

О. С. Гасилова
Б. А. Сидоров

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, ПАРОМОВ И ПЕРЕПРАВ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

О. С. Гасилова
Б. А. Сидоров

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, ПАРОМОВ И ПЕРЕПРАВ

Учебно-методическое пособие

Екатеринбург
2022

УДК 656.76:629.5(075.8)

ББК 39.311:39.425.1я73

Г22

Рецензенты:

кафедра технической механики ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», д-р техн. наук, профессор *А. И. Афанасьев*;

Васильев А. Г., канд. техн. наук, заместитель директора по организации перевозок ООО «Немезида инвест»

Гасилова, О. С.

Г22

Эксплуатация автомобильных дорог, паромов и переправ : учебно-методическое пособие / О. С. Гасилова, Б. А. Сидоров ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – 68 с.

ISBN 978-5-94984-826-5

В учебно-методическом пособии изложены основные теоретические, методические и практические вопросы обеспечения безопасной эксплуатации различных автомобильных транспортных систем.

Предназначено для обучающихся по направлениям подготовки 23.03.01, 23.04.01 «Технология транспортных процессов», 23.06.01 «Техника и технологии наземного транспорта», 08.03.01, 08.04.01 «Строительство», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 656.76:629.5(075.8)

ББК 39.311:39.425.1я73

ISBN 978-5-94984-826-5

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2022

© Гасилова О. С., Сидоров Б. А., 2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

В любом государстве земного шара для обеспечения строительства и функционирования народно-хозяйственных объектов возникает необходимость перемещения строительных материалов, техники, оборудования и др. Это перемещение осуществляется в основном (80–90 %) с использованием автомобильного транспорта. Объем работ, выполняемых в государстве или на конкретном объекте, определяет необходимость в количестве и типе транспортных средств, используемых при этом. После того, когда становятся известными объемы перемещаемых грузов в установленное время и количество необходимых для этого транспортных средств, становится понятным, какого класса и какой категории должна быть автомобильная дорога. В некоторых труднодоступных районах до сегодняшнего времени движение транспорта организуется с помощью паромов и переправ, в зимнее время года для своевременной доставки грузов большое значение имеют ледовые переправы.

В учебно-методическом пособии рассматриваются основополагающие принципы организации эффективного функционирования транспортной системы, методы и расчеты поддержания потребительских свойств при эксплуатации автомобильных дорог, паромов и переправ.

1. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ, ПАРОМЫ И ПЕРЕПРАВЫ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Автомобильная дорога – комплекс конструктивных элементов, предназначенных для движения с установленными скоростями, нагрузками и габаритами автомобилей и иных наземных транспортных средств, осуществляющих перевозки пассажиров и (или) грузов, а также участки земель, предоставленные для их размещения [1, 2, 3].

Автомобильная дорога общего пользования – дорога, на которую предоставляется свободный доступ всем пользователям без ограничения при соответствии транспортных средств и перевозимых грузов установленным требованиям [1].

Автомобильная дорога – объект транспортной инфраструктуры, предназначенный для движения транспортных средств и включающий в себя земельные участки в границах полосы отвода автомобильной дороги и расположенные на них или под ними конструктивные элементы (дорожное полотно, дорожное покрытие и подобные элементы) и дорожные сооружения, являющиеся ее технологической частью, – защитные дорожные сооружения, искусственные дорожные сооружения, производственные объекты, элементы обустройства автомобильных дорог [4].

Безопасность дорожного движения – состояние дорожного движения, отражающее степень защищенности его участников от дорожно-транспортных происшествий и их последствий [3, 5].

Дорога – обустроенная или приспособленная и используемая для движения транспортных средств полоса земли либо поверхность искусственного сооружения. Дорога включает в себя одну или несколько проезжих частей, а также трамвайные пути, тротуары, обочины и разделительные полосы при их наличии [5].

Дорожная разметка – линии, надписи и другие обозначения на проезжей части автомобильной дороги, искусственных сооружениях и элементах обустройства дорог, информирующие участников дорожного движения об условиях и режимах движения на участке дороги [3].

Дорожно-транспортное происшествие – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб [5].

Дорожное движение – процесс перемещения людей и грузов с помощью транспортных средств или без таковых в пределах автомобильных дорог [3].

Дорожное движение – совокупность общественных отношений, возникающих в процессе перемещения людей и грузов с помощью транспортных средств или без таковых в пределах дорог [5].

Дорожный знак – техническое средство организации движения с обозначениями и/или надписями, информирующими участников дорожного движения о дорожных условиях и режимах движения, расположении населенных пунктов и других объектов [3].

Дорожный светофор – светосигнальное устройство, применяемое для регулирования очередности пропуска транспортных средств и пешеходов.

Категория автомобильной дороги – характеристика, определяющая технические параметры автомобильной дороги [3].

Категория автомобильной дороги – характеристика, отражающая принадлежность автомобильной дороги соответствующему классу и определяющая технические параметры автомобильной дороги [6].

Класс автомобильной дороги – характеристика автомобильной дороги по условиям доступа на нее [3, 6].

Ледовая переправа – искусственное дорожное сооружение, устраиваемое на автомобильной дороге общего пользования круглогодичного действия или сухопутном автозимнике, обеспечивающее переправу по ледяному покрову водных препятствий [7].

Обеспечение безопасности дорожного движения – деятельность, направленная на предупреждение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий, снижение тяжести их последствий [5].

Обочина – элемент дороги, примыкающий непосредственно к проезжей части и предназначенный для обеспечения устойчивости земляного полотна, повышения безопасности дорожного движения, организации движения пешеходов и велосипедистов, а также использования при чрезвычайных ситуациях [3].

Объекты дорожного сервиса – здания и сооружения, расположенные в пределах полосы отвода и предназначенные для обслуживания участников дорожного движения (остановочные пункты автобусов, в том числе с павильонами, площадки для кратковременной остановки транспортных средств, площадки для отдыха со стоянками транспортных средств, устройства аварийно-вызывной связи и иные сооружения) [3].

Объекты дорожного сервиса – здания, строения, сооружения, иные объекты, предназначенные для обслуживания участников дорожного движения по пути следования (автозаправочные станции, автостанции, автовокзалы, гостиницы, кемпинги, мотели, пункты общественного питания, станции технического обслуживания, подобные объекты, а также необходимые для их функционирования места отдыха и стоянки транспортных средств) [4].

Объекты придорожного сервиса – здания и сооружения, расположенные на придорожной полосе и предназначенные для обслуживания участников дорожного движения в пути следования (мотели, гостиницы, кемпинги, станции технического обслуживания, автозаправочные станции, пункты питания, торговли, связи, медицинской помощи, мойки, средства рекламы и иные сооружения) [3].

Наплавной мост – мост на плавучих опорах, представляющий собой искусственное сооружение, предназначенное для движения транспортных средств и пешеходов в местах пересечения автомобильными дорогами водных преград [8].

Паром – подвижное устройство, предназначенное для перевозки через водное препятствие наземных транспортных средств, пассажиров, скота и т. п. [9].

Паромная переправа – участок водного пути с причальными сооружениями и курсирующими на нем специализированными судами-паромами в местах его пересечения автомобильной дорогой [8].

Переправа (паромная переправа и (или) наплавной мост) – пересечение автомобильной дорогой водотока с использованием для пропуска транспорта парома или наплавного моста [8].

Площадка отдыха – элемент обустройства автомобильной дороги, предназначенный для кратковременного отдыха водителей и пассажиров, проверки состояния транспортных средств и грузов, устранения мелких неисправностей [3].

Полоса движения – любая из продольных полос проезжей части, обозначенная или необозначенная разметкой и имеющая ширину, достаточную для движения автомобилей в один ряд [10].

Проезжая часть автомобильной дороги – конструктивный элемент автомобильной дороги, предназначенный для движения транспортных средств [3].

Проезжая часть (дороги) – элемент дороги, предназначенный для движения безрельсовых транспортных средств [10].

Проектирование автомобильной дороги – производственный процесс, состоящий из комплекса проектно-конструкторских работ и экономических расчетов и осуществляемый по материалам инженерных изысканий [3].

Проектная документация – документация, содержащая инженерно-технические, архитектурные, технологические, конструктивные, экономические, финансовые и иные решения по строительству, реконструкции, капитальному ремонту, эксплуатации автомобильных дорог и дорожных сооружений [3].

Разделительная полоса – конструктивный элемент автомобильной дороги, разделяющий транспортные потоки по направлениям или составу движения [3].

Расстояние видимости – расстояние от передней части легкового транспортного средства, на котором с места водителя различаются конструктивные элементы дороги и другие предметы в направлении движения, ориентирование на которые позволяет вести транспортное средство по соответствующей полосе [3].

Реконструкция автомобильной дороги – комплекс работ, при выполнении которых осуществляется изменение параметров автомобильной дороги, ее участков, ведущий к изменению класса и (или) категории автомобильной дороги, либо влекущей за собой изменение границы полосы отвода автомобильной дороги [3].

Реконструкция автомобильной дороги – комплекс работ, при выполнении которых осуществляется изменение параметров автомобильной дороги, ее участков, ведущее к изменению класса и (или) категории автомобильной дороги либо влекущее за собой изменение границы полосы отвода автомобильной дороги [4].

Ремонт автомобильной дороги – комплекс работ по восстановлению транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильной дороги, при выполнении которых не затрагиваются конструктивные и иные характеристики надежности и безопасности автомобильной дороги [4].

Содержание автомобильной дороги – комплекс работ по поддержанию нормативного технического состояния автомобильной дороги, а также по организации и обеспечению безопасности дорожного движения [3].

Содержание автомобильной дороги – комплекс работ по поддержанию надлежащего технического состояния автомобильной дороги, оценке ее технического состояния, а также по организации и обеспечению безопасности дорожного движения [4].

Сохранность автомобильной дороги – состояние целостности автомобильной дороги как технического сооружения и имущественного комплекса, обеспечивающее поддержание ее эксплуатационных свойств и безопасное использование [3, 4].

Строительство автомобильной дороги – комплекс технологических, инфраструктурных и управленческих процессов по сооружению автомобильной дороги [3].

Текущий ремонт автомобильной дороги – комплекс работ по восстановлению транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильной дороги, при выполнении которых не затрагиваются конструктивные и иные характеристики надежности и безопасности автомобильной дороги [3].

Техническая классификация автомобильных дорог – разделение множества автомобильных дорог по классификационным признакам на классы и категории [6].

Транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги – комплекс фактических значений параметров технического уровня и эксплуатационного состояния дороги на момент ее обследования [3].

Транспортное средство – устройство, предназначенное для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем [5].

Участник дорожного движения – лицо, принимающее непосредственное участие в процессе дорожного движения в качестве водителя транспортного средства, пешехода, пассажира транспортного средства [5].

Эксплуатация автомобильной дороги – комплекс мероприятий по текущему ремонту и содержанию автомобильной дороги, выполняемый в целях обеспечения ее сохранности для безопасного использования автомобильной дороги по ее прямому назначению [3].

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Практическая работа № 1.

Влияние скользкости дорожного покрытия на безопасность движения

Цель работы: изучить влияние скользкости дорожного покрытия на опасных участках дорог [11].

Теоретическая часть

Одной из важнейших задач содержания дорог является устранение скользкости покрытия [12, 13]. Каменные материалы, используемые для изготовления верхнего слоя дорожной одежды, имеют свою отличающуюся друг от друга структуру, шероховатость, текстуру, а значит, и скользкость.

При воздействии динамической нагрузки от колес проезжающих автомобилей микрочастицы поверхности получают эффект сглаживания, что приводит к повышению скользкости всего покрытия в целом. Это вызывает снижение коэффициента сцепления поверхности дороги, а следовательно, и снижение безопасности движения. Особенно это явление наблюдается в местах наката колес по дороге.

Такое явление, как повышенная скользкость покрытия, может наблюдаться в зависимости от времени суток и от времени года. В летние дни при повышенной температуре воздуха происходит плавление битума на поверхности дороги, что вызывает повышение скользкости дороги

(в то время как в ночное время шероховатость дороги повышается). С другой стороны, в осенние, весенние и зимние дни повышенная скользкость дороги объясняется выравниванием покрытия (его сглаживанием) за счет повышенной влажности (весной), загрязнения (осенью) или заснеженности дороги (зимой).

Дорожно-эксплуатационные службы обязаны поддерживать поверхность дороги на соответствующем уровне.

Конструктивно повышение коэффициента сцепления дороги обеспечивают, по крайней мере, три мероприятия:

- 1) использование шин с развитым протектором;
- 2) создание уклонов (поперечных) на участках дороги, где возможно скапливание влаги [11];
- 3) повышение коэффициента сцепления дороги за счет применения более шероховатых материалов.

Несмотря на все попытки повысить коэффициент сцепления в дождливую погоду, возникает эффект аквапланирования (называемый также гидропланированием), проявляющийся в создании гидродинамического клина в месте контакта колеса с поверхностью дороги (рис. 2.1) [11].

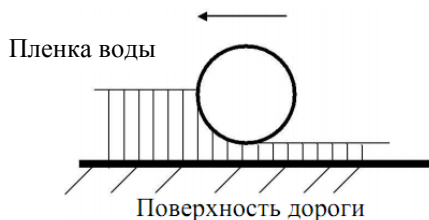


Рис. 2.1. Эффект аквапланирования (масштаб клина увеличен)

Пленка воды, которая не успевает выжаться из-под колеса, собираясь под движущимся набегающим колесом, образует клин, гидродинамическое давление в котором превышает давление колеса на поверхность дороги. По мере увеличения длины клина площадь контакта шины с дорогой уменьшается и происходит резкое снижение коэффициента сцепления. При достижении некоторой критической скорости полностью нарушается контакт колеса с дорогой (рис. 2.2) [11].

Этот клин создает условия потери контакта колеса с дорогой в зависимости от скорости движения. Скорость, при которой начинается этот эффект, называется критической скоростью начала аквапланирования $V_{ак}$ [11, 12]:

$$V_{ак} = k\sqrt{p}, \text{ км/ч,}$$

где k – коэффициент, учитывающий состояние протектора шины, шероховатость дороги и т. д.;

p – давление воздуха в шине, МПа.

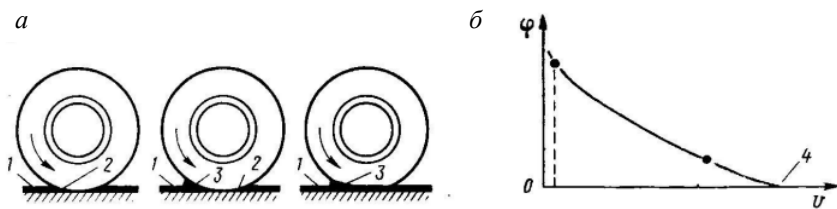


Рис. 2.2. Снижение сцепления шины с покрытием в результате аквапланирования:

- а* – последовательные этапы образования водяного клина под колесом;
б – снижение коэффициента сцепления по мере возникновения водяного клина;
 1 – пленка воды на покрытии; 2 – зона контакта между шиной и покрытием;
 3 – водяной клин; 4 – начало аквапланирования

Этот эффект опасен тем, что автомобиль полностью теряет управление. Влияние местного скользкого участка на проезжей части на безопасность движения можно оценить, используя коэффициент безопасности. Используем пример, когда два автомобиля, следующие друг за другом с равными скоростями, равными величине V_1 , двигаются по участку дороги с коэффициентом сцепления φ_1 и внезапно попадают на участок дороги с коэффициентом сцепления φ_2 , который меньше φ_1 . Второй участок в этом случае называется опасным. Оба водителя снижают скорость до величины V_2 и продолжают двигаться по этому участку.

