ОДМ 218.2.071-2016

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

Москва 2016

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНЫ: МОСКОВСКИМ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ УНИВЕРСИТЕТОМ (МАДИ) при участии НПФ «ТОПОМАТИК», Представительства в России и странах СНГ «AUTODESK CIS», Группы компаний «ИНДОР», Компании «КРЕДО-ДИАЛОГ»
2. ВНЕСЕНЫ Управлением строительства и проектирования автомобильных дорог Федерального дорожного агентства
3. ИЗДАНЫ на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 04.04.2017 № 589-р
4. ИМЕЮТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР
5. ВВЕДЕНЫ взамен «Методических указаний по проектированию кольцевых пересечений автомобильных дорог» Минавтодора РСФСР 1980 г. и в развитие раздела 9.2.7 «Кольцевые пересечения» ОДМ 218.4.005–2010 «Рекомендаций по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» Росавтодора Минтранса РФ, и пунктов 6.11, 6.12 СП 34.13330.2012 «АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ» Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	2
3	Термины и определения	3
4	Общие положения	9
4.1	Особенности кольцевых пересечений	9
4.2	Транспортно-эксплуатационные качества кольцевых пересечений	10
4.2.1	Безопасность движения	10
4.2.2	Скорость движения	11
4.2.3	Траектории движения	12
4.2.4	Пропускная способность	12
4.3	Элементы кольцевых пресечений	14
4.4	Классификация кольцевых пересечений	17
4.5	Область применимости кольцевых пересечений	19
5	Планировка кольцевых пересечений	24
5.1	Исходные данные для проектирования кольцевых пересечений	26
5.2	Требования к планировке элементов кольцевых пересечений	29
5.2.1	Центральная часть кольцевого пересечения	31
5.2.2	Планировка подходов к кольцевому пересечению	37
5.2.3	Участок въезда на кольцо и выезда с кольцевой проезжей части	41
5.3	Выделение дополнительной полосы движения для правоповоротных потоков	57
6	Планировка кольцевых пересечений при реконструкции дорог	61
6.1	Улучшение условий движения при реконструкции пересечений в одном уровне	61
6.2	Мини-кольцевые пересечения	63
6.2.1	Центральная часть мини-кольцевого пересечения	63

6.2.2 Проезжая часть и островки на подходах к мини-кольцевым пересечениям 66
7 Кольцевые пересечения неполных транспортных развязок .. 69
8 Вертикальная планировка кольцевых пересечений 71
9 Видимость в зоне кольцевых пересечений 73
10 Освещение кольцевых пересечений 80
11 Архитектурно-ландшафтное оформление кольцевых пересечений 87
12 Организация движения в зоне кольцевых пересечений 91
12.1 Общие положения 91
12.2 Особенности разметки проезжей части кольцевых пересечений 92
12.3 Особенности расстановки дорожных знаков в зоне на кольцевых пересечений 96
12.4 Организация движения пешеходов 99
12.5 Организация движения общественного транспорта 100
13 Последовательность планировки кольцевых пересечений ... 100
14 Оценка планировки, режимов движения, аварийности и пропускной способности в зоне кольцевых пересечений 102
14.1 Оценка планировочного решения 103
14.2 Оценка аварийности 107
14.3 Оценка пропускной способности 109
14.4 Потери времени при движении в зоне кольцевых пересечений 111
15 Технико-экономическое сравнение вариантов пересечений .. 112
Приложение А Проектирование кольцевых пересечений с использованием систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог 116
Приложение А.1 Технология проектирования кольцевых пересечений загородных дорог с использованием САПР CREDO 116
Приложение А.2 Проектирование кольцевых пересечений в одном уровне в САПР IndorCAD/Road 8.0 120

Приложение А.3 Проектирование кольцевых пересечений в программном комплексе «Топоматик Robur» 125

Приложение А.4 Автоматизированная планировка кольцевых пересечений с использованием ACAD Civil 3 129

Приложение Б Варианты устройства мини-кольцевых пересечений при реконструкции нерегулируемых пересечений с последующей организацией кольцевого движения в населенных пунктах 135

Приложение В Кольцевые пересечения неполных транспортных развязок 136

Приложение Г Примеры архитектурно-ландшафтного оформления кольцевых пересечений 138

Приложение Д Программные продукты моделирования динамических габаритов и маневрирования при проезде кольцевых пересечений 140

Приложение Е Исходные данные для технико-экономического сравнения вариантов пересечения 143

Приложение Ж Экономические показатели для сравнения вариантов 150

Приложение И Интернет-ресурсы по вопросам проектирования кольцевых пересечений 156

Приложение К Список участников разработки «Методических рекомендаций» 157

БИБЛИОГРАФИЯ 158

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог

1 Область применения

Настоящий отраслевой дорожный методический документ «Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог», именуемый далее по тексту сокращенно «Методические рекомендации», направлен на обеспечение высоких стандартов безопасности и удобства движения на дорожной сети.

