата обслуживающего персонала учитывается при расчете затрат на содержание только...
2. Максимальный износ дорожного покрытия наблюдается...
3. Стоимость содержания городских дорог и улиц наибольшая...

15. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

15.1. Общие положения при назначении мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации ДТП

Термины и определения:

- расчетный период - минимальный период времени (в годах), соответствующий совокупности данных о ДТП, позволяющей получать статистически достоверные оценки показателей аварийности (обычно 3-5 лет);
- километровой участок дороги - участок дороги между двумя смежными указателями километров на дороге (в общем случае длина участка не равна 1000 м);
- плотность ДТП на участке дороги - среднее число ДТП в год на 1 км рассматриваемого участка дороги;
- критический показатель аварийности на участке дороги - предельное значение показателя аварийности, превышение которого свидетельствует о существенном отклонении уровня аварийности от среднестатистического значения, полученного для дорог рассматриваемого типа с учетом интенсивности движения транспортных потоков;
- участок концентрации ДТП - участок автомобильной дороги, характеризующийся уровнем аварийности, показатели которого превышают установленные критические значения;
- выявление участка концентрации ДТП - определение местонахождения (адрес начала и конца) участка концентрации ДТП и его характеристик (степени опасности, стабильности и т.п.);
- уровень обеспечения безопасности дорожного движения – качественная характеристика степени соответствия показателей технического уровня, эксплуатационного состояния и уровня содержания автомобильных дорог и дорожных сооружений нормам, установленным исходя из требований обеспечения безопасности движения;
- автомобильная магистраль - автомобильная дорога I-а категории (по СНиП 2.05.02-85).

Сопутствующие дорожные факторы:

К числу основных групп дорожных факторов, способствующих возникновению участков концентрации ДТП, относят следующие:

- наличие дефектов эксплуатационного состояния покрытия проезжей части и обочин, технических средств организации дорожного движения и инженерного оборудования дорог, снижающих безопасность

дорожного движения;

- сложные сочетания геометрических элементов трассы, не обеспечивающие равномерный режим движения транспортных средств;
- недостаточное по сравнению с нормами расстояние видимости проезжей части и встречных автомобилей на кривых в плане и в продольном профиле;
- нарушение зрительной плавности трассы и ясности дальнейшего направления дороги;
- неудовлетворительный уровень содержания дорог;
- разделение, слияние и пересечение транспортных потоков на пересечениях и примыканиях дорог, на которых планировка и схемы организации движения не отвечают установленным требованиям;
- несоответствие параметров геометрических элементов трассы дороги состоянию покрытия и придорожной обстановке, способствующее значительному превышению безопасной скорости движения;
- отсутствие оборудованных пешеходных переходов в необходимых местах, способствующее неожиданному появлению пешеходов на проезжей части;
- отсутствие или дефекты инженерного оборудования на эксплуатируемых железнодорожных переездах, а также несоблюдение нормативных требований к расстоянию видимости приближающихся поездов;
- иные неблагоприятные факторы дорожных условий, способствующие возникновению ДТП, перечень которых представлен в "Правилах учета и анализа дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации".

Указанные факторы могут приводить к возникновению участков концентрации ДТП вследствие отклонения показателей технического уровня, эксплуатационного состояния и уровня содержания дорог и дорожных сооружений от нормативных значений, допускаемых по условиям безопасности движения, особенно если воздействие этих факторов имеет длительный характер.

Основные этапы выявления мест концентрации ДТП:

Для выявления участков концентрации ДТП на дорогах общего пользования применяются статистические методы, основанные на анализе распределения фактических данных о ДТП на рассматриваемой дорожной сети. Участки дорог, на которых относительные показатели аварийности за определенный период времени превышают установленный критический уровень, классифицируются как участки концентрации ДТП. Областью применения указанных методов являются дороги общего пользования, находящиеся в эксплуатации, на которых, в соответствии с действующими нормами, выполняется учет ДТП. Данные методы эф-

фективны при наличии достоверной информации о ДТП за период не менее 3-х лет, а также налаженной системы учета интенсивности дорожного движения.

Назначение мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на участках концентрации ДТП включает следующие последовательные этапы:

- выявление участков концентрации ДТП и оценку степени их опасности по условиям движения;
- диагностику участков концентрации ДТП и определение причин, способствующих их возникновению с оценкой роли дорожных условий;
- планирование мероприятий по повышению безопасности дорожного движения;
- назначение мероприятий, направленных на устранение неблагоприятных дорожных факторов в целях повышения безопасности движения на участках концентрации ДТП;
- оценку эффективности планируемых мероприятий с учетом расчетного снижения числа ДТП в результате их реализации и затрат на проведение мероприятий с целью назначения оптимального комплекса дорожных работ исходя из технико-экономических расчетов;
- реализацию мероприятий по повышению безопасности дорожного движения с последующей оценкой их фактической эффективности.

Базовые значения коэффициентов относительной аварийности:

Для инженерных расчетов в качестве базовых использованы следующие средние значения коэффициентов относительной аварийности (число ДТП на 1 млн. авт.-км.), установленные для дорог общего пользования Российской Федерации:

автомобильные магистрали	0,20;
многополосные дороги с разделительной полосой	0,25;
многополосные дороги без разделительной полосы	0,29;
двухполосные дороги	0,42.

Значение коэффициента относительной аварийности в эталонных дорожных условиях (прямой горизонтальный участок с шириной проезжей части 7,5 м, шириной обочин – 3,75 м, чистое, сухое и ровное покрытие, движение в светлое время суток при уровне загрузки движением в пределах нормативных значений) установлено равным 0,08 ДТП на 1 млн. авт.-км. При этом учитываются только ДТП с пострадавшими.

15.2. Методы выявления участков концентрации дорожно-транспортных происшествий

Участки концентрации ДТП выявляют на основе метода последовательных приближений, обеспечивающего наиболее высокую точность определения таких участков при наличии полной (с точностью до метров) информации о местоположении ДТП и сведений о среднегодовой суточной интенсивности движения. Учитывая, что рассматриваемый метод требует большого объема вычислений, для его применения рекомендуется использовать специальные компьютерные программы.

Для выполнения инженерных расчетов по выявлению участков концентрации ДТП необходимы следующие исходные данные:

- сведения об адресах ДТП, повлекших гибель или ранения людей, совершенных за расчетный период;
- сведения о среднегодовой суточной интенсивности движения за расчетный период;
- данные о фактическом расстоянии между стойками указателей километров на дороге.

Участки концентрации ДТП выявляют на основе следующих стандартных показателей аварийности:

- абсолютного количества ДТП, совершенных на рассматриваемом участке дороги за расчетный период;
- коэффициента относительной аварийности (количества ДТП, приходящегося на 1 млн. авт.-км), вычисляемого по формуле

$$Z = \frac{n \times 10^6}{N \times L \times m \times 365}, \quad (123)$$

где n – количество ДТП на участке дороги за расчетный период; N – среднегодовая суточная интенсивность движения, авт./сут; L – длина рассматриваемого участка, км; m – число лет в расчетном периоде (для дорог I-III категории - 3 года, IV-V категории - 5 лет).

Таблица 28.

Интенсивность движения, авт./сут	Минимальное количество ДТП за три года на участках их концентрации при длине участка, м				
	до 200	200-400	400-600	600-800	800-1200
3000-7000	3	3	3	4	4
7000-11000	3	3	4	4	5
11000-13000	3	3	4	5	5
13000-15000	3	4	4	5	6
15000-17000	3	4	5	5	6
17000-20000	4	4	5	6	7
Свыше 20000	4	4	6	6	8

При среднегодовой суточной интенсивности движения свыше 3000 авт./сут к участкам концентрации ДТП относят участки дорог, на которых абсолютное число ДТП за расчетный период не менее значений, приведенных в табл. 28, а коэффициент относительной аварийности - не менее 0,3.