Для того, чтобы оценить безопасность движения при переходе от нормального участка на опасный участок, применяется коэффициент безопасности движения [12, 13]:

$$k_{\sigma} = \frac{V_2}{V_1}.$$

Так как коэффициент сцепления зависит от скорости, то в этом случае расчет должен вестись по следующей формуле:

$$k_{\sigma} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1}$$

Задание: построить график зависимости k_{σ} от коэффициента φ_1 при разных сочетаниях φ_1 и φ_2 в диапазонах: $\varphi_1 = 0,2 \dots 0,8$ с шагом 0,1; $\varphi_2 = 0,1 \dots 0,7$ с шагом 0,1 в обоих случаях и сделать выводы.

Практическая работа № 2.

Влияние скорости движения и условий безопасности движения на пропускную способность дороги

Цель работы: изучить влияние опасных участков дорог на пропускную способность [11].

Теоретическая часть

На опасном участке количественно оценить снижение пропускной способности по сравнению с предшествующим участком можно, учитывая величины скоростей до опасного участка и на нем и соответствующий уровень опасности на опасном участке.

Количественно соотношение пропускных способностей до и после опасного участка [11, 12, 13] оценивается по формуле

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{k_{\sigma} \cdot V_{q1} + V_0}{V_{q1} + V_0},$$

где V_0 – скорость свободного движения на конкретном участке, км/ч;

V_{q1} – скорость до опасного участка, км/ч;

k_{σ} – коэффициент безопасности.

Задание: определить влияние k_{σ} и скоростей движения на степень снижения пропускной способности путем построения графика и сделать выводы при следующих исходных данных: $V_0 = 60$ км/ч, $V_{q1} = 10 \dots 50$ км/ч с шагом 10 км/ч, $k_{\sigma} = 0,2 \dots 0,8$ с шагом 0,1.

Практическая работа № 3.

Расчет расстояния видимости на пересечении

Цель работы: изучить влияние скорости на величину расстояния видимости на пересечении [11].

Теоретическая часть

В Правилах дорожного движения под термином «видимость» понимается время суток и состояние атмосферы (дождь, туман, снегопад и т. д.). В понятие «видимость» входит понятие «обзорность», которая ограничивается либо внутренними элементами автомобиля, либо

внешними объектами, попадающими в поле зрения водителя. Термин видимость является наиболее обобщающим и измеряется в метрах на удалении, на котором водитель видит или должен видеть дорогу впереди и препятствия на ней.

Кроме этого, видимость является одним из основных факторов, которые влияют на скорость и безопасность движения. Окружающие предметы могут значительно ограничить видимость, с одной стороны, а, с другой стороны, расчетное расстояние видимости может быть значительно ниже, чем в реальных условиях.

В нормативах на расчет видимости основными факторами, учитывающими дорожные условия, являются:

- путь, проходимый автомобилем за время опознания водителем какого-либо объекта и за время реакции водителя на этот объект;
- тормозной путь автомобиля [11, 12, 13].

В нормативах проектирования дорог расстояние видимости определяют, исходя из следующих условий:

- 1) расположение глаз водителя на высоте 1,2 м;
- 2) расположение автомобиля в 1,5 м от кромки проезжей части в крайнем правом ряду.

Такие же условия приняты и в нормативах проектирования городских дорог и улиц.

Существует три случая определения расстояния видимости:

1. Видимость железнодорожных переездов. Водитель автомобиля должен иметь возможность увидеть поезд, приближающийся к переезду на удалении 400 м до переезда. Машинист поезда должен иметь возможность увидеть середину перегона на удалении не менее 1000 м до переезда.

2. В местах, где возможен выход на дорогу людей и животных, должна быть обеспечена видимость прилегающей к дороге полосы в зависимости от категории дороги на следующем расстоянии: для дорог I–III категорий 25 м от кромки проезжей части; для дорог IV–V категорий – 15 м.

3. На участках выпуклых вертикальных кривых и с внутренней стороны горизонтальных кривых примыкания второстепенных дорог не допускаются.

Видимость на пересечениях дорог в одном уровне должна быть обеспечена в соответствии с так называемым «треугольником видимости» (рис. 2.3) [11, 14, 15].

Исходя из рис. 2.3, можно сделать допущение о том, что этот треугольник является равносторонним. Расчет расстояния видимости происходит в соответствии с формулой, учитывающей состояние покрытия

дороги, психофизиологию водителя, техническое состояние автомобиля и геометрические параметры дороги:

$$S_0 = \frac{V}{3,6} + \frac{k_s \cdot V^2}{254 \cdot (\varphi \pm i)} + \frac{V}{10},$$

где V – скорость автомобиля, км/ч;

k_s – коэффициент эксплуатационного состояния тормозов, $k_s = 1,4$;

φ – коэффициент сцепления;

i – уклон дороги («+» – подъем, «-» – спуск).

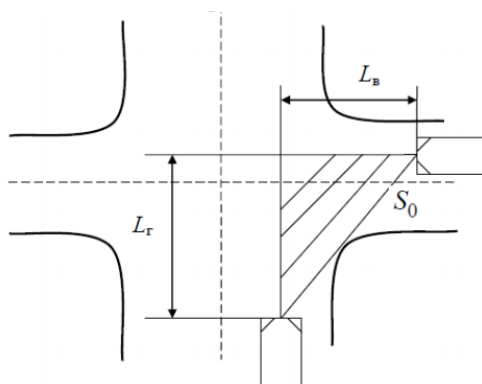


Рис. 2.3. Треугольник видимости:

L_T – видимость по главной дороге; L_B – видимость по второстепенной дороге;

S_0 – расчетное расстояние видимости

В табл. 2.1 приведены нормативы для загородных дорог согласно СП 34.13330.2012 [11].

Таблица 2.1

Нормативы для загородных дорог

Категория дороги	Расчетная скорость, км/ч	Видимость поверхности дороги, м	Видимость встречного автомобиля, м
I	150	250	–
II	120	175	350
III	100	140	280
IV	80	100	200
V	60	75	150

В табл. 2.2 приведены нормативы для городских улиц и дорог согласно СП 42.13300.2011.

Таблица 2.2

Нормативы для загородных дорог

Категория дороги или улицы	Расчетная скорость, км/ч	Видимость поверхности улицы или дороги, м	Видимость встречного автомобиля, м
Магистральные дороги скоростного движения	120	175	350
Магистральные улицы непрерывного движения	100	140	280
Магистральные улицы регулируемого движения	80	100	200
Магистральные улицы районного значения	60	75	150
Улицы и дороги местного значения	60	75	150

Задание: определить зависимость расстояния видимости от скорости движения автомобиля в диапазоне скоростей 40...90 км/ч с шагом 10 км/ч.

Практическая работа № 4. Влияние расстояния видимости на безопасность движения

Цель работы: изучить влияние элементов плана и продольного профиля дороги на расстояние видимости.

Теоретическая часть

Видимость является одним из важнейших факторов, определяющих безопасность движения на дороге. С недостаточной видимостью связаны такие ДТП, которые совершаются при обгонах на кривых в плане и продольном профиле. При этом установлено, что число ДТП зависит не только от наличия на дороге участков с ограниченной видимостью, но и от частоты их расположения [11, 12].

Так, например, при большом количестве таких мест с ограниченной видимостью (часто в горных условиях) опасность ДТП компенсируется повышенным вниманием водителей, с одной стороны, и, с другой стороны, тем, что движение на таких участках происходит с гораздо меньшими скоростями, чем в благоприятных дорожных условиях в равнинной местности.

Наоборот, отдельные, не слишком частые участки, с недостаточной видимостью на дорогах, спроектированных с такими геометрическими элементами, которые обеспечивают возможность движения автомобилей с относительно высокой скоростью, как правило, всегда являются такими местами, в которых возникает повышенная вероятность ДТП.

Для современного проектирования дорог характерно стремление снижать протяженность участков с ограниченной видимостью с таким расчетом, чтобы обеспечить в первую очередь расстояние видимости в условиях обгона.

Построение графиков изменения видимости по длине дороги является обязательным элементом оценки транспортно-эксплуатационных качеств дорог как уже существующих, так и вновь проектируемых. Оценивая видимость при проектировании или обследовании дорог необходимо изучать не только закономерности расстояния видимости, но и выявлять зоны, скрытые от взгляда водителей (рис. 2.4) [11, 12].

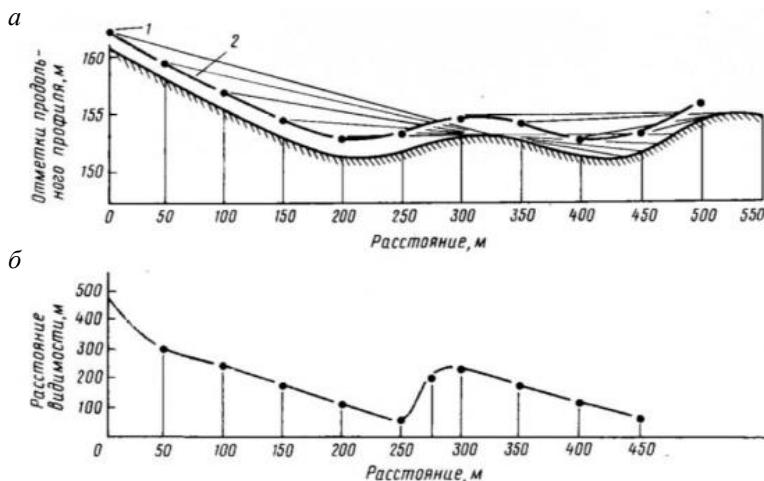


Рис. 2.4. Построение графика видимости по дороге в продольном профиле:

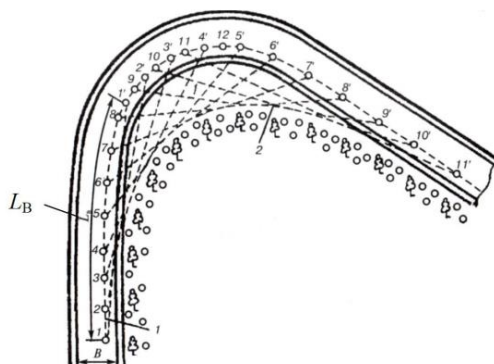
а – положение луча зрения водителя; б – расстояние видимости поверхности дороги;

1 – положение глаз водителя; 2 – траектория глаз водителя

Изменение видимости в плане можно изучать на следующем графике (рис. 2.5).

Рис. 2.5. Схема построения зоны видимости на криволинейных участках дороги в плане:

B – ширина полосы движения; L_B – расчетное расстояние видимости; 1 – траектория перемещения глаз водителя; 2 – граница зоны видимости



В настоящее время рекомендуется для обеспечения безопасности движения выдерживать при проектировании дорог следующие расстояния видимости в плане и профиле в зависимости от категории дорог (табл. 2.3) [11].

Таблица 2.3

Расстояния видимости в плане и профиле

Категория дороги	I	II	III	IV	V
Видимость встречного автомобиля, м, не менее	350	280	200	150	100

Задание: построить график изменения видимости на участке дороги (рис. 2.6) при следующих отметках продольного профиля (табл. 2.4) и сделать выводы.

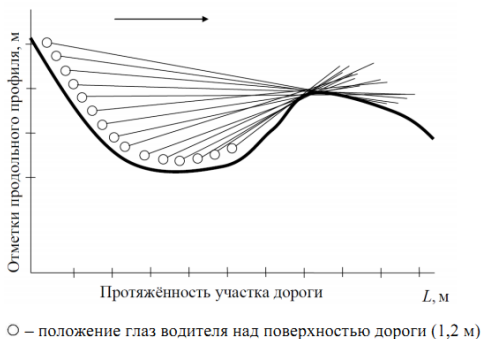


Рис. 2.6. График изменения видимости в соответствии с продольным профилем

Таблица 2.4

Исходные данные для построения продольного профиля дороги

Длина дороги, м	Отметка продольного профиля, м	Длина дороги, м	Отметка продольного профиля, м
0	160	300	154
50	158	350	153
100	156	400	152
150	153	450	153
200	151	500	154
250	153	–	–

Практическая работа № 5. Закономерности движения плотных транспортных потоков в различных дорожных условиях

Цель работы: изучить влияние элементов дороги на величину пропускной способности дороги [11, 12].

Теоретическая часть

Плотные транспортные потоки характеризуются низкими скоростями движения и резкой неравномерностью интенсивности по времени. Всегда возникает необходимость оценки влияния дорожных условий на плотность дорожного движения и на зависимость «скорость–плотность».

Плотность наиболее удобно измерять с помощью аэрофотосъемки. Величина плотности меняется непрерывно на протяжении дороги, а также во времени. Это выражается в том, что движение автомобилей происходит в пачках или группах в результате догона одной группой (пачкой) автомобилей других, движущихся более медленно, автомобилей.

Как правило, такие пачки автомобилей образуются на отдельных участках дорог, на которых число автомобилей, прибывших в единицу времени, всегда больше, чем число автомобилей, убывших за это же время. Поэтому следует оценивать величину мгновенной плотности движения для каждого участка [11].

Наиболее значительные колебания плотности наблюдаются на подъемах дорог, около железнодорожных переездов, перед пересечениями дорог в одном уровне и перед сужением проезжей части дорог.

Наоборот, резких изменений плотности движения не наблюдается на прямых горизонтальных участках и на кривых с радиусом более 200 м.

Графически изменение плотности на подъеме может быть отражено на рис. 2.7.

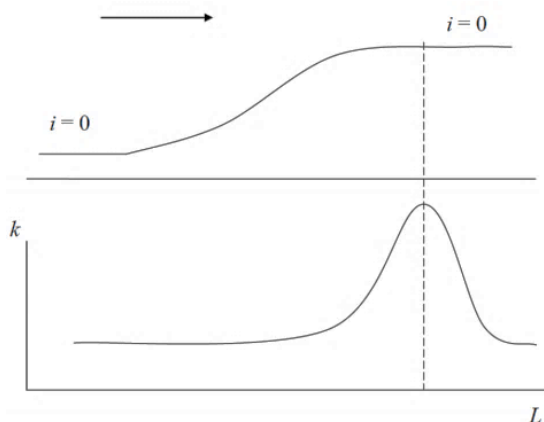


Рис. 2.7. Изменение плотности движения в зависимости от уклона дороги

По длине подъема величина плотности k возрастает с определенной кривизной и достигает максимума на вершине подъема.

С ростом интенсивности движения плотность увеличивается на уклоне гораздо быстрее. За подъемом плотность движения становится равной той величине, которая была на участке дороги до подъема. Это расстояние называется зоной влияния подъема. Протяженность этой зоны зависит от угла подъема в градусах, от состава транспортного потока и от интенсивности движения [11, 12].