Кольцевые пересечения автомобильных дорог характеризуются меньшей аварийностью, сокращением задержек и высокой пропускной способностью по сравнению с другими пересечениями в одном уровне. В отечественной практике дорожного проектирования и строительства до сих пор такие пересечения не получили должного применения в связи с недостаточно развитой нормативно-методической базой.

Необходимость совершенствования нормативной базы проектирования кольцевых пересечений обусловлена также постановлением Правительства Российской Федерации от 10 мая 2010 г. № 316 г. «О правилах дорожного движения», в котором организация движения на кольцевых пересечениях приведена в соответствие с общепринятой международной практикой [1].

Настоящие «Методические рекомендации» уточняют требования в отношении кольцевых пересечений с приоритетом движения по кольцевой проезжей части, имеющиеся в действующих в РФ документах.

«Методические рекомендации» предназначены для использования в

проектных и эксплуатационных организациях, службой организации движения, они также могут найти применение в работе научных организаций и в учебных заведениях.

2 Нормативные ссылки

В настоящих «Методических рекомендациях» использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р 41.107-99 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двухэтажных пассажирских транспортных средств большой вместимости в отношении общей конструкции

ГОСТ Р 51256-99 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы, основные параметры. Общие технические требования

ГОСТ Р 52289-2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств

ГОСТ Р 52875 – 2007 Указатели тактильные наземные для инвалидов по зрению

ГОСТ Р 52398-2005 - Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования

ГОСТ Р 52399-2005 Геометрические элементы автомобильных дорог.

ГОСТ Р 52766 - 2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования

СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение (Day lighting and artificial lighting) Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

3 Термины и определения

В «Методических рекомендациях» применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **граничная линия кольцевого пересечения** *(yield line)*: Выделяемая разметкой линия, отделяющая кольцевую проезжую часть от проезжей части участка примыкающей автомобильной дороги или улицы.

3.2 **диаметр кольцевого пересечения, $D_{вн}$** ***(inscribed circle diameter)*:** Диаметр внешней кромки кольцевой проезжей части.

3.3 **зона влияния кольцевого пересечения:** Участки автомобильных дорог, примыкающих к кольцевому пересечению, в пределах которых происходит изменение скорости движения автомобилей, обусловленное необходимостью ее снижения на кольцевом пересечении.

3.4 **зона переплетения *($L_{зп}$):*** Зона, в пределах которой под острыми углами ($7 – 15^0$) происходит перестроение автомобилей для смены полос движения без остановки для пропуска автомобилей, движущихся в попутном направлении.

3.5 **кольцевое пересечение** *(roundabout):* Пересечение в одном уровне с центральным островком, как правило, в форме окружности, и кольцевой проезжей частью, по которой осуществляется движение против часовой стрелки автомобилей поворачивающих транспортных потоков.

3.6 **краевая полоса кольцевой проезжей части *($b_{кп}$)*:** Уширение дорожной одежды с внешней стороны кольцевой проезжей части, отделяющая ее от тротуара (пешеходной дорожки) обочины или разделительной полосы безопасности кольцевого пересечения.

3.7 **краевая полоса:** Уширение дорожной одежды, отделяющее проезжие части на участке подхода к кольцевому пересечению от тротуара (пешеходной дорожки) обочины или разделительной полосы безопасности кольцевого пересечения.

3.8 **краевая полоса центрального островка** (*apron, truck apron, central overrun area*): Полоса центрального островка шириной до 2,0 м, расположенная с внешней его стороны предназначенная для заезда задними колесами крупногабаритных транспортных средств.

3.9 **мини-кольцевое пересечение** *(mini-roundabout):* Однополосное кольцевое пересечение с центральным островком, покрытие и конструкция которого допускают заезд на него крупногабаритных грузовых автомобилей и автобусов.

3.10 **многополосное кольцевое пересечение:** Кольцевое пересечение с организацией движения при объезде центрального островка по двум и более полосам движения.