Местоположение участков концентрации ДТП устанавливают следующим образом:

1) От адреса произвольно выбранного (например, первого от начала дороги) ДТП последовательно откладывают расстояния («шаблон») от больших значений до меньших в пределах диапазонов их изменения, указанных в табл. 28. Для каждого получаемого таким образом отрезка дороги устанавливается за расчетный период абсолютное число ДТП и рассчитывается значение коэффициента относительной аварийности по формуле (123). На основе результатов этих расчетов выявляют отрезок дороги наименьшей длины (из рассмотренных), на котором имеется концентрация ДТП. Протяженность участка концентрации ДТП принимается равной расстоянию от первого до последнего ДТП на рассматриваемом отрезке дороги.

2) От адреса следующего на дороге ДТП откладывают расстояния той же величины, и для каждого получаемого отрезка дороги проводятся аналогичные расчеты. На основе результатов этих расчетов на рассматриваемых участках дороги либо выявляют концентрацию ДТП, либо устанавливают ее отсутствие.

3) Последовательно переходя от одного адреса ДТП к другому, продолжают осуществлять вышеперечисленные действия. Расчет завершают, когда будет достигнут адрес последнего на рассматриваемом участке дороги ДТП

4) Если местоположение смежных участков концентрации ДТП имеет совпадающие зоны, то их следует рассматривать в качестве единого участка концентрации ДТП.

При необходимости выявления участков концентрации ДТП на отдельных элементах (характерных участках) дорог с однородными условиями движения (кривые в плане, подъемы и спуски, зоны пересечений, ж/д переезды, населенные пункты и т.п.) определяют общее число ДТП на указанных участках (с учетом зон их влияния), и рассчитывают коэффициенты относительной аварийности. При этом в качестве критических значений показателей, позволяющих выявить участок концентрации ДТП (табл. 28), используют значения, соответствующие протяженности рассматриваемого элемента (характерного участка) дороги.

Протяженность зон влияния отдельных элементов дорог принимают в соответствии с табл. 29.

Таблица 29.

Элементы дороги	Зона влияния
Подъемы и спуски	100м за вершиной подъема, 150м после подошвы спуска
Пересечения в одном уровне	в каждую сторону по 50 м
Кривые в плане с обеспеченной видимостью при $R > 400\text{м}$	в каждую сторону по 50 м
Кривые в плане с необеспеченной видимостью при $R < 400\text{м}$	в каждую сторону по 100 м
Мосты и путепроводы	в каждую сторону по 75 м
Участки в местах влияния боковых препятствий и с глубокими обрывами у дороги	в каждую сторону по 50 м
Участки подходов к тоннелям	в каждую сторону по 150 м

При необходимости выявления участков концентрации ДТП на дорогах с интенсивностью движения свыше 3000 авт./сут в условиях отсутствия полных данных о местоположении ДТП (отсутствует метровая привязка) допускается применять упрощенный метод, являющийся частным случаем метода последовательных приближений.

В рассматриваемом случае выявление участков концентрации ДТП заключается в определении количества ДТП, расчете коэффициента относительной аварийности на последовательно расположенных километровых участках и сравнении их с соответствующими критическими значениями, указанными в табл. 28.

Если на рассматриваемом участке концентрации ДТП расстояние между километровыми указателями превышает 1200 м (например, в случае отсутствия километровых указателей), то вычисляют удельное число ДТП на длине, кратной общей длине рассматриваемого участка, по формуле

$$n_l = \frac{n_L \times l}{L}, \quad (124)$$

где n_l – число ДТП на участке длиной l , шт.; n_L – абсолютное число ДТП на рассматриваемом участке, шт.; L – длина рассматриваемого участка, км; l – длина участка (наибольшая из приведенных в табл. 28), кратная длине L , км.

Коэффициент относительной аварийности вычисляется по формуле (123) на всю длину рассматриваемого участка протяженностью L м.

Для выявления участков концентрации на дорогах с интенсивностью движения менее 3000 авт./сут используются критические показатели аварийности, представленные в табл. 30.

К участкам концентрации ДТП относятся участки дорог, на которых

фактическая плотность ДТП (среднее число ДТП в год на 1 км) не менее значений, указанных в табл. 30, при данной среднегодовой суточной интенсивности движения.

Таблица 30.

Интенсивность движения, авт./сут	Минимальная плотность ДТП на участках их концентрации, шт. в год/1 км	
	вне населенных пунктов	в пределах населенных пунктов
Менее 1000	0,28	0,38
1000-1200	0,29	0,42
1200-1400	0,30	0,53
1400-1600	0,32	0,60
1600-1800	0,34	0,64
1800-2000	0,36	0,72
2000-2200	0,39	0,85
2200-2400	0,43	0,90
2400-2600	0,46	0,94
2600-2800	0,50	1,00
2800-3000	0,54	1,20
3000-3200	0,60	1,25

Примечание: километровые участки с одним ДТП, совершенным за расчетный период, не являются участками концентрации ДТП.

Местоположение участков концентрации ДТП в рассматриваемых условиях устанавливают следующим образом:

- Последовательно рассматривают километровые участки дорог. Выявляют участки с двумя и более ДТП (каждый из выявленных участков может состоять из нескольких километровых участков), имеющие смежные километровые участки, на которых в течение расчетного периода не было зафиксировано ни одного ДТП. Если в состав какого-либо из выявленных участков попали участки, расположенные как в населенном пункте, так и вне его пределов, то в дальнейших расчетах они рассматриваются отдельно друг от друга.

- Для всех выявленных участков вычисляют фактическую плотность ДТП по формуле

$$\gamma = \frac{n_i}{3 \times l_i}, \quad (125)$$

где n_i – число ДТП, совершенных на i -ом рассматриваемом участке в течение расчетного периода, шт.; l_i – протяженность i -ого рассматриваемого участка дороги, км.

- Если на каком-либо участке фактическая плотность ДТП при данной среднегодовой суточной интенсивности движения превышает зна-

чения, указанные в табл. 30, то его относят к категории участков концентрации ДТП.

- На каждом последующем этапе из числа выявленных участков, состоящих из нескольких (более одного) километровых участков, последовательно исключают из дальнейших расчетов крайние километровые участки с наименьшим числом ДТП. В случае, если на крайних километровых участках зафиксировано равное число ДТП, то из дальнейшего рассмотрения исключается тот из них, который имеет наибольшую протяженность. Если на крайнем километровом участке, исключаемом из расчета, зафиксировано более одного ДТП, то он также должен быть проверен на наличие концентрации ДТП. После исключения из состава рассматриваемых участков крайних километровых участков для них повторяются те же расчеты по вычисленной фактической плотности ДТП.

Расчет ведется до тех пор, пока последний из рассматриваемых участков не будет сведен до километрового участка.

При отсутствии сведений о фактической интенсивности движения (например, на территориальных дорогах) на период до получения таких сведений временно допускается применять метод выявления участков концентрации ДТП, основанный на использовании следующей исходной информации:

- сведения об адресах ДТП (достаточна точность привязки к указателям километров на дороге), повлекших гибель или ранения людей, совершенных за расчетный период;
- данные о фактических расстояниях между километровыми столбами на рассматриваемых дорогах.

В этом случае к участкам концентрации ДТП относят участки дорог, на которых абсолютное число ДТП за расчетный период не менее значений, указанных в табл. 31 при данной фактической плотности ДТП.

Таблица 31.