Перед перекрестком плотность также резко возрастает, достигает максимума на самом пересечении, а потом снижается до величины характерной плотности до перекрестка также на определенном расстоянии после него. Резко увеличивается плотность на участках дорог со снижениями скоростей движения.

Результаты многочисленных наблюдений за движением плотных транспортных потоков позволили установить зависимости интенсивности движения от дорожных условий и состава транспортного потока. Эти зависимости следующие [13, 14, 15]:

$$N = k_{\max} \cdot V - \beta \cdot V^2 + \alpha \cdot p \cdot V,$$

где N – пропускная способность дороги, авт./ч;

$k_{\max}$ – максимальная плотность, авт./км;

V – скорость, км/ч; $\beta = k_{\max}/V_{св}$;

α – коэффициент, учитывающий влияние состава транспортного потока;

p – состав потока – количество легковых автомобилей в потоке, %;

$V_{св}$ – скорость свободного движения, км/ч.

Решая совместно уравнения $N = k \cdot V$ и $V = V_{св} - \beta \cdot k + \alpha \cdot p$ для различных дорожных условий, определяют коэффициенты следующих уравнений [11]:

- для горизонтального участка дороги: $N = 81 \cdot V - 1,54 \cdot V^2 + 0,125 \cdot p \cdot V$,
- для кривой в плане с радиусом 35 м: $N = 96 \cdot V - 3,76 \cdot V^2 + 0,422 \cdot p \cdot V$,
- для подъема с уклоном 50 ‰: $N = 75 \cdot V - 1,73 \cdot V^2 + 0,175 \cdot p \cdot V$.

Задание: построить зависимости «скорость–интенсивность» в диапазоне наличия легковых автомобилей в составе транспортного потока от 0 до 100 % с шагом 10 % и в диапазоне скоростей от 10 до 60 км/ч с шагом 10 км/ч, а также выяснить влияние дорожных условий на изменение величины пропускной способности.

Практическая работа № 6. Оценка условий и безопасности движения методом коэффициентов аварийности

Цель работы: выявление и оценка опасных участков на примере условной дороги.

Теоретическая часть

Для выявления опасных участков, в пределах которых следует в первую очередь предусматривать мероприятия по обеспечению безопасности движения, могут быть использованы следующие методы: метод, основанный на анализе данных о ДТП; метод коэффициентов аварийности; метод коэффициентов безопасности.

Возможность применения того или иного метода зависит от стадии разработки мероприятий (обоснование мероприятий для существующей дороги, проектирование реконструкции или нового строительства), а также от наличия и полноты данных о ДТП на существующей дороге.

Методы выявления опасных участков на основе данных о ДТП применяют для оценки безопасности движения на существующих дорогах при наличии достаточно полной и достоверной информации о ДТП за период не менее 3–5 лет. При отсутствии таких данных, а также для оценки

проектных решений при проектировании новых и реконструкции существующих дорог используется метод коэффициентов аварийности, основанный на анализе и обобщении данных статистики ДТП, и метод коэффициентов безопасности, основанный на анализе графиков изменения скоростей движения по дороге. Эти методы позволяют оценить влияние на безопасность движения геометрических элементов дороги, состояния покрытия, интенсивность движения.

Каждое ДТП является результатом влияния различных факторов – дорожных, технических, психологических, погодных, климатических и многих других. Однако, как правило, среди них есть какой-то один, оказывающий наибольшее влияние на данном участке и определяющий главную причину ДТП.

Для выявления опасных участков и прогнозирования степени опасности отдельных участков дороги используют *метод оценки коэффициентов аварийности*.

Степень опасности участка дороги характеризуется итоговым коэффициентом аварийности, представляющим собой произведение частных коэффициентов аварийности, учитывающих влияние отдельных элементов плана и профиля дороги

$$K_{um} = \prod_1^n K_i ,$$

где K_i – частные коэффициенты аварийности, равные отношению числа дорожно-транспортных происшествий на участке при том или ином параметре элемента плана или профиля дороги к числу дорожно-транспортных происшествий на эталонном горизонтальном прямом участке дороги с проезжей частью шириной 7,5 м, шероховатым дорожным покрытием и укрепленными обочинами;

n – число частных коэффициентов аварийности, учитываемых при оценке безопасности движения на дорогах или городских улицах различной категории.

Выполнение практического занятия начинают с построения плана трассы и ее продольного профиля с нанесением в соответствии с заданным вариантом уклонов с конкретной протяженностью, населенного пункта, перекрестка, кривых соответствующих радиусов, указанием условий видимости перекрестка. При этом величины уклонов указываются в промилле, протяженности и удаления соответствующих элементов дороги, а также радиусы кривых, условия видимости, ширина проезжей части, ширина обочин указываются в метрах. Значения интенсивности движения приводятся в авт./сут. Выполняют практическое задание на листе формата А3 миллиметровки, расположенном вертикально [11, 12].

Пример построения условной дороги с необходимыми комментариями приведен на рис. 2.8.

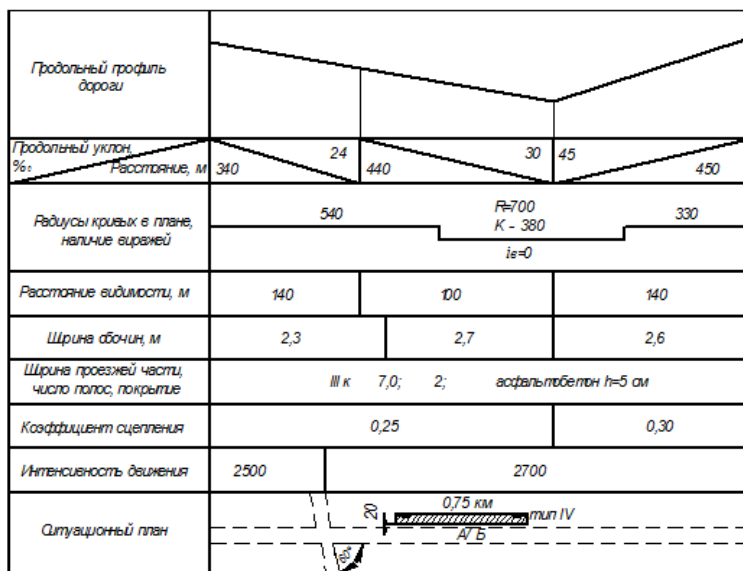


Рис. 2.8. План и профиль трассы с заданными параметрами

При построении графиков коэффициентов аварийности участок дороги анализируют по каждому из показателей, выделяя на ней однородные по условиям участки. При выделении участков следует учитывать, что влияние каждого из рассматриваемых мест распространяется на некоторое расстояние (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Зоны влияния различных элементов дороги на безопасность движения

Элемент дороги	Зона влияния в каждую сторону, м
Пересечения в одном уровне	по 50
Кривые в плане при $R < 400$ м	по 50
Кривые в плане при $R > 400$ м	по 100
Мосты и путепроводы	по 75
Участки в местах влияния боковых препятствий с глубокими обрывами рядом с дорогой	по 50
Подходы к тоннелям	по 150

При определении таких участков следует учитывать то, что влияние каждого из мест, где возникают помехи движению (где высокие величины коэффициентов аварийности), распространяется на некоторое расстояние. У каждого из опасных участков свое влияние [12].

При определении частных коэффициентов аварийности для разных участков их значения для упрощения работы принимают ближайшие из приведенных в табл. 2.6.

Зоны влияния участков необходимо учитывать при назначении коэффициентов K_5 , K_8 , K_9 , K_{10} , K_{11} (табл. 2.6) [12].

Таблица 2.6

Значения частных коэффициентов аварийности

Интенсивность движения, тыс. авт./сутки	0,5	1,0	3,0	5,0	6,0	7,0	9,0	11,0	13,0
• K_1 (двухполосные дороги)	1,4	1,1	0,75	1,0	1,15	1,3	1,7	1,8	1,5

Ширина проезжей части, м	4,5	5,5	6,0	7,5	9,0	10,5	14...15
• K_2 при укрепленных обочинах	2,2	1,5	1,35	1,0	0,8	0,7	0,6
• K_2 при неукрепленных обочинах	4,0	2,75	2,5	1,5	1,0	0,9	0,8

Ширина обочин, м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
• K_3 (двухполосные дороги)	2,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,8

Продольный уклон, ‰	20	30	50	70	80
• K_4	1,0	1,25	2,5	2,8	3,0

Радиус кривых в плане, м	50	100	150	200–300	400–600	600–1000	1000–2000	>2000
• K_5	10,0	5,4	4,0	2,25	1,6	1,4	1,25	1,0

Продолжение табл. 2.6

Видимость проезжей части, м	50	100	150	200	250	350	400	500
• К ₆ в плане	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0
• К ₆ в профиле	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4	1,0

Ширина проезжей части мостов по отношению к проезжей части дороги	Меньше 1 м	Равна	Шире на 1 м	Шире на 2 м	Равна ширине земляного полотна
• К ₇	6,0	3,0	2,0	1,5	1,0

Длина прямых участков, км	≤3,0	5	10	15	20	25
• К ₈	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0

Тип пересечения	В одном уровне при интенсивности движения на пересекаемой дороге, % от суммарной на двух дорогах:		
	Меньше 10	10–20	Больше 20
• К ₉	1,5	3,0	4,0

Пересечения в одном уровне, интенсивность движения по основной дороге, авт./сутки	1600–3500	3500–5000	5000–7000 и более
• К ₁₀	2,0	3,0	4,0

Видимость пересечения в одном уровне с примыкающей дорогой, м	60	60–40	40–30	30–20	20
• К ₁₁	1,0	1,1	1,65	2,5	5,0

Число основных полос на проезжей части для прямых направлений движения	2	3 без разметки	3 с разметкой полос движения	4 без разделительной полосы
• К ₁₂	1,0	1,5	0,9	0,8

Окончание табл. 2.6

Расстояние проезжей части от застройки, м, и ее характеристика	50 ¹	50 – 20 ²	50 – 20 ³	20 – 10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶
• K ₁₃ ⁶	1,0	1,25	2,5	5,0	7,5	10,0

Длина населенного пункта, км	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	6,0
• K ₁₄	1,0	1,2	1,7	2,2	2,7	3,0

Длина участков на подходах к населенным пунктам, м	0–100	100–200	200–400
• K ₁₅	2,5	1,9	1,5

Характеристика покрытий	Скользкое, покрытое грязью	Скользкое	Чистое, сухое	Шероховатое старое	Шероховатое новое
Коэффициент сцепления при скорости 60 км/ч	0,2–0,3	0,4	0,6	0,7	0,75
• K ₁₆	2,5	2,0	1,3	1,0	0,75

Расстояние от кромки проезжей части до обрыва глубиной более 5 м ⁷ , м	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0
• K ₁₇ без ограждений	4,3	3,7	3,2	2,75	2,0	1,0
• K ₁₇ с ограждениями	2,2	2,0	1,85	1,75	1,4	1,0

¹ Населенный пункт с одной стороны дороги.

² То же, имеются тротуары или пешеходные дорожки.

³ Населенный пункт с двух сторон дороги, имеются тротуары и полосы местного движения.

⁴ Для местного движения полосы отсутствуют, имеются тротуары.

⁵ Полосы для местного движения и тротуары отсутствуют.

⁶ Если при характеристиках застройки, указанных в сносках, населенный пункт находится с одной стороны дороги, значение K₁₃ берут вдвое меньше.

⁷ При глубине оврага 5 м и менее коэффициент K₁₇ принимают равным 1,0.

Для каждого рассматриваемого участка дороги назначают частные коэффициенты аварийности. Итоговые коэффициенты аварийности для однородных участков по вертикали находят перемножением частных коэффициентов аварийности.

Для выявления опасных участков строят линейный график итоговых коэффициентов аварийности (рис. 2.9).

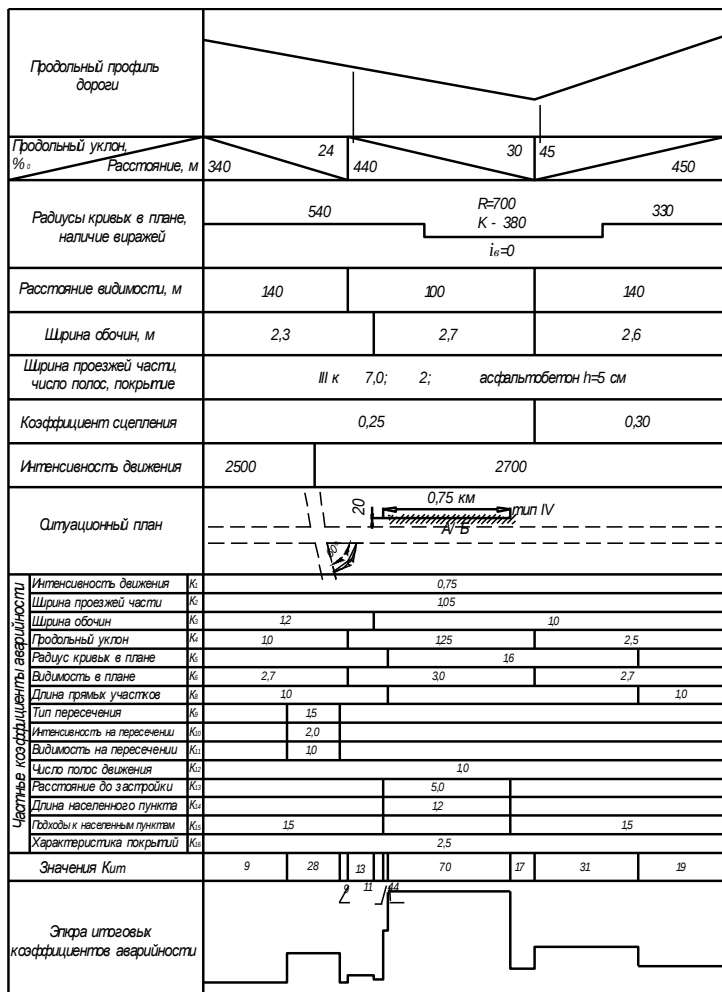


Рис. 2.9. График коэффициентов аварийности

На графике нанесен сжатый план и профиль дороги с выделением всех элементов, от которых зависит безопасность дорожного движения и для которых имеются частные коэффициенты аварийности (продольные уклоны, вертикальные кривые, кривые в плане, населенные пункты, пересекающиеся дороги и т. п.).

В нижней части графика коэффициентов аварийности помещают эпюру итоговых коэффициентов аварийности, «пики» на которой характеризуют участки, наиболее опасные в отношении возможности возникновения ДТП.

Анализ полученных данных может быть использован дорожными организациями:

- для нанесения разметки проезжей части, запрещающей обгон с выездом на полосу встречного движения на участках с $K_{ум} > 10 \dots 20$;
- для нанесения разметки проезжей части, запрещающей обгон и установки знаков ограничения скорости на участках с $K_{ум} > 20 \dots 40$.

Накопленный опыт и статистика ДТП свидетельствуют о том, что частные коэффициенты аварийности объективно отражают влияние дорожных условий.

Задание: получить вариант условной дороги от преподавателя; выявить и оценить опасные участки условной дороги по выбранному варианту задания на формате миллиметровки А3.