3.11 **направляющий островок** *(splitter island, separator islands, divisional islands, or median islands):* Приподнятый над проезжей частью или выделенный горизонтальной разметкой элемент участка подхода к кольцевому пересечению, направляющий движение въезжающих на кольцевую проезжую часть автомобилей и выезжающих с нее.

3.12 **однополосное кольцевое пересечение:** Кольцевое пересечение с организацией движения при объезде центрального островка транспортными потоками всех направлений по одной полосе.

3.13 **отклонение траектории движения** *(deviation):* Смещение траектории автомобилей левоповоротного и прямого (транзитного) транспортных потоков по отношению к положению автомобилей при въезде на кольцевую проезжую часть.

3.14 **правоповоротная полоса** (*bypass*): Дополнительная полоса, предназначенная только для движения автомобилей, выполняющих

правый поворот; устраивается при высокой интенсивности правоповоротного транспортного потока в пределах кольцевой проезжей части или вне ее.

3.15 **приоритетное направление движения в зоне кольцевого пересечения:** Установленное преимущественное право на первоочередной проезд автомобилей по определенному направлению по отношению к другим участникам движения.

3.16 **проезжая часть кольцевого пересечения** *(circulatory roadway)*: Проезжая часть, предназначенная для движения автомобилей при объезде центрального островка.

3.17 **пропускная способность кольцевого пересечения** (*roundabout capacity*) ($P_{кп}$): Максимальное количество автомобилей, которое может въехать на кольцевоое пересечение в единицу времени. Пропускная способность кольцевого пересечения является суммарной величиной пропускной способности каждого из въездов на кольцевую проезжую часть.

3.18 **пропускная способность въезда на кольцевое пересечение** ($P_{въезда}$): Максимальное число автомобилей, которое может въехать на пересечение за единицу времени при заданной интенсивности движения на кольце и наличии постоянной очереди автомобилей на въезде.

3.19 **радиус въезда** (*entry radius*): Радиус правой кромки проезжей части участка въезда на кольцевую проезжую часть.

3.20 **радиус выезда** (*exit radius*): Радиус правой кромки проезжей части участка выезда с кольцевой проезжей части.

3.21 **разделительная полоса безопасности кольцевого пересечения** (*landscaping buffer*): Полоса, отделяющая кольцевую проезжую часть и проезжие части участков подходов к кольцевому пересечению от тротуара (пешеходной дорожки) или обочины, устраивается при наличии пешеходного движения, ее конструкция должна препятствовать выходу пешеходов на проезжую часть.

3.22 **раструбное уширение въезда на кольцо** (*flare*): Уширение проезжей части на участке въезда перед граничной линией кольцевого пересечения.

3.23 **расчетная скорость движения кольцевого пересечения ($V_{кх}$)**: Скорость одиночного автомобиля, обеспечивающая безопасность движения на кольце, используется при расчете геометрических элементов пересечения.

3.24 **траектории свободного проезда кольцевого пересечения** *(fastest travel path, fastest path):* Траектории свободного проезда легковых автомобилей по каждому из направлений: при въезде на кольцевую проезжую часть, на участке движения по кольцевой проезжей части и при выезде с нее.

3.25 **успокоение движения** *(calming):* Комплекс преимущественно планировочных мероприятий, предназначенных для снижения скоростей движения автомобилей транспортного потока.

3.26 **участок въезда на кольцевую проезжую часть** *(entry):* Участок перед граничной линией, на котором водитель принимает окончательное решение о режиме въезда на кольцевую проезжую.

3.27 **участок выезда с кольцевой проезжей части** *(exit)*: Участок, примыкающей автомобильной дороги или улицы расположенный за граничной линией при выезде с кольцевой проезжей части.

3.28 **участок подхода к кольцевому пересечению** *(approach):* Участок автомобильной дороги, в пределах которого изменяют ее геометрические размеры для обеспечения удобных и безопасных условий въезда на кольцевую проезжую часть и выезда с нее на автомобильную дорогу.

3.29 **фактические траектории проезда кольцевого пересечения:** Траектории движения автомобилей каждого из направлений, выбираемые водителями с учетом организации движения в зоне кольцевого пересечения.

3.30 **центральный островок кольцевого пересечения** (*central island*): Расположенный в центре элемент кольцевого пересечения, вокруг которого происходит перераспределение движения автомобилей по разным направлениям.

3.31 **ширина кольцевой проезжей части** *(circulatory roadway width):* Сумма ширин полос движения, равная расстоянию от центрального островка до внешней кромки кольцевой проезжей части.