Плотность ДТП, шт. в год/1 км	Минимальное количество ДТП за три года на участках их концентрации при длине участка, м		
	≤ 1000	1000 - 2000	2000 - 3000
Менее 0,20	3	4	4
0,20-0,24	3	4	5
0,24-0,28	3	4	5
0,28-0,32	4	4	5
0,32-0,44	4	5	5
0,44-0,52	4	5	6

Для повышения точности определения участков с повышенным уровнем аварийности на территориальных дорогах со схожими техниче-

скими и транспортно-эксплуатационными характеристиками среднее число ДТП в год на 1 км необходимо вычислять по как можно большей статистической выборке данных о ДТП, совершенных на выделенной группе дорог, что повышает надежность определения среднестатистического допустимого уровня аварийности на дорогах с однородными условиями движения.

Местоположение участков концентрации ДТП при использовании данного метода устанавливается следующим образом:

- Определяют перечень дорог, на которых должны быть выявлены участки концентрации ДТП. Выбранные дороги объединяют в группы с однородными условиями движения по какой-либо значимой характеристике, например, по категории, типу покрытия проезжей части.

- Для каждой группы дорог вычисляется среднее число ДТП в год на 1 км по следующей формуле:

$$n = \frac{\sum n}{3 \times L}, \quad (126)$$

где $\sum n$ – число ДТП, совершенных на рассматриваемой группе дорог в течение расчетного периода, шт.; L – общая протяженность дорог данной группы, км.

- Максимальную возможную длину участков концентрации ДТП принимают равной 3,0 км. Устанавливают участки, протяженность которых менее этой длины, а абсолютное число ДТП, совершенных на них за расчетный период, превышает значения, указанные в колонке 4 табл. 31 для данной плотности ДТП. Затем максимальную длину проверяемых участков дорог уменьшают до 2,0 км. Аналогичным способом с использованием значений, приведенных в табл. 31 (колонка 3), выявляют участки концентрации ДТП, протяженность которых составляет от 1,0 до 2,0 км, и переходят к рассмотрению участков, длина которых не превышает 1,0 км.

15.3. Классификация участков концентрации дорожно-транспортных происшествий

Для прогнозирования характера изменения аварийности и оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности движения на участках концентрации ДТП их подразделяют на три типа в зависимости от стабильности наблюдаемого уровня аварийности:

- прогрессирующие участки концентрации ДТП, на которых за последний год имеется существенный (статистически значимый) рост числа ДТП по сравнению со средним наблюдавшимся уровнем аварийности;

- стабильные участки концентрации ДТП, на которых распределение числа совершенных ДТП по годам свидетельствует о постоянстве наблюдаемого уровня аварийности;

- регрессирующие («затухающие») участки концентрации ДТП, на которых статистически значимое уменьшение числа совершенных ДТП свидетельствует о снижении наблюдавшегося уровня аварийности. Количественные критерии отнесения участков концентрации ДТП к указанным типам приведены в табл. 32.

Таблица 32.

Тип участка концентрации ДТП	Число ДТП за последний год при среднем числе ДТП за предшествующий расчетный период (не менее трех лет), шт						
	1-1,2	1,2-1,5	1,5-2,2	2,2-2,85	2,85-3,2	3,2-3,5	>3,5
Регрессирующий	0	1	1	≤2	≤2	≤3	≤3
Стабильный	1-2	2	2-3	3-4	3-5	4-5	4-6
Прогрессирующий	≥3	≥3	≥4	≥5	≥6	≥6	≥7

В зависимости от величины коэффициента относительной аварийности участки концентрации ДТП по степени опасности следует подразделять на малоопасные, опасные и очень опасные. Количественные критерии оценки участков по степени опасности представлены в табл. 33.

Таблица 33.

Степень опасности участка концентрации ДТП	Граничные значения коэффициента относительной аварийности (число ДТП на 1 млн.авт-км) по типам автомобильных дорог			
	автомобильные магистрали	многополосные дороги с раздельной полосой	многополосные дороги без раздельной полосы	двухполосные дороги
Малоопасный	0,17 – 0,36	0,18 – 0,44	0,19 – 0,52	0,20 – 0,70
	0,18 – 0,70	0,19 – 0,90	0,20 – 1,90	0,40 – 2,00
Опасный	0,36 – 0,65	0,44 – 0,80	0,52 – 0,98	0,70 – 1,30
	0,70 – 2,60	0,90 – 3,00	1,90 – 4,30	2,00 – 4,40
Очень опасный	Более 0,65	Более 0,80	Более 0,98	Более 1,30
	Более 2,60	Более 3,00	Более 4,30	Более 4,40

Примечание: в числителе - при осреднении по километровым участкам; в знаменателе - при осреднении по характерным элементам.

Значения, приведенные в числителе табл. 33, следует использовать для оценки степени опасности участков концентрации ДТП при разбивке рассматриваемой дорожной сети на километровые участки с последующим расчетом коэффициента относительной аварийности.

При оценке степени опасности характерных участков и элементов дорог (пересечения и примыкания, населенные пункты, кривые в плане и т.п.) используют значения, приведенные в знаменателе табл. 33.

При планировании мероприятий по повышению безопасности движения на выявленных участках концентрации ДТП с учетом приоритетности следует учитывать как стабильность уровня аварийности на участках концентрации ДТП, так и степень их опасности. Наиболее высокой приоритетностью с позиции включения в программу повышения безопасности движения на участках концентрации ДТП обладают прогрессирующие и стабильные участки концентрации ДТП, характеризующиеся одновременно высокой степенью опасности.

15.4. Диагностика участков концентрации дорожно-транспортных происшествий

Диагностику участков концентрации ДТП выполняют в целях выявления неблагоприятных дорожных условий и оценки степени их влияния на формирование аварийности для последующего назначения мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.

Повышению вероятности появления участков концентрации ДТП способствуют такие характеристики технического уровня, эксплуатационного состояния и уровня содержания дорог, которые не соответствуют нормативным требованиям по условиям безопасности движения, а также неблагоприятное сочетание дорожных условий на смежных участках.

К основным группам показателей, способствующим формированию аварийности в местах концентрации ДТП вследствие их возможного отклонения от нормативных требований, следует отнести:

группа I - параметры и характеристики, длительное время не меняющиеся (меняются в основном при реконструкции) - параметры геометрических элементов дороги и ее инженерных сооружений (показатели технического уровня дороги);

группа II - параметры, меняющиеся под воздействием транспортных нагрузок (меняются в основном при ремонте и содержании дорог) - транспортно-эксплуатационные качества дорог (показатели эксплуатационного состояния);

группа III - переменные характеристики, зависящие от уровня содержания дорог. Нормативные требования к указанным группам показателей регламентированы СНиП 2.05.02-85, ГОСТ Р 50597-93 и «Временным руководством по оценке уровня содержания автомобильных дорог» (ФДС России, 1997 г.).

Диагностику участков концентрации ДТП выполняют на основе со-

вместного анализа аварийности и оценки состояния дорожных условий. Анализ аварийности основывается на результатах учета ДТП, осуществляемого в соответствии с «Правилами учета и анализа дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации». Оценка состояния дорожных условий выполняется в соответствии с «Правилами диагностики и оценки состояния автомобильных дорог» (ВСН 6-90).

Для оценки роли дорожных факторов в возникновении участков концентрации ДТП требуется:

- выполнить оценку технического уровня и эксплуатационного состояния рассматриваемых участков дорог и смежных с ними с использованием информации, имеющейся в автоматизированном банке дорожных данных, паспортов автомобильных дорог, результатов инвентаризации, иной технической документации;
- провести анализ ведомостей и актов проверки уровня содержания рассматриваемых участков дорог;
- выполнить анализ ДТП на участках их концентрации.

При отсутствии или неполноте исходных данных в установленном порядке должны быть выполнены дополнительные специальные работы по диагностике, оценке эксплуатационного состояния и уровня содержания участков концентрации ДТП.