Практическая работа № 7. **Оценка опасных участков дорог** **методом коэффициентов тяжести**

Цель работы: установление последовательности перестройки выявленных опасных участков дороги с помощью поправочных стоимостных коэффициентов тяжести последствий ДТП.

Теоретическая часть

После построения графика итоговых коэффициентов аварийности очень важно правильно установить последовательность перестройки выявленных опасных участков дороги. Для этого разработан метод дополнительного учета тяжести ДТП с учетом скоростей транспортных потоков и характера выполняемых маневров на различных участках дороги.

Ухудшение дорожных условий ведет к росту числа ДТП и соответственно увеличению потерь от них. Для установления наиболее опасных

участков дорог вводят поправочные стоимостные коэффициенты тяжести последствий ДТП, учитывающие возможные экономические потери от дорожно-транспортных происшествий.

За единицу дополнительных стоимостных коэффициентов принято среднее значение экономических потерь от одного дорожно-транспортного происшествия при разных дорожных условиях.

Частные коэффициенты тяжести $m_1 \dots, m_2$ имеют различные значения в зависимости от учитываемых факторов (табл. 2.7) [12, 13].

Таблица 2.7

Коэффициенты тяжести
(для дорог в равнинной и слабохолмистой местности)

Учитываемый фактор		Коэффициент тяжести
Ширина проезжей части, м	7,0...7,5	$m_1 = 1,0$
	6,0	$m_2 = 1,2$
Ширина обочин, м	менее 2,5	$m_3 = 0,85$
	более 2,5	$m_4 = 1,0$
Продольный уклон, %	менее 30,0	$m_5 = 1,0$
	более 30,0	$m_6 = 1,25$
Видимость, м	менее 250,0	$m_7 = 0,7$
	более 250,0	$m_8 = 1,0$
Пересечения	в одном уровне	$m_9 = 0,8$
	в разных уровнях	$m_{10} = 0,9$
Населенные пункты		$m_{11} = 1,6$
Число полос движения	1	$m_{12} = 0,9$
	2	$m_{13} = 1,0$
	3	$m_{14} = 1,3$
	4 и более	$m_{15} = 1,0$
Отсутствие ограждений в необходимых местах		$m_{16} = 1,4$
Мосты и путепроводы		$m_{17} = 2,1$
Радиусы кривых в плане, м	менее 350	$m_{18} = 0,9$
	более 350	$m_{19} = 1,0$

При выполнении практических расчетов для установления очередности улучшения участков дороги строят линейный график итогового коэффициента тяжести M_T , равного произведению частных коэффициентов тяжести, т. е.

$$M_T = \prod_1^n m_i .$$

Поправка к итоговым коэффициентам аварийности вводится при $K_{ит} > 15$ (рис. 2.10). Для оценки степени опасности движения по дороге перемножают итоговый коэффициент аварийности и итоговый коэффициент тяжести [12, 13, 14], т. е.

$$K'_{ит} = K_{ит} \cdot M_T.$$

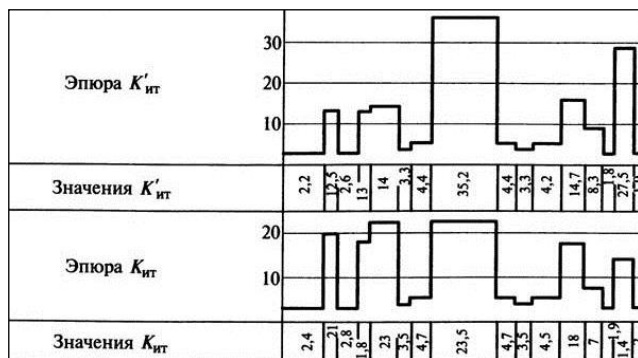


Рис. 2.10. Линейный график коэффициентов аварийности с учетом стоимостных коэффициентов (коэффициентов тяжести)

Задание: на основе предыдущей работы установить последовательности перестройки выявленных опасных участков дороги с помощью поправочных стоимостных коэффициентов тяжести на миллиметровке формата А3.

Практическая работа № 8.

Определение толщины льда для обеспечения безопасности движения по ледовой переправе

Цель работы: определение необходимой толщины льда.

Теоретическая часть

Ледовые переправы на автомобильных дорогах общего пользования устраивают в зимний период в случаях отсутствия мостовых переходов, невозможности устройства паромной переправы или наплавного моста. При определении места ледовой переправы необходимо выбирать наиболее пологие и удобные для подхода к реке берега, промерять глубины русла и толщины льда, а также оценивать качество льда и состояние

снежного. В месте расположения переправ не должно быть полыней, площадок для заготовки льда, выходов грунтовых вод, мест сброса теплых вод, нагромождений торосов.

Место расположения ледовой переправы следует определять с учетом:

- возможности пересечения автомобильной дорогой водотока по кратчайшему пути;
- устройства подходов к ледовой переправе с минимальным объемом земляных работ;
- обеспечения устойчивости берегов реки против размыва;
- хорошего сопряжения льда с берегом;
- равномерности толщины льда по всей переправе;
- отсутствия теплых течений, ослабляющих лед, а также полыней, пропарин и торосов;
- возможности устройства дублирующей ледовой переправы на близком расстоянии от основной.

Автозимники и ледовые переправы обустривают дорожными знаками по ГОСТ Р 52289, которые должны отражать установленную на текущий день грузоподъемность ледяного покрова, скорость движения транспортных средств, минимальную допустимую дистанцию между ними, а также другие условия движения по автозимникам. Дорожные знаки должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52290, опоры дорожных знаков должны соответствовать требованиям ГОСТ 32948. Дислокация дорожных знаков должна согласовываться с заказчиком и утверждаться Государственной инспекцией безопасности дорожного движения.

В процессе содержания ледовых автозимников и переправ следует осуществлять технический надзор за состоянием проезжей части и элементов обустройства, соответствием ледовых автозимников и переправ требованиям стандарта и обеспечения их рабочего состояния, отвечающим условиям безопасности движения транспортных средств и пассажиров, включающим следующие виды работ:

- устранение повреждений и деформаций ледяного полотна, возникающих в процессе эксплуатации ледового автозимника и переправы;
- оценку несущей способности льда при отрицательных температурах воздуха не реже двух раз в месяц, в местах с быстрым течением и на других наиболее опасных участках – раз в семь дней, весной и при зимних оттепелях с температурой воздуха выше 0 °С – ежедневно с целью определения условий пропуска (скорость движения и дистанция между автомобилями) по ледовому автозимнику и переправе;
- ежедневное проведение замеров толщины льда до достижения его минимального допустимого значения для пропуска транспортных средств различной грузоподъемности;

- осуществление контроля за весовыми параметрами пропускаемых по ледовой переправе нагрузок, чтобы не допустить превышения ее грузоподъемности;

- проведение контроля за движением транспортных средств и пассажиров (пешеходов) по ледовым автозимнику и переправе, информирование о возникших аварийных ситуациях, остановках транспортных средств на ледяном покрове;

- выявление снежных заносов и осуществление работ по борьбе с ними;

- обеспечение содержания дорожных знаков, вех и других элементов обустройства в исправном состоянии;

- очистка проезжей части от грязи и мусора;

- ежедневное проведение мониторинга погодных условий;

- введение временного ограничения или прекращения движения транспортных средств, если возникшие условия работы и техническое состояние ледового автозимника и переправы не обеспечивают безопасность эксплуатации.

Безопасность движения по льду зависит от качественного его состояния, определяемого величиной временного сопротивления на изгиб, толщиной льда и характером распределения по нему груза. Это распределение может быть сосредоточенным, равномерным на площади и вытянутым в длину.

Под движущимися грузами лед прогибается, образуя подледную волну. Длина распространения этой волны зависит от толщины ледяного покрова и других факторов. При параллельном встречном движении нельзя допускать, чтобы происходила интерференция волн, вызывающая разрушение ледяного покрова.

Правилами технической эксплуатации автомобильных дорог рекомендуется следующая минимальная толщина льда в зависимости от веса, указанная ниже:

Вес трактора или автопоезда, т	5	10	15	20	25	30	35
h_{min} , см	25	35	40	45	50	55	60

Время в сутках, в течение которого будет получена необходимая толщина льда на озерах и реках с быстрым течением воды, может быть определено по формуле

$$t_{\text{л}} = \frac{\sum t_{\text{г}}}{t_{\text{г}}},$$

где $\sum t_{\theta} = h^2 / 4$ – сумма среднесуточных температур, взятая с положительным знаком за расчетный период льдообразования;

t_{θ} – среднесуточная температура воздуха.

Пример решения. Для автомобиля весом 11 т толщина льда ледяной переправы должна быть равной 30 см. Ледостав начался 1 ноября. Средняя температура по прогнозу за ноябрь – (-10°C). Определить время в сутках, в течение которого будет наращена необходимая толщина льда. Река в месте устройства переправы имеет быстрое течение.

Расчет ведем по формуле $\sum t_{\theta} = h^2 / 4 = 30^2 / 4 = 225$.

Сумма среднесуточных температур может быть представлена как произведение среднесуточной температуры воздуха на число дней, т. е. $\sum t_{\theta} = t_{\text{л}} \cdot t_{\theta}$, откуда $t_{\text{л}} = \sum t_{\theta} / t_{\theta} = -225 / -10 = 22,5$ суток.

Задание: получить вариант задания у преподавателя и определить, пользуясь примером, время в сутках, в течение которого будет наращена необходимая толщина льда.

3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа № 1.

Оценка безопасности движения на пересечениях автомобильных дорог

Цель работы: определение степени сложности (опасности) пересечения.

Теоретическая часть

Исследования дорожно-транспортных происшествий показали, что наибольшее их число происходит в так называемых конфликтных точках.

Конфликтными точками называются точки пересечения в одном уровне траектории движения транспортных средств или транспортных средств и пешеходов, а также в местах отклонения или слияния транспортных потоков (рис. 3.1 и 3.2).

Маневр	Обозначение маневра			
Отклонение				
	Вправо	Влево	Взаимное	Многократное
				
	Справа	Слева	Взаимное	Многократное
Пересечение				
	Справа	Слева	Взаимное	Встречное

Рис. 3.1. Классификация маневров и их обозначения

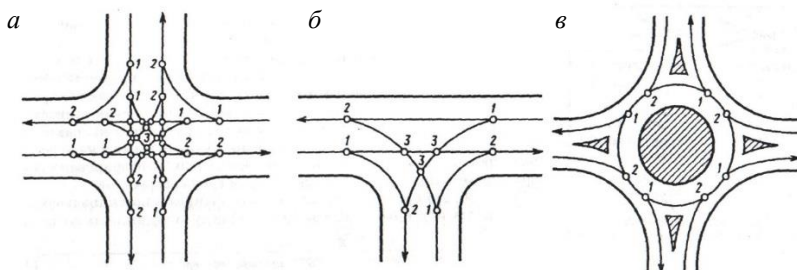


Рис. 3.2. Конфликтные точки отклонения (1), слияния (2) и пересечения (3) на перекрестках различной конфигурации

Степень сложности (опасности) пересечения оценивается по пяти-балльной системе оценки транспортного узла при условии, что точка отклонения оценивается одним условным баллом, слияния – тремя и пересечение – пятью баллами. Тогда сложность (условная опасность) любого пересечения

$$m = n_o + 3 \cdot n_c + 5 \cdot n_n,$$

где n_o , n_c и n_n – число точек соответственно отклонения, слияния и пересечения.

Принято считать узел (перекресток):

- при $m < 40$ – малой сложности (простым);
- при $m = 40-80$ – средней сложности;
- при $m = 81-150$ – сложным;
- при $m > 150$ – очень сложным.

План выполнения работы

1. Для обследования выбирается одно из трех пересечений на группу обучающихся:

- пересечение улиц Сибирский тракт – Восточная – Декабристов;
- пересечение улиц Комсомольской и Библиотечной;
- пересечение улиц Куйбышева и Восточной.

2. Обучающиеся распределяются по одному на каждую конфликтную точку на выбранном пересечении.

3. В течение часа необходимо посчитать интенсивность движения в каждой конфликтной точке отдельно по потокам.

4. После проведения натурных исследований нужно обработать результаты измерения интенсивности движения на пересечении и представить их в графическом виде картограммы интенсивности движения.

5. Определить по формуле степень опасности выбранного пересечения.

Лабораторная работа № 2. Оценка опасных мест на дорогах методом конфликтных ситуаций

Цель работы: выявление и оценка опасных мест на дорогах.

Теоретическая часть

Для выявления и оценки опасных мест на дорогах используется метод конфликтных ситуаций. Он исходит из предпосылки, что случающемуся ДТП всегда предшествуют неоднократно возникающие опасные ситуации, для предотвращения которых один или оба участника движения должны изменить режим движения автомобиля. Метод конфликтных ситуаций используется при разработке проектов реконструкции сложных участков дорог.

Под *конфликтной* понимается *дорожно-транспортная ситуация*, возникающая между участниками дорожного движения или движущимся автомобилем и обстановкой дороги, при которой существует опасность ДТП, но в действиях участников движения не происходит изменений, и они могут продолжать движение.

Степень серьезности назревающей ситуации отражается на продольных и поперечных отрицательных ускорениях, реализуемых водителями при маневрах по предотвращению ДТП.

Различают конфликтные ситуации трех видов:

1) легкие, когда возникновение опасности становится для водителя ясным на достаточно большом расстоянии от конфликтной точки и он имеет возможность своевременно оценить поведение других участников движения;

2) средние, характеризующиеся чаще всего неожиданным появлением опасности или возникающие при неправильной первоначальной оценке складывающейся ситуации;

3) критические, при которых водитель может предотвратить происшествие лишь при максимально быстрой реакции на коротком участке дороги.

Отрицательные ускорения для разных видов ситуации приведены в табл. 3.1.

Количество конфликтных ситуаций каждого типа определяется при реконструкции дорог с использованием метода наблюдений, а при новом строительстве методом математического моделирования. Количество конфликтных ситуаций разной опасности приводят к критическим по формуле

$$K_{пр.крит} = 0,44 K_1 + 0,83 K_2 + K_3 ,$$

где $K_{пр.крит}$ – количество конфликтных ситуаций, приведенных к критическим;

K_1 – количество легких конфликтных ситуаций за время t ;

K_2 – то же, средних конфликтных ситуаций;

K_3 – то же, критических конфликтных ситуаций.

Таблица 3.1

Отрицательные ускорения для разных видов ситуации

Критерии конфликтных ситуаций	Начальная скорость движения, км/ч	Ускорения для конфликтной ситуации, м/с ²		
		легкой K_1	средней K_2	критической K_3
Отрицательные продольные ускорения	более 100	менее 0,9	менее 1,1	1,5
	80 – 100	$1,5 \pm 0,5$	$2,3 \pm 0,3$	2,7
	менее 80	$2,9 \pm 0,8$	$3,0 \pm 0,7$	3,8
Поперечные ускорения	более 100	менее 0,3	менее 0,7	0,8
	80–100	$0,5 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,3$	1,2
	менее 80	$1,0 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,2$	1,7

Участки дорог по опасности оценивают исходя из следующих значений числа конфликтных ситуаций (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Число конфликтных ситуаций на 1 млн. авт.-км	менее 210	210–310	310–460	более 460
Характеристика опасности	неопасно	малоопасно	опасно	очень опасно

В проектах нового строительства и реконструкции дорог недопустимы участки с количеством конфликтных ситуаций, приведенных к критическим, более 210, а при разработке проектов по организации движения на эксплуатируемых дорогах количество конфликтных ситуаций, приведенных к критическим, должно быть менее 310.