4 Общие положения

4.1 Особенности кольцевых пересечений

Практика проектирования и эксплуатации автомобильных дорог за рубежом указывает на широкое применение кольцевых пересечений с приоритетом движения по кольцу в качестве основного типа пересечений в одном уровне, что обусловлено обеспечением существенно более высокого уровня безопасности движения и бóльшей пропускной способностью по сравнению с другими типами пересечений в одном уровне. Кольцевые пересечения могут функционировать при суммарной суточной интенсивности движения до 70 – 80 тыс. приведенных авт./сутки, соизмеримой с пропускной способностью транспортных развязок в разных уровнях.

Кольцевые пересечения имеют следующие преимущества по сравнению с другими типами пересечений в одном уровне:

- позволяют обеспечить наиболее безопасные и удобные условия движения на пересечении дорог, заключающиеся в существенном сокращении конфликтных точек и исключении конфликтных точек пересечения транспортных потоков;
- не требуют дополнительных расходов на светофорное регулирование движения;
- обеспечивается рассредоточение конфликтных точек, снижается скорость движения, слияние и разделения транспортных потоков осуществляется под небольшими углами переплетения, что в комплексе способствует снижению аварийности и, особенно, тяжести дорожно-транспортных происшествий;
- не возникают большие потери времени из-за остановок на регулируемых пересечениях;
- схема движения на пересечении проста и понятна водителям;
- обеспечиваются лучшие условия движения для выполнения левых поворотов;

- капитальные затраты на устройство не велики;
- меньшее отрицательное воздействие на окружающую среду.

В то же время планировка и организация движения на кольцевых пересечениях могут быть причиной ухудшения ряда транспортно-эксплуатационных показателей:

- водители вынуждены снижать скорость даже в свободных условиях движения;
- при движении по кольцевому пересечению с большим центральным островком значителен перепробег автомобилей транзитного и, особенно, левоповоротного направлений;
- для устройства пересечения требуется бóльшая площадь земли по сравнению с другими типами пересечений в одном уровне;
- усложняется организация движения пешеходов и велосипедистов, возникают сложности с размещением пешеходных переходов.

4.2 Транспортно-эксплуатационные качества кольцевых пересечений

4.2.1 Безопасность движения

4.2.1.1 Более высокий уровень обеспечения безопасности движения на кольцевых пересечениях обусловлен следующими факторами:

- меньшим количеством конфликтных точек (рисунок 4.1);
- отсутствием пересечений поворачивающих транспортных потоков;
- движением с пониженными скоростями и, особенно, с меньшим разбросом скоростей.

4.2.1.2 Существенное влияние на снижение и выравнивание скорости движения оказывают элементы планировки пересечения. Наименьший разброс скоростей движения (среднеквадратическое отклонение скоростей от средней) характерен для кольцевых пересечений с диаметром внешней кромки кольцевой проезжей части не более 25-30 м. Это влияние одинаково как для

автомобилей главного, так и для второстепенных направлений. В целом для дороги кольцевое пересечение является «успокоителем» движения, требующим, проведения соответствующих мероприятий по плавному снижению скоростей движения на подходах к пересечению.

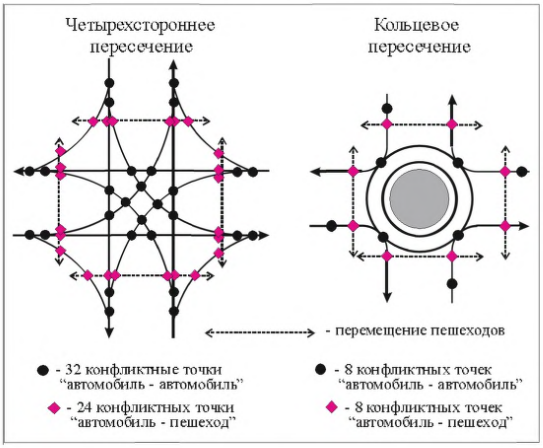


Рисунок 4.1 - Конфликтные точки простого необорудованного и кольцевого пересечений

Оценка аварийности при движении в зоне кольцевых пересечений представлена в п. 14.2 настоящих «Методических рекомендаций».