Высокая степень вероятности того, что именно дорожные факторы способствуют возникновению участков концентрации ДТП, определяется следующими условиями:

- уровень аварийности в течение продолжительного периода (3-5 лет) имеет стабильный или прогрессирующий характер (см. табл. 32);
- выявлены дефекты и несоответствия нормативным требованиям элементов параметров дорог;
- среди совершенных за расчетный период ДТП имеются те, в которых дорожные условия (по данным ГИБДД) отмечены как условия способствующие их возникновению;
- выявлена повторяемость отдельных видов ДТП, причин и условий их возникновения.

Для выявления дорожных условий, способствовавших возникновению участков концентрации ДТП, на основе анализа аварийности используют: сведения о видах, причинах и условиях, приведших к ДТП; характерные схемы ДТП; распределение аварийности по часам суток, дням недели и периодам года.

Определение причин, способствующих возникновению участков концентрации ДТП, выполняется на основе анализа причин и видов ДТП, зарегистрированных органами ГИБДД на каждом рассматриваемом участке, их распределения по сезонам года и времени суток, состоя-

ния дорожных условий, отмеченных в учетных карточках ДТП. В результате устанавливают группы ДТП с характерными причинами, имеющие наиболее высокую вероятность возникновения, и назначают возможные варианты мероприятий, направленных на снижение наблюдаемой аварийности. В случае, если объем выборки данных о ДТП на рассматриваемом участке концентрации ДТП недостаточен для выполнения статистического анализа, выбор мероприятий может быть основан на анализе аварийности одновременно на нескольких участках концентрации ДТП, имеющих схожие показатели эксплуатационного состояния дороги и интенсивность движения транспортных потоков и расположенных на тех же характерных элементах и участках дороги (пересечения и примыкания, населенные пункты, подъемы, кривые в плане и т.п.).

Стабильность аварийности на участке концентрации ДТП, когда ежегодное число возникающих на нем происшествий отличается не более чем на одно–два, указывает на наличие постоянно действующих факторов, к которым принадлежат прежде всего параметры геометрических элементов дорог на самом участке концентрации ДТП, а также неблагоприятное их сочетание с параметрами геометрических элементов на смежных участках.

Нестабильность аварийности может свидетельствовать о влиянии переменных факторов, отнесенных к группам II и III. При ежегодном росте аварийности на участке, когда интенсивность движения существенно не изменяется, наиболее вероятно, помимо параметров геометрических элементов, влияние II и III групп факторов, связанных с постепенным ухудшением состояния покрытия, проезжей части и обочин или со снижением уровня их содержания.

Особое внимание следует уделять анализу тех ДТП на участках их концентрации, в которых состояние элементов дороги зарегистрировано ГИБДД, в качестве условий, способствующих возникновению происшествий. Указанные дорожные условия необходимо рассматривать в качестве одной из основных причин формирования участков концентрации ДТП. Полный перечень таких неблагоприятных дорожных условий, способствующих возникновению ДТП приведен в «Правилах учета и анализа дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации».

При выявлении причин концентрации ДТП необходимо учитывать сезонные изменения аварийности. В зимнее время основной причиной может являться нарушение сроков ликвидации скользкости и снегоуборки или неудовлетворительное качество выполнения указанных работ. Гололед на проезжей части является фактором, способствующим возникновению ДТП всех видов.

Увеличение числа столкновений транспортных средств зимой может быть связано также с образованием узких мест из-за скопления снега в

зоне кривых в плане малого радиуса, на обочинах. Одной из причин наездов на пешеходов служит занос тротуаров снегом в населенных пунктах, что вынуждает пешеходов идти по проезжей части.

Неудовлетворительное зимнее содержание может служить фактором, способствующим возникновению участка концентрации ДТП, в следующих случаях:

- если в учетных карточках ДТП ежегодно в зимний период регистрируется наличие гололеда, снежных отложений, скользкости покрытия, неудовлетворительного состояния тротуаров (при ДТП, связанных с наездами на пешеходов) в качестве условий, способствовавших ДТП;
- при количестве совершенных в зимний период ДТП, превышающем 30% от общего их числа на участке концентрации.

Определение характерных видов ДТП на участках их концентрации следует рассматривать в качестве информации, способствующей установлению роли дорожных условий в формировании таких участков. В табл. 34 приведены характерные неблагоприятные условия, способствующие возникновению отдельных видов ДТП.

Таблица 34.

№ п/п	Вид ДТП	Неблагоприятные дорожные условия, способствующие возникновению ДТП данного вида
1	2	3
1.	Столкновения	несоответствие ширины проезжей части, радиуса кривой в плане, расстояния видимости нормам для дорог рассматриваемой категории; уровень загрузки дороги движением превышает оптимальное значение; отсутствие разделительной полосы (или барьерных ограждений на разделительной полосе на многополосных дорогах); несоответствие типа пересечений и примыканий интенсивности движения транспортных потоков; отсутствие переходно-скоростных полос на въездах и съездах
2.	Опрокидывания	отсутствие или несоответствие поперечного уклона виража на кривых в плане нормам на проектирование; радиус кривой в плане и величина уширения не соответствуют нормам для дорог данной категории; отсутствие ограждений в необходимых местах; неудовлетворительное состояние и отсутствие укрепления обочин; отсутствие твердого покрытия на примыкающих дорогах

Продолжение табл. 34.

1	2	3
3.	Наезды на препятствия	близкое расположение к кромке проезжей части деревьев, неогражденных опор светильников и иных препятствий; неудовлетворительное состояние обочин
4.	Наезды на стоящий транспорт	несоответствие ширины обочин остановочных полос, расстояния видимости нормам для дорог данной категории; отсутствие площадок отдыха; необорудованные стоянки у объектов дорожного сервиса
5	Наезды на пешеходов	отсутствие оборудованных пешеходных переходов в необходимых местах; отсутствие или неудовлетворительное состояние тротуаров и пешеходных дорожек в населенных пунктах; несоответствие расстояния видимости нормам для дорог данной категории; отсутствие в необходимых местах или неудовлетворительное содержание автобусных остановок

Неудовлетворительные ровность и сцепные качества проезжей части, отсутствие или неудовлетворительное состояние дорожных знаков и разметки способствуют возникновению ДТП всех видов.

В результате анализа аварийности должен быть установлен предварительный перечень показателей состояния дорожных условий, способствующих возникновению участков концентрации ДТП, который следует учитывать при детальной оценке дорожных условий на основе диагностики дороги.

Выявление условий возникновения участков концентрации ДТП на основе диагностики фактических показателей их технического уровня эксплуатационного состояния и уровня содержания содержит основные этапы:

- установление перечня неблагоприятных дорожных условий, которые могли способствовать формированию таких участков;
- оценку степени влияния дорожных условий на возникновение участка концентрации ДТП.

Перечень неблагоприятных дорожных условий устанавливают путем сопоставления показателей, состояния дороги на участке концентрации ДТП, полученных при его обследовании, с нормативными значениями по условиям безопасности движения. В перечне необходимо учитывать и те дорожные условия, влияние которых на возникновение ДТП установлено на основе анализа аварийности.

Степень влияния выявленных неудовлетворительных дорожных условий оценивают с учетом отклонения их показателей от нормативных

значений непосредственно на участке концентрации ДТП, а также характера сочетания показателей технического уровня, эксплуатационного состояния и уровня содержания дороги на таком участке дороги и смежных с ним.

В зависимости от степени соответствия показателей технического уровня, эксплуатационного состояния и уровня содержания дорог нормативным требованиям уровень обеспечения безопасности дорожного движения может быть охарактеризован как высокий, средний, предельный и критический (табл. 35).

Таблица 35.