Количество конфликтных ситуаций на 1 млн. авт.-км рассчитывается по формуле

$$K = \frac{K_{пр.крит} \cdot 10^6}{N \cdot L},$$

где N – количество автомобилей, прошедших по рассматриваемому участку за год;

L – длина рассматриваемого участка, км.

План выполнения работы: обучающимся необходимо провести оценку степени опасности участка дороги методом эквивалентных критических конфликтных ситуаций по варианту, выданному преподавателем.

Лабораторная работа № 3. Оценка безопасности движения на пересечении (примыкании) в одном уровне

Цель работы: определить степень опасности пересечения (примыкания).

Теоретическая часть

Наиболее аварийными участками являются пересечения автомобильных дорог. Для разработки комплекса мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на пересечениях необходимо знать степень их опасности. Наряду с анализом аварийности на пересечении оценивается опасность движения по каждому направлению.

Степень безопасности дорожного движения на пересечениях в одном уровне зависит от:

- 1) направления и интенсивности пересекающихся потоков движения;
- 2) числа точек пересечения, разветвлений и слияния потоков — конфликтных точек;
- 3) расстояния между конфликтными точками.

При большем числе автомобилей, проходящих через конфликтную точку, более вероятны ошибки водителей, приводящие к возникновению дорожно-транспортных происшествий.

Условия работы пересечений автомобильных дорог и примыканий к ним значительно сложнее, чем дорог на подходах к ним.

Возможные траектории движения автомобилей на 4-х стороннем пересечении в одном уровне (рис. 3.2) образуют 16 точек пересечений, 8 точек разветвлений и 8 точек слияния потоков.

Определение типа пересечения (примыкания)

Планировка пересечений автомобильных дорог в одном уровне должна быть зрительно ясной и простой, направления движения в зоне пересечения должны быть видимы водителями заблаговременно.

Планировка пересечения и средства организации движения должны подчеркивать преимущественные условия проезда по главной дороге

(дороге с наиболее высокой интенсивностью движения), допуская некоторое усложнение выполняемых маневров с второстепенной дороги.

Для создания условий восприятия дорожной обстановки целесообразно размещать пересечения на вогнутых участках продольного профиля, на прямых или кривых в плане радиусом не менее 600–800 м. Продольные уклоны на пересекающихся дорогах не должны превышать 40 ‰.

Земляное полотно в зоне пересечения располагают в нулевых отметках или насыпях не выше 1 м. Откосы земляного полотна устраивают не круче 1:3.

Нельзя располагать пересечения автомобильных дорог в выемках. В исключительных случаях с целью обеспечения видимости в зоне пересечения производится срезка откосов выемки.

Варианты планировочных решений пересечения (рис. 3.3) следует выбирать по номограмме, представленной на рис. 3.4.

Планировочное решение пересечения и примыкания с обозначением элементов пересечения и примыкания выбирают по Типовым материалам для проектирования серии 503-0-51.89 (альбом 1).

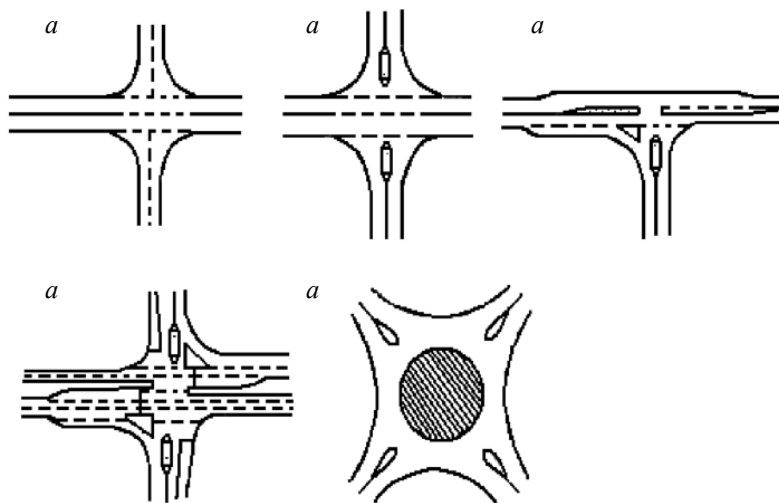
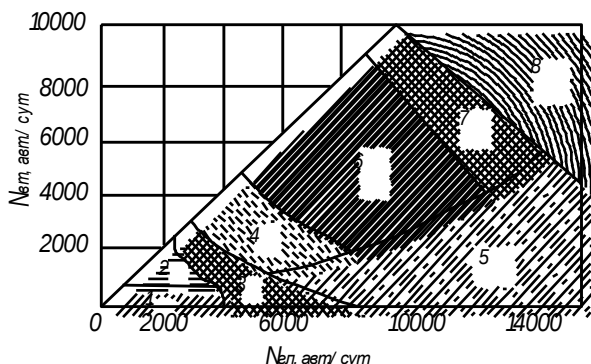


Рис. 3.3. Схемы планировочных решений пересечений:

- а – простое необорудованное пересечение; б – частично канализированное пересечение с направляющими островами на второстепенной дороге;
- в, г – полностью канализированное примыкание и пересечение с направляющими островами на обеих дорогах, с переходно-скоростными полосами; д – кольцевые саморегулируемые пересечения



$N_{вт}$ – перспективная интенсивность движения по второстепенной (менее загруженной) дороге, авт./сутки;

$N_{гл}$ – перспективная интенсивность движения по главной (более загруженной) дороге, авт./сутки;

1 – простое необорудованное пересечение⁸;

2 – частично канализированные пересечения с направляющими островками на второстепенной дороге⁹;

3 – полностью канализированные пересечения и примыкания с направляющими островками на обеих дорогах, переходно-скоростными полосами, разметкой проезжей части¹⁰;

4 – конкурирующие варианты кольцевых пересечений: со средними центральными островками; с малыми центральными островками; с большими центральными островками (при числе пересекающихся полос более 5); с пересечением в разных уровнях;

5 – конкурирующие варианты пересечений: кольцевые пересечения, обеспечивающие лучшие условия движения по главному направлению (эллиптический центральный островок); в разных уровнях, при стадийном строительстве (I этап – кольцевые пересечения; II этап – пересечения в разных уровнях);

6 – конкурирующие варианты пересечений: кольцевые с малыми центральными островками; в разных уровнях;

7 – конкурирующие планировочные решения: стадийное развитие (I этап – кольцевые пересечения; II этап – пересечения в разных уровнях; пересечения в разных уровнях);

8 – пересечения в разных уровнях.

Рис. 3.4. Номограмма для выбора типа пересечения

⁸ См. рис. 3.3, а.

⁹ См. рис. 3.3, б.

¹⁰ См. рис. 3.3, в, г.

Окончательное планировочное решение устанавливается технико-экономическим расчетом по размеру суммарных приведенных затрат. При этом следует учитывать строительную стоимость пересечения, затраты на ремонт и содержание, эксплуатационные и автотранспортные расходы по каждому варианту, потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий и от изъятия земельных угодий.

Определение числа конфликтных ситуаций на проектируемом пересечении и степень его опасности

На пересечениях в одном уровне безопасность движения зависит от направления и интенсивности пересекающихся потоков, конфликтных точек, а также от расстояния между этими точками. Чем больше автомобилей проходит через конфликтную точку, тем больше вероятность возникновения в ней ДТП.

Опасность конфликтной точки можно оценить по возможной аварийности в ней (количество ДТП за 1 год):

$$q_i = \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i \cdot 10^{-7} \cdot 25}{K_z},$$

где K_i – относительная аварийность конфликтной точки (принимается согласно табл. 3.3);

M_i и N_i – интенсивность движения пересекающихся в ней потоков, авт./сутки;

K_z – коэффициент годовой неравномерности.

Коэффициент годовой неравномерности вводят в тех случаях, когда нужно оценить опасность движения по пересечению в периоды сезонных пиков интенсивности. Значение коэффициента меняется от 0,05 до 0,13. Его определяют по данным учета интенсивности движения как отношение среднесуточной интенсивности движения в каждом месяце к годовой среднесуточной интенсивности. Коэффициент 25 введен в формулу для учета среднего количества рабочих дней в месяце, в течение которых загрузка дороги резко превышает загрузку в нерабочие дни.

Для вновь проектируемых дорог степень годовой неравномерности принимаем равным 365 дней. Степень опасности пересечения оценивается показателем безопасности движения K_a , характеризующим число дорожно-транспортных происшествий на 10 млн автомобилей, прошедших через пересечение, т. е.

$$K_a = \frac{10^7 G K_z}{25 (M + N)},$$

где G – вероятное количество дорожно-транспортных происшествий за 1 год в i -й конфликтной точке, $G = \sum q_i$;

n – число конфликтных точек на пересечении;

K_r – коэффициент годовой неравномерности движения (табл. 3.4);

M, N – интенсивность движения соответственно на главной и второстепенной дороге, авт./сутки;

25 – коэффициент, учитывающий влияние среднего числа дней в году.

Таблица 3.3
Значения относительной аварийности конфликтной точки

Условия движения	Направления движения автомобилей	Характеристика пересечения	Значения K_i пересечений	
			необорудованных	канализированных
1	2	3	4	5
Слияние потоков	Правый поворот	$R < 15$ м	0,0250	0,0200
		$R = 15$ м	0,0040	0,0020
		$R = 15$ м*	0,0003	0,0030
	Левый поворот при угле пересечения дорог, град.: до 30 < 40 50–75 90 120 150 –	$10 < R < 25$ м	0,0045	0,0017
			0,0030	0,0017
			0,0025	0,0017
			0,003	0,0017
			0,0048	0,0017
			0,0053	0,0017
		$10 < R < 25$ м**	0,0005	0,0005
Пересечение потоков	Пересечение	$\alpha \leq 30^\circ$	0,0080	0,0040
		$50^\circ \leq \alpha \leq 75^\circ$	0,0036	0,0018
		$90^\circ \leq \alpha \leq 120^\circ$	0,0120	0,0060
		$120^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	0,0210	0,0105
Разделение потоков	Правый поворот	$R < 15$ м	0,0200	0,0200
		$R = 15$ м	0,0060	0,0060
		$R = 15$ м*	0,0001	0,0001
	Левый поворот	$R < 10$ м	0,0300	0,0300
		$10 < R < 25$ м $R > 15$ м***	0,0040 0,0010	0,0025 0,0010

Окончание табл. 3.3

1	2	3	4	5
Два поворачивающих потока	Разделение потока на два направления	–	0,0015	0,0010
	Пересечение двух левоповоротных потоков	–	0,0020	0,0005
	Слияние поворачивающих потоков	–	0,0025	0,0012
* – Имеются переходно-скоростные полосы и переходные кривые ** – Имеются переходные кривые *** – Имеются переходно-скоростные полосы				

Таблица 3.4

Коэффициент годовой неравномерности движения
при среднегодовой суточной интенсивности движения

Месяц	Коэффициент годовой неравномерности движения K_{Γ} при среднегодовой суточной интенсивности движения, авт./сутки			
	До 1000	1000–2000	2000–6000	Более 6000
Январь	0,00885	0,08	0,051	0,051
Февраль	0,086	0,066	0,055	0,0585
Март	0,086	0,0714	0,055	0,067
Апрель	0,08	0,075	0,069	0,079
Май	0,08	0,085	0,075	0,085
Июнь	0,086	0,0714	0,086	0,0855
Июль	0,0816	0,784	0,116	0,1
Август	0,0875	0,085	0,123	0,132
Сентябрь	0,09	0,11	0,113	0,108
Октябрь	0,084	0,096	0,87	0,089
Ноябрь	0,0715	0,085	0,0834	0,08
Декабрь	0,0775	0,079	0,076	0,078

В зависимости от значения K_a пересечения по степени опасности классифицируют следующим образом:

K_a	Менее 3	3,1–8,0	8,1–12,0	Более 12
Характеристика пересечения	Неопасное	Малоопасное	Опасное	Очень опасное

На вновь проектируемых дорогах показатель безопасности на пересечениях в одном уровне не должен превышать 8.

Мероприятия, обеспечивающие безопасность движения на перегоне и пересечении (примыкании)

Эффективность работы средств организации дорожного движения во многом зависит от правильности учета условий их применения. Применение любого средства регулирования обеспечивает снижение аварийности при условии выбора этого средства с учетом особенностей восприятия его водителем и учетом влияния его на режим движения. В одних и тех же дорожных условиях с изменением интенсивности движения резко меняются условия работы водителей, режимы движения всего транспортного потока, уровни удобства движения. Все это приводит к изменению требований к средствам регулирования и выбору их типов.

Для каждого из четырех уровней удобства движения характерны свои виды дорожно-транспортных происшествий (табл. 3.5).

При разработке мероприятий по организации дорожного движения не следует ориентироваться на использование какого-либо одного средства регулирования при любой загрузке дороги движением. Необходимо гибкий учет изменения состояния транспортного потока. Наиболее эффективными следует считать средства регулирования, позволяющие устанавливать меняющиеся в зависимости от загрузки дороги оптимальные режимы движения транспортных средств.

Практика доказывает ошибочность мнения об отсутствии необходимости в разметке проезжей части и установке отдельных дорожных знаков при малой интенсивности движения. Наличие этих средств регулирования во всех случаях должно предусматриваться в проекте дорог.

При сдаче дорог в эксплуатацию разметка проезжей части и дорожные знаки должны применяться как обязательные элементы оборудования дороги. Без нанесения разметки проезжей части и установления дорожных знаков дорога не должна приниматься в эксплуатацию.

Все дополнительные затраты на установку новых средств регулирования быстро окупаются благодаря снижению аварийности и улучшению условий движения.

Таблица 3.5

Характеристика уровней удобства движения
на автомобильной дороге

Уровень удобства движения	Коэффициент загрузки дороги движением z	Условия движения	Основная причина ДТП	Средства регулирования	Расположение знаков и указателей
1	2	3	4	5	6
А	0,2	Свободные	Превышение скорости движения, потеря управления, невнимательность водителя	Разметка проезжей части; предупреждающие знаки; направляющие устройства	Сбоку от дороги
Б	0,2...0,5	Появления групп и пачек автомобилей	Неправильный обгон	Знаки и разметка, ограничивающие маневры и предупреждающие об изменениях дорожных условий; световые указатели скорости движения; многопозиционные знаки	Сбоку от дороги с дублированием на противоположной стороне дороги
В	0,5...0,75	Обгоны затруднены	Недооценка водителями скорости впереди идущего автомобиля и расстояния до него	Разметка проезжей части, дублируемая знаками; островки; светофоры; многопозиционные знаки	Сбоку от дороги с дублированием на встречной полосе дороги; около крупных пересечений над проезжей частью

Окончание табл. 3.5

1	2	3	4	5	6
Г	0,7...1,0	Сплошной транспортный поток	Несоблюдение безопасной дистанции движения	Знаки, рекомендуемые дистанцию движения; автоматические системы регулирования; телевизионные камеры; знаки, дублирующие разметку проезжей части	Над проезжей частью с установкой перед ними дублирующих указателей и знаков сбоку от дороги; основные указатели освещаются

Выбор и применение всех средств регулирования с учетом загрузки дорог движением, степени опасности отдельных участков дороги, состава транспортного потока и скоростей движения позволяют существенно повысить безопасность движения и улучшить условия движения на автомобильных дорогах.