4.2.2 Скорость движения

4.2.2.1 Скорость движения автомобилей на кольцевом пересечении зависит от его планировочных элементов и интенсивности движения. При малой загрузке пересечения движением скорости определяются главным образом размерами центрального островка и планировкой участка въезда на кольцевую проезжую часть. Скорости движения автомобилей на кольцевом пересечении зависят также и от скорости на подходах [2]:

скорость движения:			
на подходе к пересечению, км/ч	70	55	40
на пересечении, км/ч	35	30	25

4.2.3 Траектории движения автомобилей

4.2.3.1 Траектории движения автомобилей соответствуют положению на проезжей части и размерам каждого элемента кольцевого пересечения.

4.2.3.2 При проектировании кольцевых пересечений различают фактические траектории движения и траектории свободного проезда (*«fastest path»*). Фактических траекторий движения разнообразны и зависят от типа автомобиля, интенсивности движения, особенностей планировки пересечения.

4.2.3.3 Траектории свободного проезда — это траектории проезда легкового автомобиля любого из направлений: при въезде на кольцевую проезжую часть, движения по кольцевой проезжей части и при выезде с кольца, рисунок 4.3. Траектории свободного проезда используются для оценки соответствия планировки пересечения требованиям удобства и безопасности движения автомобилей (см. подраздел 14.1 «Методических рекомендаций»).

4.2.4 Пропускная способность

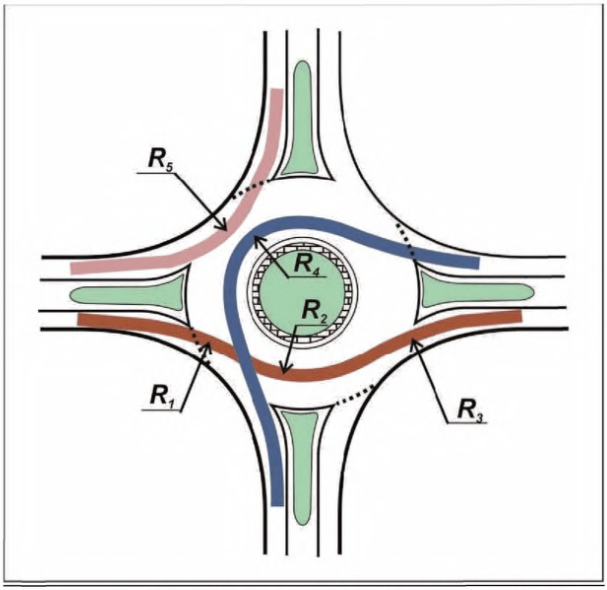
Пропускная способность кольцевого пересечения является суммарной величиной пропускной способности каждого из въездов на кольцевую проезжую часть. Пропускная способность каждого въезда - максимальное количество автомобилей, которое может въехать на кольцевую проезжую часть с данного напрвления в единицу времени.

Высокая пропускная способность кольцевых пересечений обусловлена *малыми граничными интервалами* при выполнении маневров и существенным *сокращением задержек* при проезде пересечений.

Оценка пропускной способности кольцевых пересечений представлена в подразделе 14.3 «Методических рекомендаций».

4.2.4.1 На кольцевом пересечении постоянно происходит взаимодействие автомобилей различных направлений движения: транспортные потоки сливаются, пересекаются, переплетаются в конфликтных точках. В любой из этих точек водителю автомобиля второстепенного (неприоритетного) направления для продолжения движения необходимо выбрать в основном (приоритетном) потоке такой интервал между ними, который был бы достаточен для безопасного совершения

соответствующего маневра (граничный интервал). Поскольку движение на кольцевых пересечениях осуществляется с пониженными скоростями, водители для выполнения маневров используют меньшие значения граничных интервалов.



Прямое направление: R_1 – минимальный радиус траектории въезда на кольцевую проезжую часть, R_2 – минимальный радиус траектории движения по кольцевой проезжей части, R_3 – минимальный радиус траектории движения при выезде с пересечения. Левоповоротное движение: R_4 - минимальный радиус траектории при объезде центрального остряка. Правоповоротное движение: R_5 - минимальный радиус траектории при выполнении правого поворота.

Рисунок 4.2 - Траектории свободного проезда кольцевых пересечений

При приоритетном движении по кольцу граничные интервалы меньше, чем при предоставлении приоритета вливающемуся на кольцевую проезжую часть потоку (таблица 4.1). Водители вливающихся автомобилей имеют наилучшие условия обзора условий въезда. Они могут более точно и детально оценить режим движения приоритетного транспортного потока, находящегося слева. В случае приоритета въезжающих на кольцо автомобилей, водителям автомобилей, находящихся на кольцевой проезжей части перед выполнением маневра слияния приходится оценивать характеристики движения транспортного потока автомобилей, движущихся справа.