Уровень обеспечения безопасности дорожного движения	Характеристика уровня обеспечения безопасности дорожного движения
Высокий	Показатели технического уровня (группа I) эксплуатационного состояния дорог и дорожных сооружений (группа II) соответствуют нормам на проектирование дорог и существенно превышают нормативные значения, допустимые по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Уровень содержания дорог (группа III) - высокий.
Средний	Показатели эксплуатационного состояния дорог и дорожных сооружений (группа II) превышают нормативные значения, допустимые по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Уровень содержания дорог (группа III) - средний. Отдельные показатели технического уровня (группа I) имеют незначительные отклонения от норм на проектирование дорог (значения итогового коэффициента аварийности соответствуют среднему уровню - табл. 36).
Предельный	Уровень содержания дорог (группа III) - допустимый (соблюдены требования ГОСТ Р 50597-93). Отдельные показатели технического уровня (группа I) и эксплуатационного состояния (группа II) близки к предельным нормам, установленным по условиям безопасности движения (табл. 36, 37).
Критический	Показатели технического уровня (группа I) в соответствии с их комплексной оценкой по условиям безопасности движения ниже предельных значений (табл. 36). Показатели эксплуатационного состояния (группа II) и уровень содержания дорог (группа III) не отвечают требованиям ГОСТ Р 50597-93 (табл. 37).

Состояние параметров геометрических элементов дорог, отнесенных к I группе, оценивают комплексно по степени воздействия на условия движения с учетом совместного влияния на уровень обеспечения безопасности дорожного движения. Для этих целей используют метод итого-

вого коэффициента аварийности ($K_{\text{ит}}$), расчет которого выполняют в соответствии с "Указаниями по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах" (ВСН 25-86). В табл. 36 представлены значения ($K_{\text{ит}}$), соответствующие различному уровню обеспечения безопасности дорожного движения в зависимости от типа автомобильных дорог.

Таблица 36.

Уровень обеспечения безопасности дорожного движения	Значения итогового коэффициента аварийности по типам автомобильных дорог			
	Автомобильные магистрали	Многополосные дороги с раздельной полосой	Многополосные дороги без раздельной полосы	Двухполосные дороги
Высокий	Менее 5	$\frac{\text{Менее } 5}{\text{Менее } 15}$	$\frac{\text{Менее } 7}{\text{Менее } 25}$	$\frac{\text{Менее } 8}{\text{Менее } 30}$
Средний	5-7	$\frac{5-8}{15-20}$	$\frac{7-12}{25-30}$	$\frac{8-15}{30-37}$
Предельный	7-9	$\frac{8-10}{20-25}$	$\frac{12-17}{30-35}$	$\frac{15-22}{37-40}$
Критический	Более 9	$\frac{\text{Более } 10}{\text{Более } 25}$	$\frac{\text{Более } 17}{\text{Более } 35}$	$\frac{\text{Более } 22}{\text{Более } 40}$

Примечание: в числителе - для условий равнинного рельефа местности; в знаменателе - для условий холмистого рельефа местности.

Для определения очередности назначения мероприятий по повышению безопасности дорожного движения с учетом приоритетности влияния неблагоприятных дорожных условий на возникновение участка концентрации ДТП следует использовать данные табл. 37.

Таблица 37.

№ п/п	Приоритет показателей состояния дороги по степени их влияния на образование участка концентрации ДТП	Характеристика приоритета
1	2	3
1.	I	Отдельные показатели технического уровня, эксплуатационного состояния и содержания соответствуют низкому уровню обеспечения безопасности дорожного движения на самом участке концентрации ДТП и (или) по условиям сочетания с показателями на смежных участках. Условия возникновения ДТП взаимосвязаны с неблагоприятными дорожными условиями

Продолжение табл.37.

1	2	3
2.	II	Отдельные показатели технического уровня, эксплуатационного состояния и содержания соответствуют предельному уровню обеспечения безопасности дорожного движения на самом участке концентрации ДТП и (или) по условиям сочетания с показателями на смежных участках. Условия возникновения ДТП взаимосвязаны с неблагоприятными дорожными условиями
3.	III	То же, что в п.2, за исключением взаимосвязи условий возникновения ДТП с неблагоприятными дорожными условиями
4.	IV	То же, что в п.1, за исключением наличия неблагоприятных показателей состояния дороги непосредственно на участке концентрации ДТП
5.	0	Показатели технического уровня, эксплуатационного состояния и содержания соответствуют высокому и среднему уровню обеспечения безопасности дорожного движения на самом участке концентрации ДТП и по условиям сочетания с показателями на смежных участках. Возникновение участка концентрации ДТП не связано с дорожными условиями

15.5. Оценка эффективности мероприятий по повышению безопасности движения на участках концентрации ДТП

Оценка влияния мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на снижение числа дорожно-транспортных происшествий.

Оценка влияния мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на сокращение аварийности на участках концентрации ДТП выполняется на основе сопоставления наблюдаемого уровня аварийности до выполнения соответствующих дорожных работ с уровнем аварийности после их проведения. Прогнозируемое снижение уровня аварийности после реализации планируемых мероприятий устанавливается расчетным путем с использованием результатов ранее выполненных натурных наблюдений за изменением числа ДТП в результате выполнения дорожных работ, направленных на улучшение условий движения.

В качестве исходного показателя, характеризующего ожидаемое изменение состояния аварийности в результате проведения мероприятий, используется средняя вероятность снижения количества ДТП на рассматриваемом участке дороги (P_m) выраженная в долях единицы. В табл. 38 приведены значения указанного показателя для различных мероприя-

тий по повышению безопасности дорожного движения.

При оценке вероятности снижения уровня аварийности в результате проведения дорожных работ на участках концентрации ДТП необходимо учитывать протяженность участков, на которую распространяется мероприятие. Если протяженность участка дорожных работ меньше длины участка концентрации ДТП, то вероятность снижения аварийности определяется по формуле

$$P = P_m \times \frac{L_i}{L}, \quad (127)$$

где L_i – протяженность участка реализации мероприятия с зонами влияния, км; L – протяженность участка концентрации ДТП, км; P_m – средняя вероятность снижения числа ДТП (по данным табл. 38).

Таблица 38.

№ п/п	Мероприятия по повышению безопасности движения по элементам и характерным участкам дорог	Вероятность снижения числа ДТП в долях единицы	
		общего числа ДТП	ДТП с пострадавшими
1	2	3	4
1.	Отдельные мероприятия		
1.1.	<u>Кривые в плане</u>		
1.1.1	Увеличение радиуса кривой в плане до нормативных значений	0.67	0.63
1.1.2	Устройство виражей с уширением проезжей части	0.36	0.27
1.1.3	Улучшение видимости на кривых в плане	0.22	0.65
1.1.4	Устройство островка, регулирующего движение	0.34	0.59
1.1.5	Установка ограждений на кривых в плане	0.16	0.32
1.1.6	Установка направляющих устройств: при числе полос движения - 2 при числе полос движения более 2	0.14 0.52	0.16 0.10
1.1.7	Установка или обновление предупреждающих дорожных знаков: при числе полос движения - 2 при числе полос движения более 2	0.44 0.52	0.55 0.40
1.1.8	Установка предупреждающих знаков и направляющих устройств	0.22	0.41
1.1.9	Устройство краевой и осевой разметки на кривых, установка знаков	0.52	0.25
1.2	<u>Участки подъемов и спусков</u>		

Продолжение табл. 38.