Неравномерность загрузки движением отдельных участков дорог часто вызывается местными снижениями пропускной способности, связанными с несоответствием элементов дороги требованиям движения. Требуется проведение выборочной реконструкции дороги для устранения участков, резко ухудшающих ее транспортно-эксплуатационные качества.

Выборочная реконструкция дороги должна быть направлена на устранение наиболее опасных мест концентрации дорожно-транспортных происшествий по данным ГИБДД МВД России и дорожной службы, а также мест заторов и сильных стеснений движения, в которых пропускная способность дороги оказывается недостаточной, на выравнивание эпюр скоростей движения для обеспечения значений коэффициентов безопасности не менее 0,7...0,8 (в крайнем случае – 0,6).

Для повышения пропускной способности отдельных участков в целях выравнивания ее на всем протяжении автомобильной дороги рекомендуются мероприятия, назначаемые в зависимости от коэффициента загрузки дороги.

При исправлении отдельных трудных участков дорог и улучшении условий движения по ним можно руководствоваться рекомендациями по организации дорожного движения, указанными в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Рекомендации по организации дорожного движения
при исправлении отдельных трудных участков дорог
и улучшении условий движения

Коэффициент загрузки	Направление мероприятий по организации дорожного движения для участков дорог			
	На подъемах	На кривых в плане	При ограниченной видимости в продольном профиле	Вблизи автобусной остановки
0,2	Осевая разметка, установка ограждений	Разметка проезжей части	Осевая разметка с уширением каждой полосы движения на 1 м	Простой «карман» отгонов ширины с площадкой для пассажиров
0,2...0,5	Устройство уширений в верхней и нижней частях подъема с укреплением обочин	Уширение проезжей части с разметкой, обеспечение фактической видимости 600...700 м	Устройство островка в пределах вертикальной кривой и укрепление обочин	Устройство отгонов ширины проезжей части
0,5...0,8	Устройство дополнительной полосы движения в пределах выпуклой вертикальной кривой	Устройство разделительного островка по оси проезжей части	То же	Устройство разделительного островка
0,8...1	Устройство дополнительной полосы движения на протяжении всего подъема	Увеличение радиуса кривой	Увеличение радиуса выпуклой вертикальной кривой	Установка ограждений для пешеходов, увеличение длины отгона с учетом встраивания в транспортный поток

Пересечения на многих дорогах старой постройки имеют нерациональную планировку, оказывающую отрицательное влияние на уровень аварийности. Так, пересечения и примыкания дорог под углом менее 25° характеризуются повышенной опасностью, а менее 10° – очень опасны.

С целью повышения безопасности движения проводят реконструкцию примыканий:

- путем смещения места примыкания;
- устройством соединительной вставки;
- строительством двух примыканий вместо одного пересечения;
- организацией дополнительной полосы для правоповоротного потока (рис. 3.6).

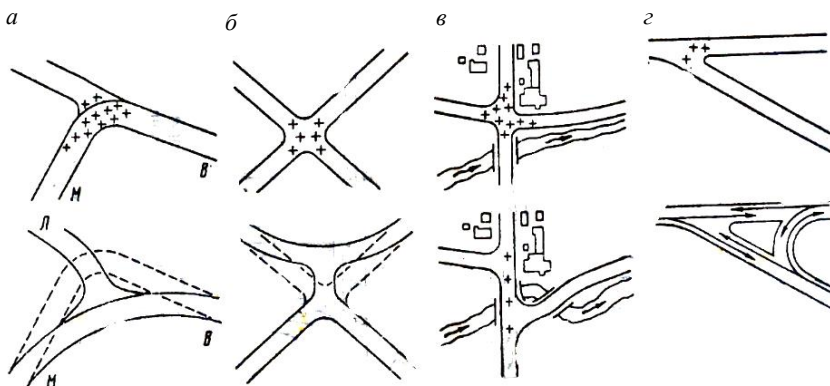


Рис. 3.6. Примеры ДТП до и после реконструкции участков дороги с неправильным примыканием второстепенных дорог:

- а* – отделение направления главных потоков движения от второстепенных путем смещения места примыкания; *б* – то же, путем разделения дорог с устройством между ними соединительной вставки; *в* – реконструкция пересечения в два примыкания; *г* – устройство дополнительной полосы для поворачивающих автомобилей на примыкании под острым углом (вверху – пересечения до реконструкции, внизу – после реконструкции; крестиками показаны места ДТП)

Одним из мероприятий, существенно повышающих безопасность движения, является канализирование пересечений, т. е. выделение на них полос движения для различных направлений и уменьшение конфликтных точек пересечения траекторий движения автомобилей.

На канализированных пересечениях полосы движения выделяют устройством разделительных островков.

При этом должны соблюдаться следующие принципы:

- планировка пересечения должна четко выделять пути движения автомобилей, обеспечивая преимущество скоростного и транзитного движения;
- конфигурация пересечения должна предоставлять водителю возможность выбора не более одного направления движения, которое подчеркивается средствами зрительного ориентирования, расположением направляющих островков и разметкой;
- в целях большей ясности для водителя количество островков должно быть минимально необходимым.

Расположение островков должно зрительно перекрывать возможность их объезда по неправильному направлению.

Основными типами островков являются каплеобразные, определяющие траектории левых поворотов и осевые островки на главной дороге, разделяющие движение и перекрывающие полосу для остановки автомобилей, ожидающих возможность левого поворота на второстепенную дорогу (рис. 3.7).

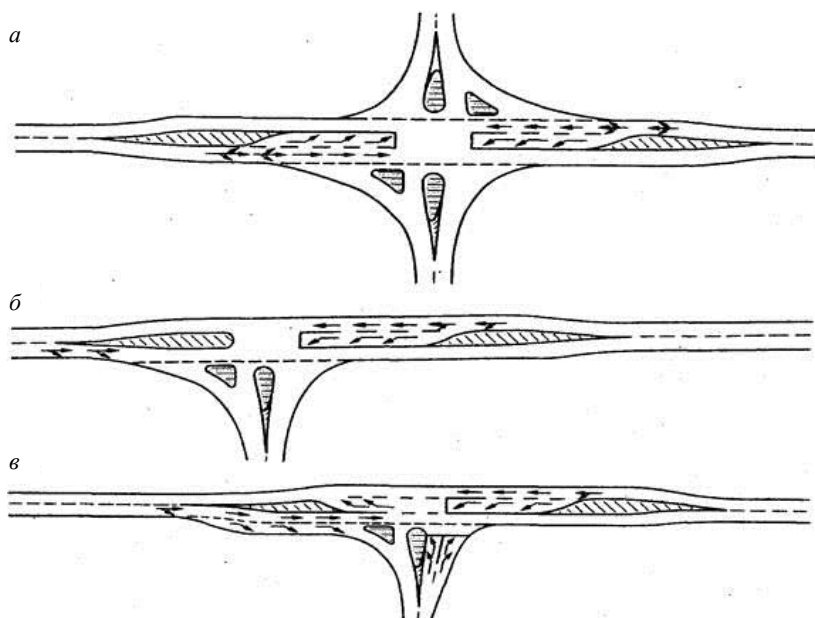


Рис. 3.7. Примеры канализированных пересечений и примыканий:

- а* – перекресток; *б* – примыкание;
в – примыкание с переходно-скоростной полосой

Треугольные островки служат для разделения правоповоротного и прямого движения и направляют левоповоротные потоки. Стороны треугольных островков должны быть не менее 3 м, каплеобразные вместе с продолжающей их разметкой проезжей части – 30 м. Ширина полос движения на прямых участках – не менее 3,5 м, а у начала островков – не менее 4...4,5 м (рис. 3.8).

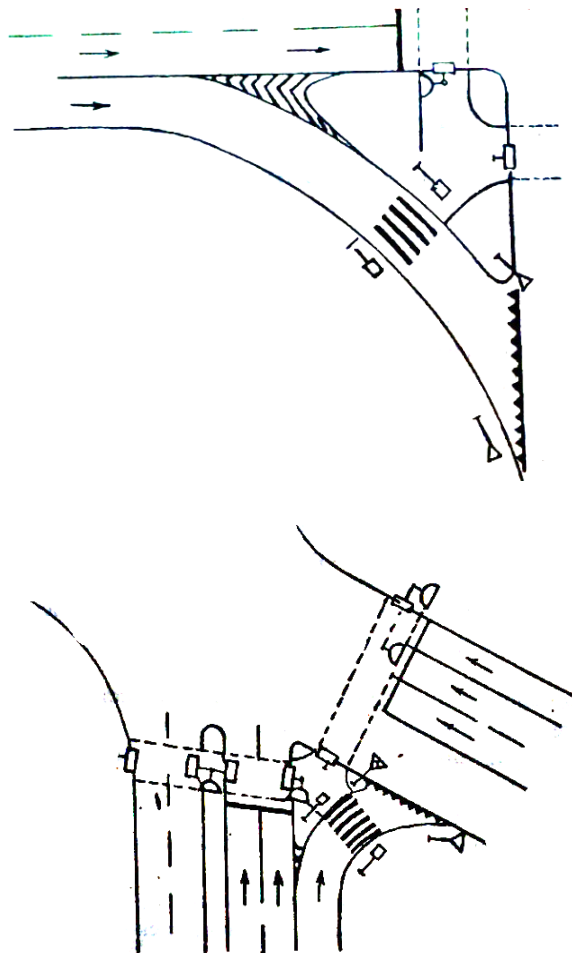


Рис. 3.8. Примеры использования треугольных разделительных островков:
вверху – обустройство большого островка;
внизу – применение островка на косоугольном перекрестке

При устройстве канализированных пересечений необходимо учитывать распределение транспортных потоков, их интенсивность и угол пересечения или примыкания дорог (рис. 3.9).

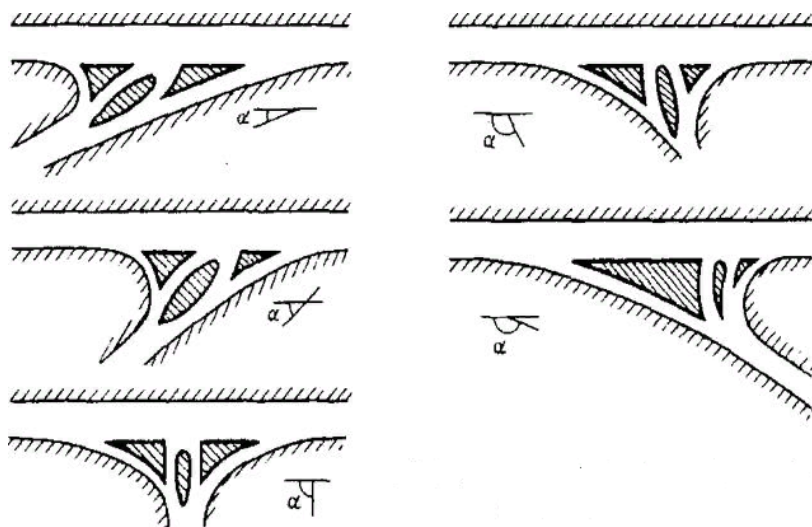


Рис. 3.9. Очертания разделительных островков в зависимости от угла пересечения или примыкания

Примеры правильного применения технических средств организации движения на подходах к перекрестку, на У-образных, кольцевых, Т-образных, 4-х и 5-сторонних пересечениях, а также на пересечениях дорог с разделительными полосами и в разных уровнях показаны на рис. 3.10–3.21.

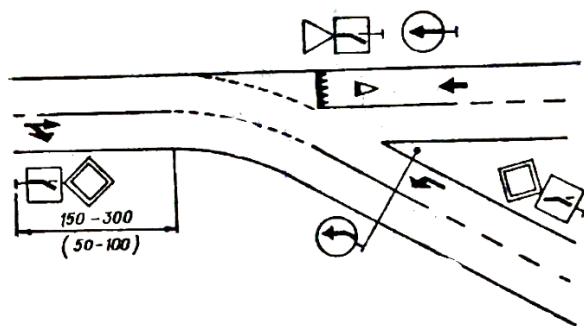


Рис. 3.10. Применение знаков приоритета на У-образных пересечениях дорог

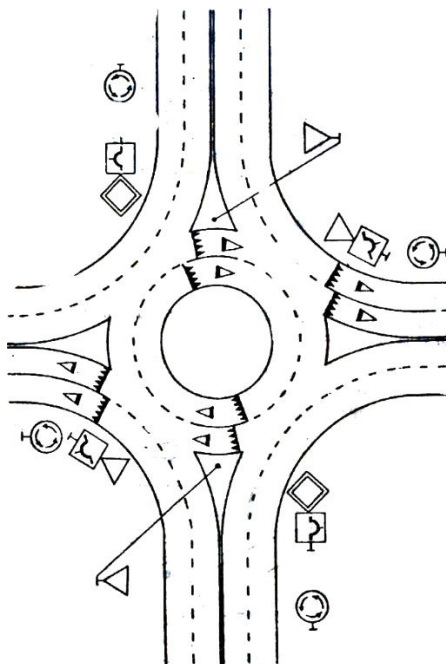


Рис. 3.11. Применение знаков приоритета на кольцевых пересечениях, где одна из дорог является главной

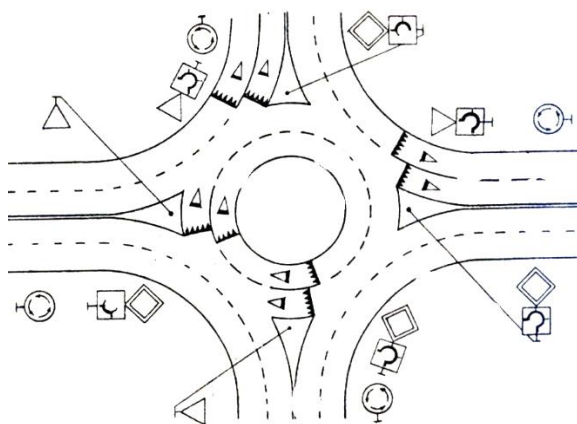


Рис. 3.12. Применение знаков приоритета на кольцевых пересечениях при изменении направления главной дороги