Таблица 4.1 - Сопоставление граничных интервалов в зависимости приоритета движения на кольцевом пересечении [3]

Приоритетное движение	Граничные интервалы 85% обеспеченности, сек				
	при интенсивности движения, авт./час				
	400	500	600	700	800
на кольцевой проезжей части	6,19	5,95	5,73	5,55	5,48
въезда на кольцо	6,50	6,22	6,00	5,84	5,80

4.2.4.2 Задержки автомобилей в пути следования являются характерной особенностью режима движения на всех видах пересечений. Потери времени из-за задержек возникают на подходах к пересечению в пределах зон влияния, на самом пересечении при вливании в основной поток, а также из-за перепробегов автомобилей.

Потери времени на участках подхода к кольцевому пересечению происходят из-за снижения скоростей движения, от соответствующих интенсивности движения, до скоростей на самом пересечении.

Потери времени при въезде на кольцо происходят из-за отсутствия между автомобилями на кольце достаточных интервалов времени для выполнения маневра, и, как следствие, образованием очередей автомобилей на участке въезда. При этом возникают дополнительные затраты времени из-за возможного торможения перед остановкой и последующего ускорения.

Рекомендации по оценке пропускной способности, определению величин задержек и соответствующих им потерь времени приведены в Разделе 14 «Методических рекомендаций».

4.3 Элементы кольцевых пресечений

Основные элементы кольцевых пересечений показаны на рисунке 4.3. разделы «Методических рекомендаций», в которых рассматриваются особенности их планировки, представлены в таблице 4.2.