1	2	3	4
1.2.1	Устройство дополнительной полосы движения на подъеме	0.45	0.25
1.2.2	Нанесение разделительной линии на выпуклых кривых в продольном профиле	0.55	0.62
1.2.3	Установка ограждений на спусках	0.12	0.16
1.3	<u>Поперечный профиль</u>		
1.2.3	Установка ограждений на спусках	0.12	0.16
1.2.3	Установка ограждений на спусках	0.12	0.16
1.3.1	Уширение проезжей части		
1.3.1.1	Уширение проезжей части (без учета величины уширения)	0.33	0.25
1.3.1.2	Уширение проезжей части с 5(6) до 7(8) м	0.30	0.22
1.3.1.3	Уширение проезжей части с 7 до 9 м	0.34	0.25
1.3.1.4	Уширение проезжей части с 7 до 11.25 м	0.44	0.28
1.3.2	Увеличение числа полос движения		
1.3.2.1	Увеличение числа полос движения с 2 до 3	0.06	0.08
1.3.2.2	Увеличение числа полос движения с 2 до 4	0.12	0.20
1.3.2.3	Увеличение числа полос движения с 4 до 6	0.25	0.32
1.3.3	Уширение, устройство обочин		
1.3.3.1	Доведение геометрических параметров и поперечного уклона обочин до нормативных требований	0.31	0.37
1.3.3.2	Уширение обочин на 2 м с доведением до нормативных требований	0.22	0.26
1.3.3.3	Уширение обочин на 1.5 м с доведением до нормативных требований	0.20	0.24
1.3.3.4	Уширение обочин на 1.0 м с доведением до нормативных требований	0.17	0.20
1.3.3.5	Уширение обочин без учета величины уширения	0.20	0.24
1.3.3.6	Устройство обочин шириной до 1.0 м	0.16	0.13
1.3.3.7	Устройство обочин шириной от 1.0 до 2.0 м	0.15	0.20
1.3.3.8	Устройство обочин шириной от 2.0 до 2.75 м	0.21	0.25
1.3.4	Устройство разделительной полосы	0.12	0.30
1.4.	<u>Пересечения и примыкания</u>		
1.4.1	Канализирование движения:		
	- на пересечениях	0.50	0.30
	- на примыканиях	0.10	0.05
	- на пересечениях и примыканиях со световым регулированием	0.26	0.15
	- устройство островков безопасности разметкой для левоповоротных потоков	0.50	0.35
	- устройство островков безопасности барьерного типа для левоповоротных потоков	0.58	0.38

Продолжение табл. 38.

1	2	3	4
1.4.2	Устройство осевой и краевой разметки	0.20	0.27
1.4.3	Устройство переходно-скоростных полос	0.24	0.13
1.4.4	Установка дорожных знаков: - предупреждающих - знак "СТОП" на второстепенных дорогах перед выездом на главную дорогу	0.37 0.31	0.60 0.25
1.4.5	Сокращение количества примыканий	0.13	0.10
1.4.6	Устройство кольцевых пересечений	0.49	0.33
1.4.7	Введение светофорного регулирования: - на пересечениях - на примыканиях	0.52 0.26	0.40 0.20
1.4.8	Уширение проезжей части	0.20	0.15
1.4.9	Устройство (укрепление) обочин в зоне пересечений (примыканий)	0.13	0.10
1.5	<u>Железнодорожные переезды</u>		
1.5.1	Установка дорожного знака "СТОП"	0.58	0.45
1.5.2	Установка ограждений	0.6	0.50
1.5.3	Установка автоматических шлагбаумов	0.84	0.70
1.6	<u>Элементы обустройства</u>		
1.6.1	Площадки отдыха		
1.6.1.1	Строительство площадок отдыха	0.24	0.21
1.6.1.2	Устройство переходно-скоростных полос в зоне площадок отдыха	0.42	0.45
1.6.2	Автобусные остановки		
1.6.2.1	Перенос автобусных остановок за пересечение (примыкание) с оборудованием заездным карманом, посадочной площадкой	0.20	0.26
1.6.2.2	Оборудование автобусных остановок заездными карманами, посадочными площадками	0.24	0.31
1.6.2.3	Оборудование автобусных остановок переходно-скоростными полосами, заездными карманами, посадочными площадками	0.34	0.44
1.7	<u>Инженерное оборудование</u>		
1.7.1	Дорожные знаки		
1.7.1.1	Установка предупреждающих дорожных знаков	0.26	0.41
1.7.1.2	Установка знака "Ограничение скорости движения"	0.50	0.20

Продолжение табл. 38.

1	2	3	4
1.7.1.3	Изменение ограничений скорости движения: с 70 до 50 км/ч с 70 до 60 км/ч с 80 до 50 км/ч с 80 до 60 км/ч с 80 до 70 км/ч со 100 до 70 км /ч со 100 до 80 км/ч	0.21 0.10 0.29 0.20 0.09 0.46 0.39	0.16 0.08 0.22 0.15 0.07 0.35 0.30
1.7.1.4	Установка дорожного знака "Уступи дорогу"	0.07	0.05
1.7.1.5	Установка дорожного знака "СТОП"	0.32	0.25
1.7.1.6	Установка информационных панно "аварийно-опасный участок"	0.20	0.15
1.7.2	Дорожная разметка		
1.7.2.1	Устройство осевой разметки	0.23	0.20
1.7.2.2	Устройство краевой разметки	0.15	0.17
1.7.2.3	Устройство осевой и краевой линий разметки	0.36	0.28
1.7.2.4	Восстановление разметки переходно-скоростных полос	0.34	0.26
1.7.3	Установка знаков, нанесение разметки	0.44	0.34
1.7.4	Дорожные ограждения, направляющие устройства		
1.7.4.1	Установка ограждений (независимо от типа)	0.19	0.25
1.7.4.2	Установка барьерных ограждений у осветительных опор и опор связи	0.17	0.22
1.7.4.3	Установка направляющих устройств	0.26	0.27
1.7.5	Электрическое освещение		
1.7.5.1	Устройство электрического освещения	0.26	0.25
1.7.5.2	Устройство электрического освещения автопавильона	0.34	0.37
1.8	<u>Участки дорог в пределах населенных пунктов</u>		
1.8.1	Устройство электрического освещения	0.60	0.50
1.8.2	Уширение проезжей части с 7.5 до 9.0 м	0.36	0.34
1.8.3	Укрепление обочин на всю ширину	0.23	0.20
1.8.4	Устройство шероховатой поверхностной обработки	0.28	0.31
1.8.5	Устройство тротуаров, пешеходных дорожек	0.30	0.23
1.8.6	Обустройство наземного пешеходного перехода знаками, разметкой	0.33	0.10
1.8.7	Устройство велодорожек	0.11	0.15
1.8.8	Строительство пешеходного перехода в разных уровнях	0.24	0.15
1.8.9	Светофорное регулирование пешеходного движения	0.21	0,10
1.8.10	Оборудование стояночных площадок	0.14	0.18

Продолжение табл. 38.

1	2	3	4
1.8.11	Ограничение скорости движения	0.16	0.20
1.8.12	Установка пешеходных ограждений	0.20	0.27
1.8.13	Устройство разметки типа "зебра" на пешеходных переходах	0.26	0.35
1.9	Мосты		
1.9.1	Установка барьерных ограждений на мостах	0.32	0.42
1.9.2	Устройство разметки на мостах	0.22	0.30
1.10	<u>Покрытие проезжей части</u>		
1.10.1	Устройство шероховатой поверхностной обработки	0.24	0.32
1.10.2	Повышение ровности дорожных покрытий (оценка ровности по толкомеру) на каждые 50 см/км улучшения ровности	0.18	0.24
1.10.3	Повышение ровности покрытия (без учета степени улучшения ровности)		
1.10.4	Восстановление покрытия (укладка нового дорожного покрытия): при числе полос движения - 2 при числе полос движения более 2	0.24 0.44	0.21 0.59
1.10.5	Ямочный ремонт дорожного покрытия	0.17	0.22
1.10.6	Укрепление, расчистка обочин		
1.10.6.1	Укрепление обочин на ширину 1.0 м	0.20	0.30
1.10.6.2	Укрепление обочин на всю ширину (при нормативной ширине обочин)	0.31	0.46
1.10.6.3	Укрепление обочин без учета ширины и типа укрепления	0.30	0.36
1.10.6.4	Ямочный ремонт обочин и их подсыпка	0.16	0.20
1.10.6.5	Удаление с обочин мачт электрического освещения	0.11	0.18
1.10.6.6	Удаление с обочин деревьев, столбов	0.18	0.28
2.	Комплексы мероприятий		
2.1.	<u>Ремонт и содержание дорог</u>		
2.1.1	Ямочный ремонт проезжей части, приведение состояния обочин в соответствие с нормативными требованиями, установка (ремонт) ограждений и знаков при числе полос движения: 2 3 4 и более	 0.26 0.30 0.30	 0.31 0.36 0.38

Продолжение табл. 38.