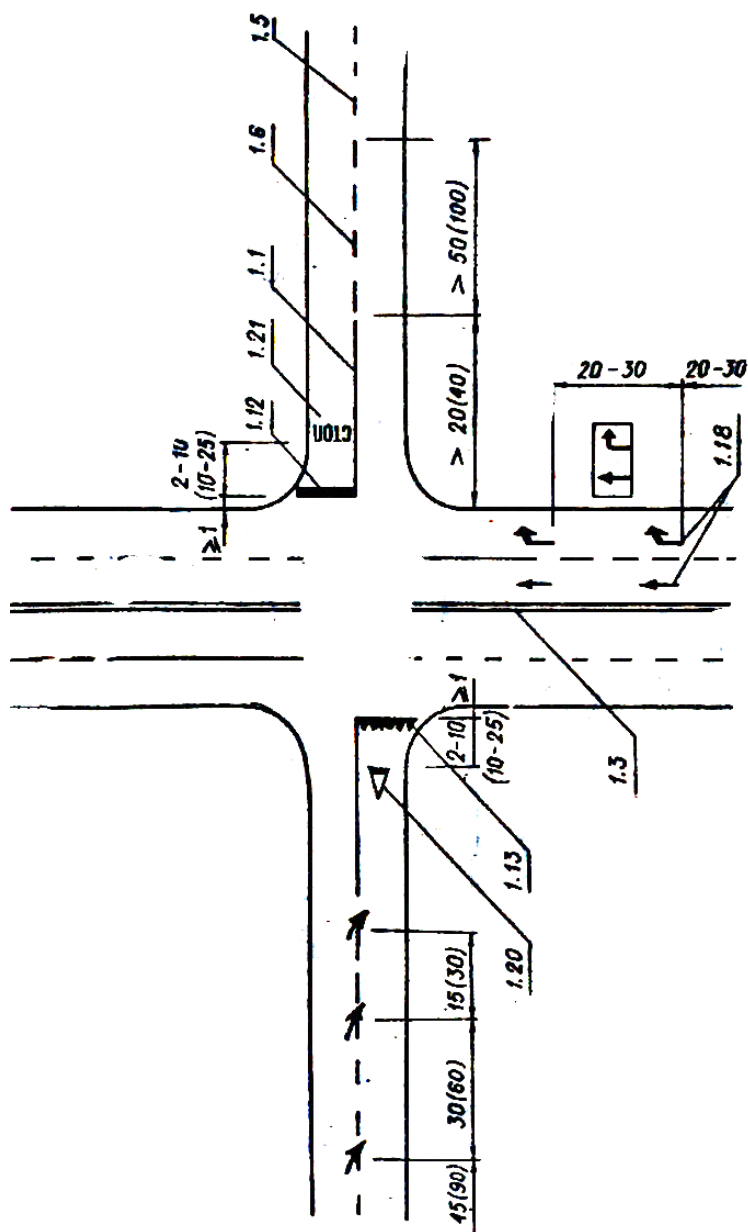


Рис. 3.13. Применение разметки на подходах к перекрестку

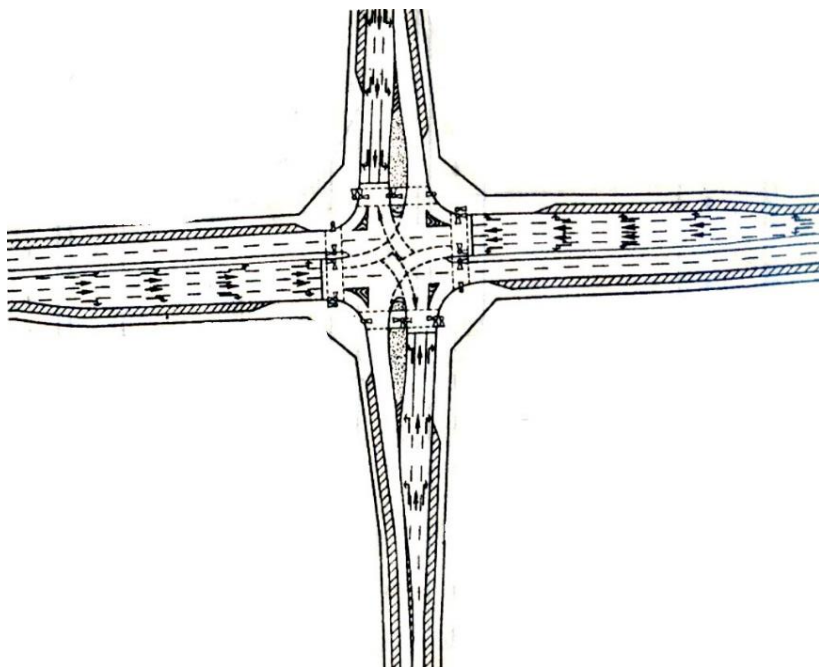


Рис. 3.14. Планировка полностью канализированного четырехстороннего пересечения

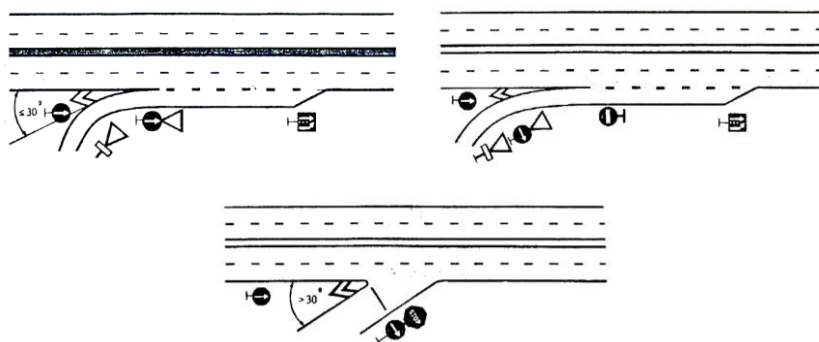


Рис. 3.15. Примеры применения дорожных знаков на примыканиях соединительных съездов:верху слева – на дороге с разделительной полосой,верху справа и снизу – на дороге без разделительной полосы

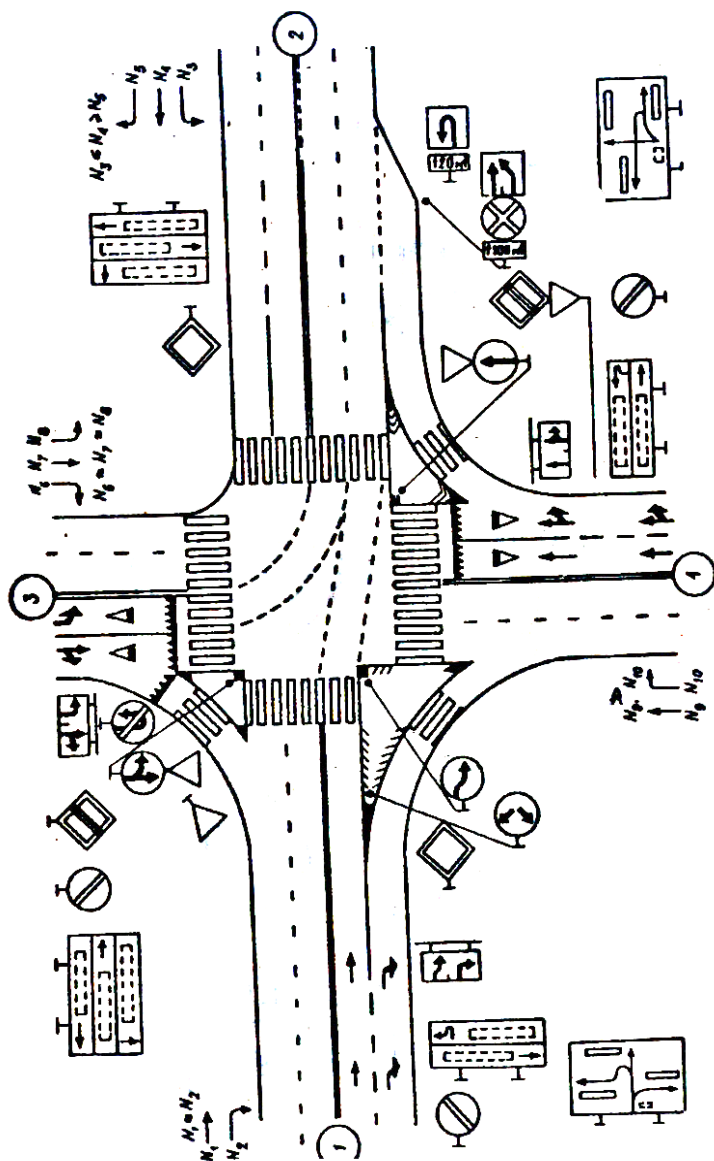


Рис. 3.16. Применение технических средств организации движения на четырехстороннем перекрестке

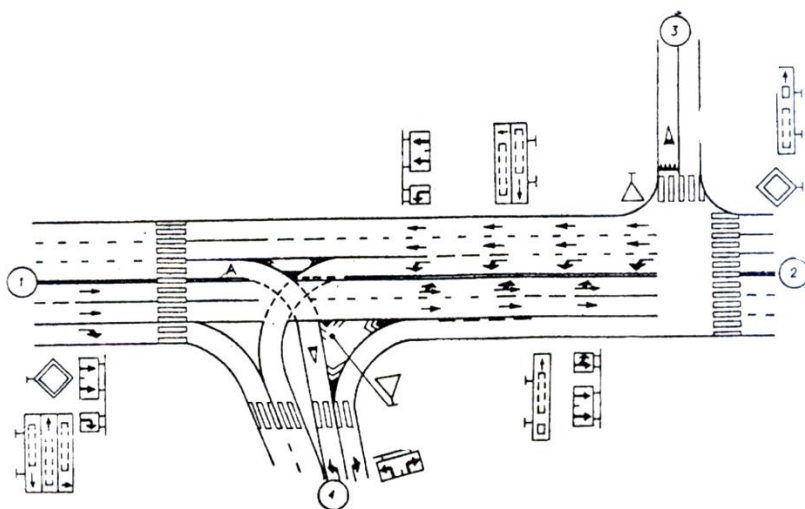


Рис. 3.17. Применение технических средств организации движения на двух близкорасположенных Т-образных перекрестках при прямолинейном направлении главной дороги

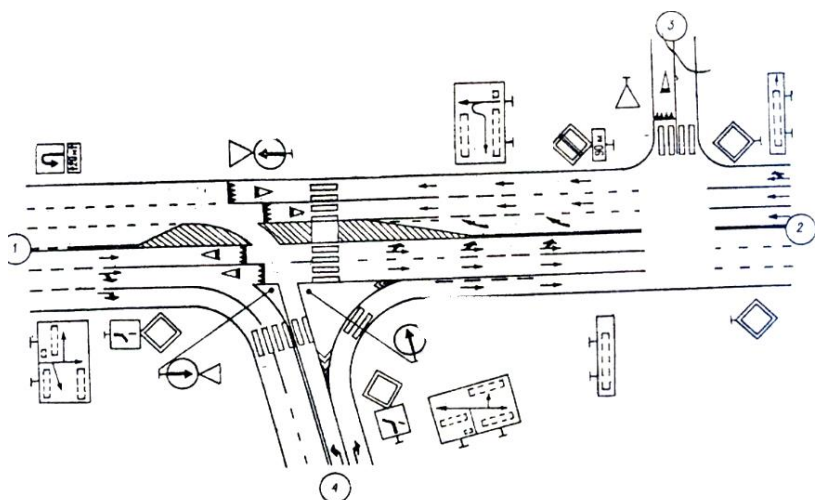


Рис. 3.18. Применение технических средств организации движения на двух близкорасположенных Т-образных перекрестках при изменении направления главной дороги

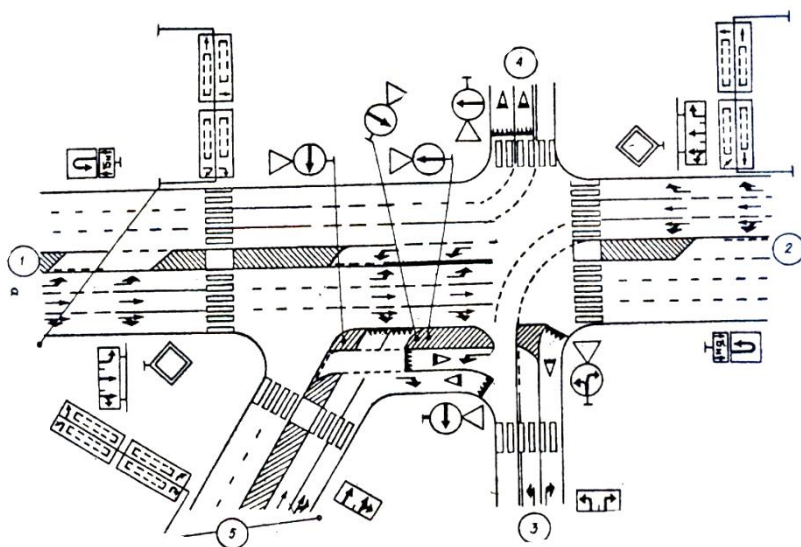


Рис. 3.19. Применение технических средств организации движения на пятистороннем перекрестке при прямолинейном направлении главной дороги

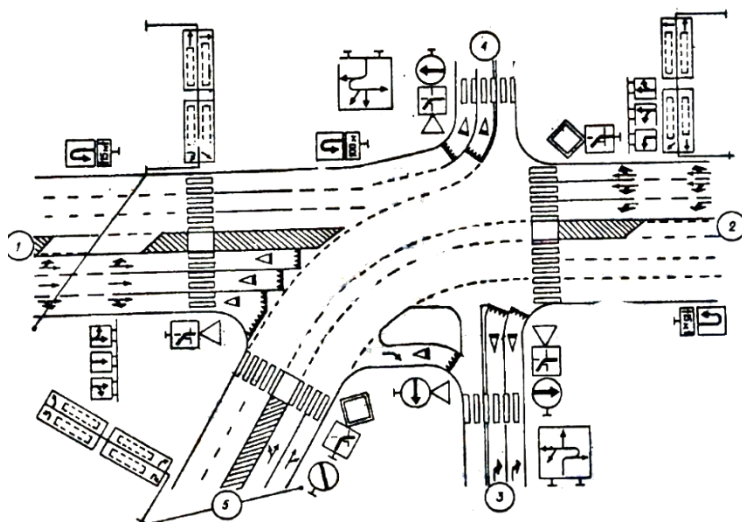


Рис. 3.20. Применение технических средств организации движения на пятистороннем перекрестке при изменении направления главной дороги

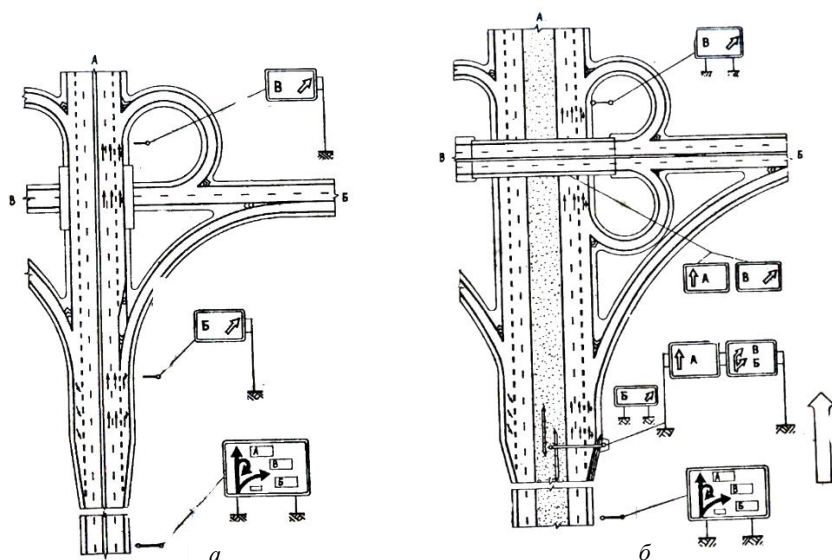


Рис. 3.21. Применение разметки и средств маршрутного ориентирования на пересечениях в разных уровнях:

а – главная дорога проходит поверху; б – главная дорога проходит внизу

Примерный перечень возможных мероприятий по совершенствованию дорожных условий и организации дорожного движения приведен в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Перечень мероприятий по повышению безопасности дорожного движения

№ п/п	Перечень мероприятий
1	2
<i>1. Совершенствование дорожных условий</i>	
1.1	Обеспечение ровности проезжей части, укрепление обочин, устройство шероховатой поверхностной обработки на опасных участках дорог (населенные пункты, подходы к мостам, спуски, пересечения, кривые малого радиуса, высокие насыпи)
1.2	Уширение проезжей части (на кривых) в плане малого радиуса, искусственных сооружений, уширение обочин
1.3	Устройство дополнительных полос движения на подъемах, спусках и на участках с низкой пропускной способностью
1.4	Устройство виражей на кривых в плане малого радиуса
1.5	Улучшение условий видимости на кривых в плане и продольном профиле

1	2
1.6	Строительство переходно-скоростных полос на пересечениях в одном и разных уровнях
1.7	Строительство «заездных карманов» на остановках общественного транспорта
1.8	Устройство канализированных пересечений в одном уровне. Закрытие «диких съездов»
1.9	Строительство обходов населенных пунктов
1.10	Строительство площадок отдыха, линий связи на дорогах
1.11	Установка ограждений на опасных участках или уполоаживание откосов
1.12	Строительство тротуаров и пешеходных дорожек в населенных пунктах
1.13	Освещение проезжей части в населенных пунктах и других опасных мест на дорогах и улицах
1.14	Устройство велодорожек, строительство подземных пешеходных переходов
1.15	Устройство дополнительных полос на автомобильных дорогах в зоне железнодорожных переездов, строительство пересечений в разных уровнях
<i>2. Совершенствование организации движения</i>	
2.1	Установка светофорных объектов
2.2	Изменение режима работы светофорного объекта (время цикла, длительность фаз)
2.3	Оборудование магистралей системами координированного и реверсивного регулирования
2.4	Внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением на улично-дорожной сети города
2.5	Применение знаков, запрещающих полное или частичное движение определенным видам транспортных средств по конкретным направлениям, отдельным полосам, на отдельных участках улично-дорожной сети города
2.6	Организация одностороннего, грузового, приоритетного движения
2.7	Изменение схем организации движения на опасных участках
2.8	Запрещение остановки и стоянки транспортных средств
2.9	Изменение расположения остановок общественного транспорта
2.10	Введение ограничений по видам транспортных средств, времени суток, дням недели. Введение ограничения скорости движения
2.11	Оборудование или дооборудование железнодорожных переездов сигнализацией, дорожными знаками, светофорами
2.12	Разработка схем маршрутного ориентирования, совершенствование информации
2.13	Организация жилых и пешеходных зон
2.14	Проведение обследований улично-дорожной сети города

Выбор средств и методов организации дорожного движения

Эффективность работы средств организации дорожного движения во многом зависит от правильности учета условий их применения. Применение любого средства регулирования обеспечивает снижение аварийности при условии выбора этого средства с учетом особенностей восприятия его водителем и учетом влияния его на режим движения. В одних и тех же дорожных условиях с изменением интенсивности движения резко меняются условия работы водителей, режимы движения всего транспортного потока, уровни удобства движения. Все это приводит к изменению требований к средствам регулирования и выбору их типов.

Для каждого из четырех уровней удобства движения характерны свои виды дорожно-транспортных происшествий.

При **уровне удобства движения А** основными причинами дорожно-транспортных происшествий являются превышение скорости, потеря управления, невнимательность водителей. Движение осуществляется в свободных условиях с высокими скоростями. Все это указывает на необходимость широкого применения средств регулирования, предупреждающих водителей об изменяющихся дорожных условиях. *Таковыми средствами являются:*

- 1) разметка проезжей части (в первую очередь оси дороги и кромки проезжей части на опасных участках);
- 2) дорожные знаки, предупреждающие о безопасных скоростях движения;
- 3) направляющие столбики.

При этом уровне удобства видимость средств регулирования не ограничивается наличием других автомобилей на проезжей части, поэтому знаки могут располагаться сбоку от дороги. В отдельных случаях эффективным может оказаться ограничение скорости движения.

При **уровне удобства движения Б** основной причиной дорожно-транспортных происшествий является неправильный обгон. *В этих условиях наиболее эффективными мероприятиями являются:*

- 1) ограничение обгонов и организация их проведения разметкой;
- 2) совершенствование способов информации об этом водителей;
- 3) регулирование маневров автомобилей, скоростей движения всего потока и отдельных групп автомобилей.

В качестве средств регулирования применяются:

- 1) дорожные знаки, ограничивающие обгоны разных групп автомобилей;

2) двойная осевая разметка проезжей части, позволяющая регулировать обгоны;

3) светящиеся предупреждающие указатели;

4) зеркала.

О начале запрещающей разметки водители предупреждаются направляющими стрелками. Все указатели и знаки при такой загрузке дублируются на противоположной стороне дороги, так как у значительной части водителей, выезжающих на обгон, отсутствует возможность видеть знаки, стоящие сбоку от дороги, из-за наличия других автомобилей.

При уровне удобства движения В основной причиной дорожно-транспортных происшествий является недооценка водителями скорости движения впереди идущего автомобиля и в отдельных случаях неправильно выбранного интервала движения. *При этом уровне удобства движения необходимо применять:*

1) знаки, рекомендуемые выбор интервала движения;

2) световые табло, указывающие безопасные скорости движения;

3) на отдельных участках дорог необходимо дублирование разметки проезжей части дорожными знаками из-за ее плохой видимости при движении в плотном транспортном потоке.

При уровне удобства движения Г движение транспортного потока происходит в виде непрерывной колонны с часто возникающими заторами. В этих условиях основным средством предотвращения дорожно-транспортных происшествий является соблюдение водителями безопасного интервала между автомобилями. *В качестве средств регулирования, позволяющих осуществление оперативного влияния на движение транспортного потока, применяются:*

1) автоматические системы регулирования;

2) световые табло с меняющейся информацией;

3) полное канализирование движения на пересечениях в одном уровне;

4) телевидение;

5) дублирование разметки проезжей части знаками и установка знаков над проезжей частью.

При разработке мероприятий по организации дорожного движения не следует ориентироваться на использование какого-либо одного средства регулирования при любой загрузке дороги движением. Необходим гибкий учет изменения состояния транспортного потока. Наиболее эффективными следует считать средства регулирования, позволяющие устанавливать меняющиеся в зависимости от загрузки дороги оптимальные режимы движения транспортных средств.

Практика доказывает ошибочность мнения об отсутствии необходимости в разметке проезжей части и установке отдельных дорожных знаков

при малой интенсивности движения. Наличие этих средств регулирования во всех случаях должно предусматриваться в проекте дорог.

При сдаче дорог в эксплуатацию разметка проезжей части и дорожные знаки должны применяться как обязательные элементы оборудования дороги. Без нанесения разметки проезжей части и установления дорожных знаков дорога не должна приниматься в эксплуатацию.

Таким образом, для выбора средств регулирования движения с учетом особенностей их применения на дорогах с разными уровнями удобства может быть рекомендовано:

- 1) построение линейного графика пропускной способности;
- 2) построение линейного графика коэффициента загрузки дороги движением;
- 3) выделение характерных уровней удобства движения отдельных участков дороги;
- 4) построение линейных графиков коэффициентов аварийности и безопасности;
- 5) выбор средств организации дорожного движения.

Все дополнительные затраты на установку новых средств регулирования быстро окупаются благодаря снижению аварийности и улучшению условий движения.

Выбор и применение всех средств регулирования с учетом загрузки дорог движением, степени опасности отдельных участков дороги, состава транспортного потока и скоростей движения позволяют существенно повысить безопасность движения и улучшить условия движения на автомобильных дорогах.

План выполнения работы:

1. Получить вариант задания у преподавателя.
2. Определить тип пересечения (примыкания) согласно рис. 3.3 и 3.4.
3. Определить число конфликтных ситуаций на проектируемом пересечении и степень его опасности.
4. Выбрать мероприятия, обеспечивающие безопасность движения на перегоне и пересечении (примыкании).

Лабораторная работа № 4. Определение длины аварийного съезда гравитационного типа

Цель работы: определить длины аварийного съезда гравитационного типа.

Теоретическая часть

Для предотвращения аварий с транспортными средствами, движущимися под уклон, в случае выхода из строя тормозной системы, на затяжных спусках устраивают аварийные съезды или тормозные тупики.

Они бывают двух типов: гравитационного, на которых торможение создается сопротивлением движению на подъем; и задерживающего – при движении по рыхлому материалу (рис. 3.22).

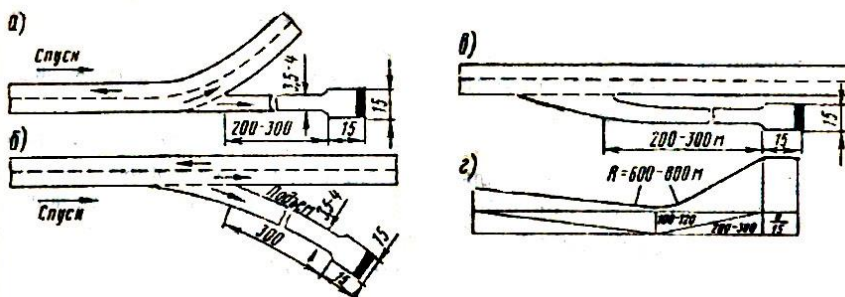


Рис. 3.22. Схема устройства аварийных съездов с дороги:
а и б – гравитационного типа; в – задерживающего типа;
г – продольный профиль съезда гравитационного типа

При этом длина рабочей части аварийного съезда гравитационного типа находится по формуле

$$L = \frac{V^2}{2g(f+i)},$$

где V – скорость движения транспортного средства, м/с;
 f – коэффициент сопротивления движению;
 i – продольный уклон, в тысячных;
 g – ускорение свободного падения, м/с².

План выполнения работы:

1. Определить длину аварийного съезда гравитационного типа.
2. Исходные данные для расчета длины аварийного съезда гравитационного типа даны в табл. 3.8.

Таблица 3.8

Исходные данные для расчета длины аварийного съезда
гравитационного типа

Номер варианта	V	f	i	Номер варианта	V	f	i
1	70	0,01	0,05	16	100	0,040	0,080
2	72	0,012	0,052	17	102	0,042	0,082
3	74	0,014	0,054	18	104	0,044	0,084
4	76	0,016	0,056	19	106	0,046	0,086
5	78	0,018	0,058	20	108	0,048	0,088
6	80	0,020	0,060	21	110	0,050	0,090
7	82	0,022	0,062	22	112	0,052	0,092
8	84	0,024	0,064	23	114	0,054	0,094
9	86	0,026	0,066	24	116	0,056	0,096
10	88	0,028	0,068	25	118	0,058	0,098
11	90	0,030	0,070	26	120	0,060	0,100
12	92	0,032	0,072	27	122	0,062	0,102
13	94	0,034	0,074	28	124	0,064	0,104
14	96	0,036	0,076	29	126	0,066	0,106
15	98	0,038	0,078	30	128	0,068	0,108

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 33382-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Техническая классификация. – М. : Стандартинформ, 2016. – 7 с.
2. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*. – М. : Стандартинформ, 2012. – 111 с.
3. Решение Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 г. № 827 (ред. от 12.10.2015 г.) «О принятии технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (вместе с «ТР ТС 014/2011. Технический регламент Таможенного союза. Безопасность автомобильных дорог»).
4. Федеральный закон от 08.11.2007 г. № 257-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.03.2019 г.).
5. Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ (ред. от 08.12.2020) «О безопасности дорожного движения» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585/
6. ГОСТ Р 52398-2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. – М. : Стандартинформ, 2005. – 7 с.
7. ГОСТ Р 58948-2020. Дороги автомобильные общего пользования, дороги автомобильные зимние и ледовые переправы, технические правила устройства и содержания – М. : Стандартинформ, 2020. – 50 с.
8. Отраслевой дорожный методический документ «Методические рекомендации по устройству, ремонту, содержанию и эксплуатации паромных переправ и наплавных мостов» (ОДМ 218.2.036 – 2013). – М. : Росавтодор, 2013. – 140 с.
9. Дорожная терминология : справочник / М. И. Вейцман, Н. Ф. Хорошилов, Н. С. Беззубик и др.; под ред. М. И. Вейцмана. – М. : Транспорт, 1985. – 310 с.
10. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 № 1090 «О Правилах дорожного движения» (вместе с Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения). Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/
11. Шемшур Е. А. Дорожные условия и безопасность движения : учебно-методическое пособие / Е. А. Шемшур. – Новочеркасск : ЮРГПУ(НПИ), 2015. – 52 с.
12. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М. : Транспорт, 1982. – 288 с.
13. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.

14. Сильянов В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М. : Транспорт, 1977. – 303 с.

15. Сильянов В. В., Домке Э. Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник. – М. : ИЦ «Академия», 2007. – 352 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ, ПАРОМЫ И ПЕРЕПРАВЫ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	9
Практическая работа № 1. Влияние скользкости дорожного покрытия на безопасность движения	9
Практическая работа № 2. Влияние скорости движения и условий безопасности движения на пропускную способность дороги	12
Практическая работа № 3. Расчет расстояния видимости на пересечении	12
Практическая работа № 4. Влияние расстояния видимости на безопасность движения	15
Практическая работа № 5. Закономерности движения плотных транспортных потоков в различных дорожных условиях	18
Практическая работа № 6. Оценка условий и безопасности движения методом коэффициентов аварийности	20
Практическая работа № 7. Оценка опасных участков дорог методом коэффициентов тяжести	27
Практическая работа № 8. Определение толщины льда для обеспечения безопасности движения по ледовой переправе	29
3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	33
Лабораторная работа № 1. Оценка безопасности движения на пересечениях автомобильных дорог	33
Лабораторная работа № 2. Оценка опасных мест на дорогах методом конфликтных ситуаций	35
Лабораторная работа № 3. Оценка безопасности движения на пересечении (примыкании) в одном уровне	37
Лабораторная работа № 4. Определение длины аварийного съезда гравитационного типа.....	63
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	65

Учебное издание

Гасилова Ольга Сергеевна
Сидоров Борис Андреевич

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ,
ПАРОМОВ И ПЕРЕПРАВ**

ISBN 978-5-94984-826-5



Редактор Н. В. Рощина
Оператор компьютерной верстки Т. В. Упова

Подписано в печать 30.12.2022
Формат 60х84/16
Уч.-изд. л. 4,04 Усл. печ. л. 3,95
Тираж 300 экз. (1-й завод 35 экз.)
Заказ № 7415

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Редакционно-издательский отдел. Тел.: 8(343)221-21-44

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2.
Тел.: 8(343)362-91-16