1	2	3	4
2.1.2	То же, что в п. 2.1.1 с устройством поверхностной обработки и нанесением разметки при числе полос движения: 2 3 4 и более	0.29 0.32 0.37	0.35 0.39 0.44
2.1.3	То же, что в п. 2.1.1 с устройством выравнивающего слоя покрытия при числе полос движения: 2 3 4 и более	0.32 0.36 0.42	0.40 0.42 0.50
2.1.4	То же, что в п. 2.1.1 с укладкой нового дорожного покрытия при числе полос движения: 2 3 4 и более	0.34 0.39 0.44	0.41 0.50 0.53
2.1.5	Уширение проезжей части (с устройством выравнивающего слоя, ШПО, нанесением разметки и др.): с 5(6) м до 7.5 м с 7.5 м до 9(10) м с 7.0 м до 11.25 м с 14.0 м до 17(18) м	0.26 0.55 0.44 0.58	0.43 0.60 0.53 0.64
2.2	<u>Реконструкция и строительство дорог</u>		
2.2.1	Смягчение продольных уклонов	0.27	0.34
2.2.2	Постройка второй проезжей части	0.30	0.40
2.2.3	Уширение мостов	0.37	0.30
2.2.4	Строительство пересечений в разных уровнях с автомобильными дорогами	0.96	0.40
2.2.5	Строительство пересечений в разных уровнях с железными дорогами	0.86	0.80
2.2.6	Строительство обходов населенных пунктов	0.80	0.25
2.2.7	Реконструкция участка дороги с улучшением трассы при числе полос движения: 2 3 4	0.72 0.74 0.75	0.68 0.70 0.72

Примечания:

1. Протяженность зон влияния для отдельных элементов дорог приведена в табл. 29.

2. Табл. 38 содержит перечень мероприятий по повышению безопасности движения, для которых установлена статистически значимая вероятность снижения ДТП.

Мероприятия по снижению аварийности на участках концентрации ДТП с точки зрения конечных результатов можно подразделить на две категории: 1) - те, которые способствуют предотвращению отдельных видов ДТП (одиночные мероприятия) и 2) - те, которые направлены на предотвращение всех ДТП (комплексы мероприятий).

Средняя вероятность снижения числа ДТП в год t в результате реализации мероприятий определяется по формуле

$$P_M = \frac{\sum_{m=1}^M \left(\frac{1}{1-P_m} - 1 \right)}{1 + \sum_{m=1}^M \left(\frac{1}{1-P_m} - 1 \right)}, \quad (128)$$

где M – число мероприятий по повышению безопасности движения, которые в год t оказывают влияние на снижение аварийности ($t_m^{cl} \leq t$).

Ожидаемое в год t снижение числа ДТП в результате реализации нескольких мероприятий определяется по формуле

$$\Delta n_t = P_M \cdot n_t, \quad (129)$$

где n_t – прогнозируемое число ДТП в год t при отсутствии мероприятий по повышению безопасности движения.

Общее ожидаемое снижение числа ДТП на рассматриваемом i -ом участке концентрации ДТП в результате реализации комплекса мероприятий по повышению безопасности движения определяется с учетом его срока службы

$$\Delta n_i = \sum_{t=0}^{t_{max}^{ck}} \Delta n_t, \quad (130)$$

где t_{max}^{cl} – наибольший срок службы мероприятия, входящего в рассматриваемый комплекс, лет.

Срок службы m -го мероприятия устанавливается в соответствии с действующими нормативно-методическими документами с учетом региональных особенностей эксплуатации дорог.

Ожидаемое снижение числа ДТП в результате проведения мероприятий по повышению безопасности движения на дорожной сети, имеющей i -ое число участков концентрации аварийности

$$A = \sum_{i=1}^I \Delta n_i, \quad (131)$$

где Δn_i – снижение числа ДТП на i -ом участке концентрации ДТП с учетом зон его влияния, шт.

Сокращение числа ДТП в результате реализации мероприятий по повышению безопасности движения сопровождается одновременным уменьшением количества погибших и раненых. Ожидаемое снижение

числа погибших и раненых на участках концентрации ДТП по сравнению с исходным уровнем до проведения дорожных работ допускается определять пропорционально сокращению общего объема аварийности.

Оценка экономической эффективности мероприятий по повышению безопасности движения.

Показатели экономической эффективности мероприятий по повышению безопасности движения характеризуют народнохозяйственную целесообразность осуществления затрат, направляемых на указанные мероприятия.

Эффективность определяется сопоставлением эффекта от снижения числа дорожно-транспортных происшествий и затрат по проведению мероприятий по снижению аварийности.

Оценка результата и затрат при определении показателей эффективности осуществляется за весь срок службы мероприятий. При сравнении двух и более вариантов реализации комплексов мероприятий оценка эффективности производится за один и тот же расчетный период. При определении расчетного периода следует ориентироваться на наиболее долговечный вариант. Начало расчетного периода определяется моментом времени, начиная с которого выбор варианта влияет на будущие затраты и результаты. Конец расчетного периода - момент, начиная с которого затраты и результаты по всем сравниваемым вариантам практически неразличимы или незначительны.

Для стоимостной оценки эффекта от снижения числа ДТП и затрат по проведению мероприятий по снижению аварийности могут использоваться различные виды цен, отличающиеся:

- по временной базе - базисные и расчетные цены;
- по сфере формирования цен - внутренние и мировые цены;
- по виду валюты - в отечественной валюте, в иностранных (как правило, в свободно конвертируемых) валютах.

Базисные цены - это цены, сложившиеся в экономике страны или на мировом уровне на определенный момент времени (как правило, в качестве базовых цен в дорожном хозяйстве РФ принимаются цены 1991 г.). Базисная цена считается неизменной в течение всего расчетного периода.

Расчетные цены - это цены, отражающие прогнозируемые изменения текущих цен на каждом шаге расчета.

Расчет стоимости дорожных работ выполняется в соответствии с нормативными документами, действующими в дорожной отрасли в области ценообразования.

Все результаты и затраты, получаемые (совершаемые) в различные моменты времени, приводятся к началу расчетного периода путем умножения их на коэффициент, определяемый нормой дисконта. Норма дисконта (E) - это норма чистого дохода в год на единицу затрат. Она

может быть установлена государством как специфический социально-экономический норматив, обязательный для оценки проектов с позиций общества в целом, либо распорядителями федерального или территориальных дорожных фондов. При отсутствии официально установленной нормы дисконта рекомендуется применять $E = 0,12$.

Система показателей эффективности мероприятий по повышению безопасности движения включает:

- интегральный эффект (далее – $\mathcal{E}_{\text{инт}}$) - сумма эффектов за весь период сравнения;

- индекс доходности (далее – $ИД$) - отношение суммы эффектов к общей величине единовременных затрат;

- внутренняя норма доходности (далее – $ВНД$) - представляет собой ту неизменную в течение расчетного периода норму дисконта, при которой сумма эффектов равна сумме единовременных затрат;

- срок окупаемости (далее – $t_{\text{ок}}$) - такой минимальный интервал времени от начала расчетного периода, за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным;

- интегральные затраты - сумма затрат за весь расчетный период.

Решение об эффективности мероприятий по повышению безопасности движения следует принимать с учетом всех перечисленных выше показателей эффективности, главным из которых является интегральный эффект ($\mathcal{E}_{\text{инт}}$). Если интегральный эффект положителен, то осуществление мероприятий является эффективным. При отрицательном значении $\mathcal{E}_{\text{инт}}$ рассматриваемый вариант неэффективен и его не следует реализовывать ни при каких значениях других показателей эффективности.

В случае, если по всем альтернативным вариантам результаты одинаковы, то расчеты можно упростить, ограничившись определением для каждого из вариантов только величины интегральных затрат.

Индекс доходности, внутренняя норма доходности и срок окупаемости используются при оценке вариантов как вспомогательные показатели. Если у какого-либо варианта $\mathcal{E}_{\text{инт}} > 0$, то у него обязательно $ИД > 1$. Оценка индекса доходности играет важную роль, когда одним из основных критериев выбора вариантов является ожидаемая величина эффекта, получаемая на единицу затрат за весь расчетный период. Если важна величина эффекта, получаемая на единицу затрат ежегодно, то определяющее значение будет играть $ВНД$. При этом следует учитывать, что вариант считается эффективным, если $ВНД$ больше, чем заданная внешняя норма дисконта. В случае, когда важное значение имеет срок, после которого вложенные средства будут иметь отдачу, лучшим будет считаться вариант с наименьшим сроком окупаемости.

Для расчета показателей эффективности мероприятий по повышению безопасности движения, используют следующие расчетные формулы:

Интегральный эффект ($\mathcal{E}_{\text{инт}}$)

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \sum_t^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1+T)^t} - \sum_t^T \frac{K_t}{(1+T)^t}, \quad (132)$$

где R_t – эффект от снижения числа ДТП в году t ; Z_t – текущие затраты в году t ; K_t – единовременные затраты в году t ; E – норма дисконта; T – момент окончания расчетного периода.

Индекс доходности ($ИД$)

$$ИД = \sum_t^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1+E)^t} : \sum_t^T \frac{K_t}{(1+E)^t}, \quad (133)$$

Внутренняя норма доходности ($ВНД$) является решением следующего уравнения относительно E :

$$\sum_t^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1+E)^t} = \sum_t^T \frac{K_t}{(1+E)^t}, \quad (134)$$

Срок окупаемости ($t_{\text{ок}}$) определяется из уравнения

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = 0, \text{ для } 0 \leq t \leq T,$$

при этом для всех $t \geq t_{\text{ок}}$ должно выполняться условие $\mathcal{E}_{\text{инт}} \geq 0$.

Интегральные затраты

$$Z_{\text{инт}} = \sum_{t=0}^T \frac{Z_t}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t}. \quad (135)$$

Эффект от проведения мероприятий по повышению безопасности движения заключается, в первую очередь, в снижении потерь от дорожно-транспортных происшествий, которые делятся на три группы:

- потери, связанные с потерей здоровья и смертью людей, вовлеченных в ДТП;

- потери, связанные с ущербом, причиняемым собственности (восстановление транспортных средств, повреждений дороги и дорожных сооружений, стоимость поврежденных грузов);

- общественные потери, к которым относятся затраты, связанные с нарушением нормальных условий движения в зоне транспортного происшествия, и затраты органов ГИБДД, судов и прокуратуры.

В случае, если в результате мероприятия по повышению безопасности дорожного движения ожидается существенное увеличение скорости движения автомобилей в транспортном потоке, то при наличии возможности объективно оценить это изменение (количественная оценка скорости движения устанавливается расчетным методом или на основе данных экспериментальных исследований), следует учитывать эффект от увеличения скорости движения.

Эффект от проведения мероприятий по повышению безопасности движения может быть определен прямым расчетом по формуле:

$$R_t = A_{1t} \times C_1 + A_{2t} \times C_2, \quad (136)$$

где A_{1t} , A_{2t} – ожидаемое в течении t лет снижение количества погибших и раненых в ДТП; C_1 , C_2 , – средние стоимости потерь от одного ДТП со смертельным исходом и ранением.

В соответствии с результатами исследований НИИАТ - по состоянию на 2000 г. средние потери от одного ДТП в Российской Федерации (без учета потерь, связанных с ущербом причиняемым собственности, и общественных потерь) составляют:

2200000 руб. - потери в результате гибели человека в ДТП;

66800 руб. - потери при получении пострадавшим в ДТП телесных повреждений.

При отсутствии данных о средней стоимости потерь от одного ДТП эффект от проведения мероприятий по повышению безопасности движения допускается определять по формуле

$$R_i = 365 \times g \times N \times L \times S_o \times (P_{\text{до}} - P_{\text{после}}), \quad (137)$$

где g – коэффициент использования пробега, $g = 0,6 \times b_1 + 0,9 \times b_2 + 0,8 \times b_3$ (b_1 , b_2 , b_3 – доля соответственно легковых, грузовых автомобилей и автопоездов в составе потока); N – среднегодовая суточная интенсивность движения на рассматриваемом участке дороги в расчетный период, авт./сут; L – протяженность рассматриваемого участка дороги, км; S_o – себестоимость перевозок в дорожных условиях, принятых за эталон, руб./авт.-км (в ценах 1991 г. эта величина составляет 0,2 руб./авт.-км); $P_{\text{до}}$, $P_{\text{после}}$ – коэффициенты, определяющиеся в зависимости от величины коэффициентов относительной аварийности ($Z_{\text{до}}$, $Z_{\text{после}}$) по табл. 39.

Таблица 39.

Z до, после	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	5,0
P до, после	1,000	1,004	1,010	1,016	1,020	1,030	1,040	1,080

Значения коэффициента относительной аварийности ($Z_{\text{после}}$) после проведения мероприятий по повышению безопасности движения определяются по формуле

$$Z_{\text{после}} = Z_0 + (Z_{\text{до}} - Z_0) \times (1 - P_m), \quad (138)$$

где Z_0 – относительное количество происшествий, на возникновение которых не оказывают влияние дорожные условия ($Z_0 = 0,08$); $Z_{\text{до}}$ – средний коэффициент относительной аварийности до проведения мероприятий по повышению безопасности движения; P_m – средняя вероятность снижения числа ДТП (по данным табл. 38).

Эффект от увеличения скорости движения автомобилей в транспортном потоке выражается в сокращении продолжительности проезда и определяется по формуле

$$R_{id} = \frac{365 \times N \times S \times L}{v_0} - \frac{365 \times N \times S \times L}{v}, \quad (139)$$

где S – стоимость эксплуатации автомобилей в час, $S = s_1 \times b_1 + s_2 \times b_2 + s_3 \times b_3 + s_4 \times b_4$ (b_1, b_2, b_3, b_4 – доля соответственно легких, средних, тяжелых и сверхтяжелых автомобилей в транспортном потоке (среднее значение за расчетный период); s_1, s_2, s_3, s_4 – тарифы за поврежденное пользование грузовым транспортом); v, v_0 – средние скорости движения транспортного потока до и после проведения мероприятий.

Средние значения скорости транспортного потока определяются в соответствии с «Руководством по оценке пропускной способности дорог» и «Рекомендациями по оценке эффективности дорожно-ремонтных работ» или путем натурных наблюдений на участках дорог с сопоставимыми дорожными условиями.

Вопросы для самопроверки:

1. *Что такое «участок концентрации ДТП»?*
2. *Перечислите «сопутствующие дорожные факторы» при выявлении участков концентрации ДТП...*
3. *Назовите средние коэффициенты относительной аварийности, установленные для дорог общего пользования...*
4. *Что значит термин «эталонные дорожные условия»?*
5. *Назовите число лет в расчетном периоде при определении коэффициента относительной аварийности...*
6. *Что такое «адрес ДТП»?*
7. *Что такое «зоны влияния» отдельных элементов дорог?*
8. *В зависимости от стабильности все участки концентрации ДТП подразделяются на ...*