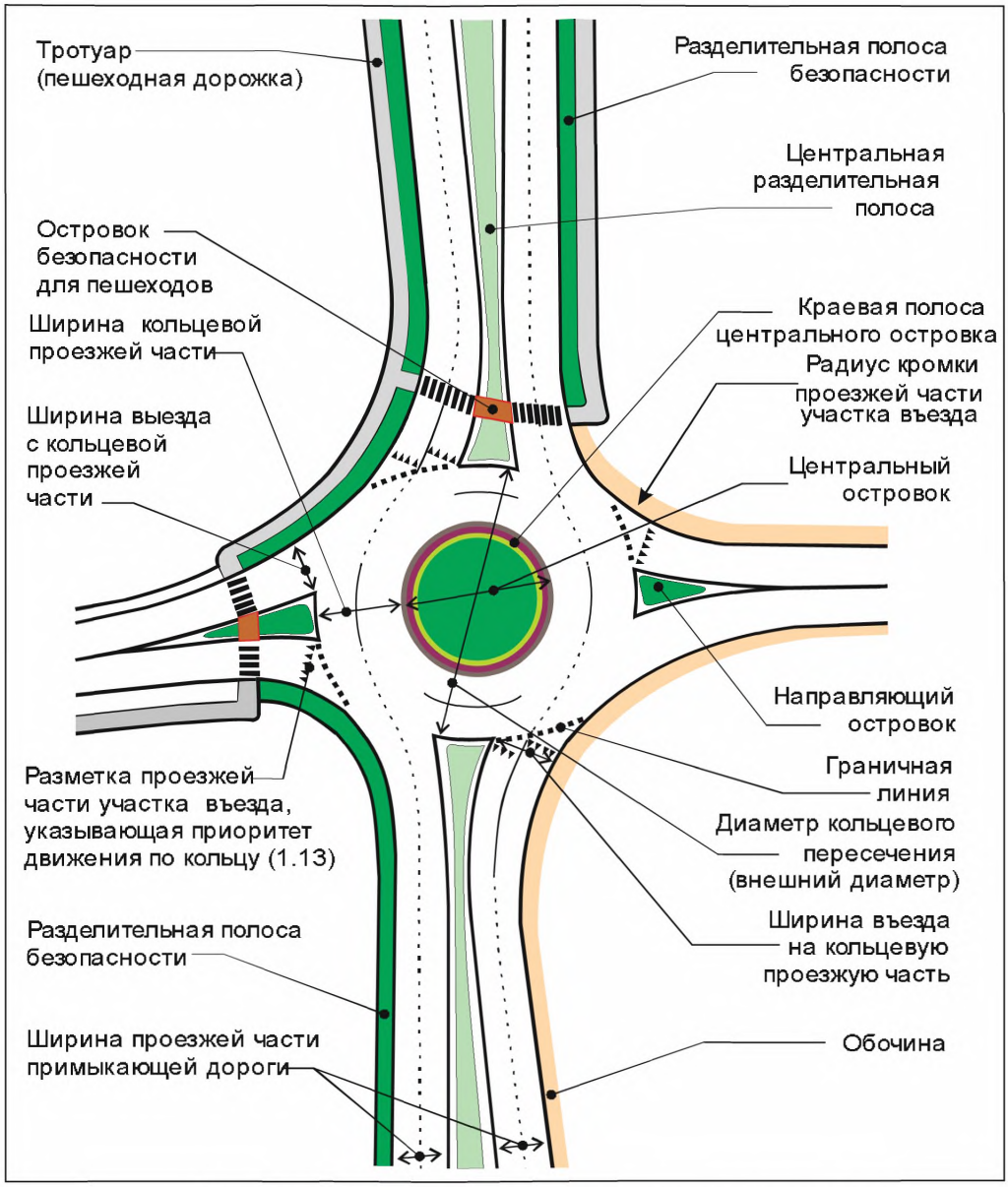


Рисунок 4.3 - Основные планировочные элементы и геометрические параметры кольцевого пересечения

Таблица 4.2 – Основные элементы и планировочные параметры кольцевых пересечений

Элемент пересечения	Разделы «Методических рекомендаций», в которых приводятся требования к элементам и планировочным параметрам
Диаметр кольцевого пересечения (внешний диаметр кольцевой проезжей части)	п. 5.2.1.1, таблица 4.3
Проезжая часть кольцевого пересечения	п. 5.2.1.3
Краевая полоса кольцевой проезжей части	п. 5.2.1.3
Центральный островок кольцевого пересечения	п.п. 5.2.1.2, 6.2.1.3
Краевая полоса центрального островка кольцевого пересечения	п. 5.2.1.2
Граничная линия кольцевой проезжей части на участке въезда	п. 12.2
Линия разметки 1.13 для обозначения места остановки транспортных средств, при наличии знака 2.4 «Уступите дорогу»	п.п. 4.3, 12.2
Подходы к кольцевой проезжей части	п. 5.2.2.3
Направляющий островок	п.п. 5.2.3.1, 5.2.3.2, 6.1.2, 6.2.2.2, 6.2.2.3
Ширина проезжей части участка въезда на кольцо	п. 5.2.3.3
Раструбное уширение проезжей части на участке въезда	п.п. 5.2.3.4, 5.2.3.5
Ширина проезжей части на участке выезда с кольцевой проезжей части	п.п 5.2.3.6 - 5.2.3.8
Радиусы на участке въезда на кольцевую проезжую часть	п. 5.2.3.9
Радиусы участка выезда с кольцевой проезжей части	п. 5.2.3.9
Тротуар (или пешеходная дорожка)	п. 5.2.3.11
Островок безопасности для ожидания пешеходов, пересекающих транспортные потоки разных направлений	п.п. 5.2.3.2, 5.3.7, 6.2.2
Дополнительная правоповоротная полоса	п. 5.3
Велосипедная дорожка	п.п. 5.2.3.11, 5.2.3.12
Разделительный островок дополнительной правоповоротной полосы	п. 5.3.5
Краевая полоса, отделяющая кромку кольцевой проезжей части от обочины тротуара	п. 5.2.1.3
Угол въезда на кольцевую проезжую часть	п. 14.1.1

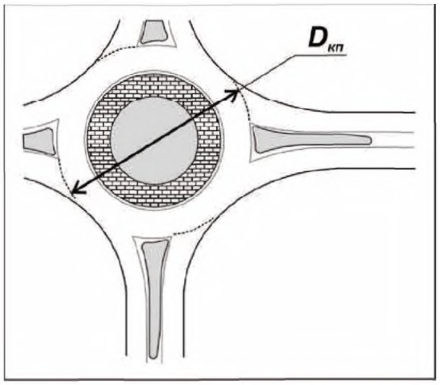
4.4 Классификация кольцевых пересечений

В практике проектирования кольцевых пересечений различают:

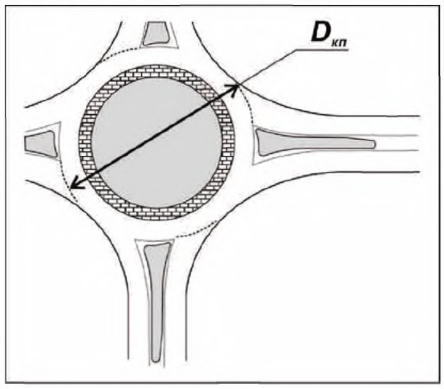
- *кольцевые пересечения с малым диаметром*, рисунок 4.4, а;
- *кольцевые пересечения со средним диаметром*, рисунок 4.4, б;
- *кольцевые пересечения большого диаметра*, рисунок 4.4, в;
- *мини-кольцевые пересечения*, рисунок 4.4, г;
- *кольцевые пересечения на неполных транспортных развязках*, рисунок 4.4, д;
- кольцевые пересечения с зоной переплетения в пределах кольцевой проезжей части, рисунок 4.4, е;
- совмещенные кольцевые пересечения;
- турбо-кольцевые пересечения;
- кольцевые пересечения со сложной организацией движения в центральной части;
- кольцевые пересечения со светофорным регулированием;
- кольцевые пересечения со светофорным регулированием и с прорезанным центральным островком;
- кольцевые пересечения в разных уровнях.

В «Методических рекомендациях» рассматриваются планировочные решения, получившие наибольшее распространение на внегородских участках автомобильных и на участках автомобильных дорог, проходящих через малые населенные пункты (*выделено в тексте курсивом*). Схемы рассматриваемых кольцевых пересечений представлены на рисунке 4.4, диаметры кольцевых пересечений (диаметры внешних кромок кольцевой проезжей части) и количество полос движения пересечений, определяющие планировочное решение и эксплуатационные характеристики пересечения представлены в таблице 4.3.

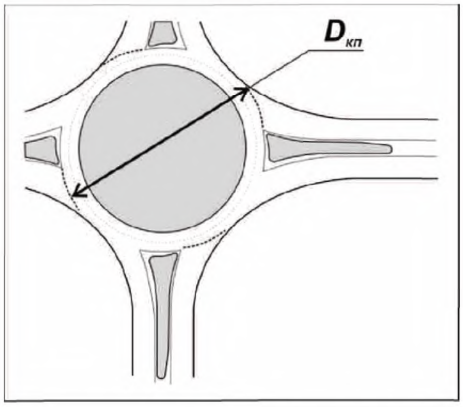
а – кольцевые пересечения с малым диаметром ($D_{кп}$ = 24 – 30 м)



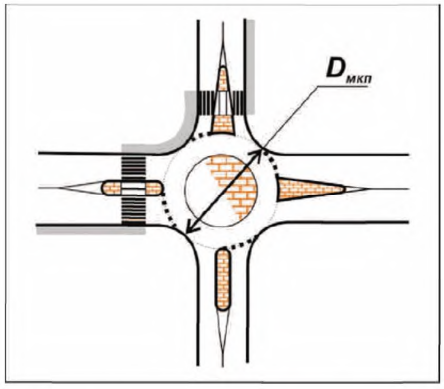
б - кольцевые пересечения со средним диаметром ($D_{кп}$ = 30 – 50 м)



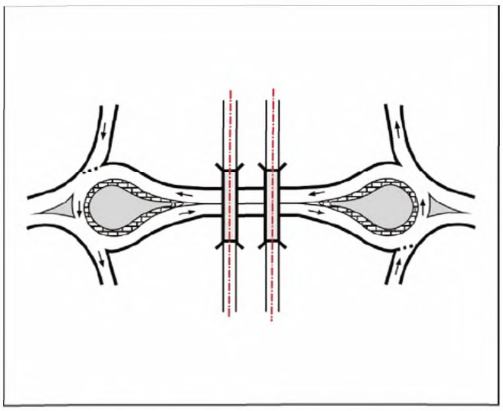
в - кольцевые пересечения большого диаметра ($D_{кп}$ = 40 – 60 м)



г – мини-кольцевое пересечение



д – кольцевые пересечения неполных транспортных развязок



е - кольцевые пересечения с зоной переплетения ($D_{кп}$ свыше 100 м)

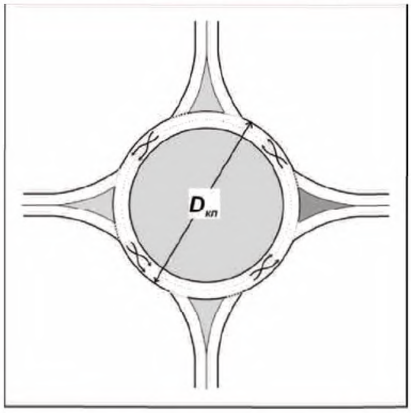


Рисунок 4.4 - Схемы основных планировочных решений кольцевых пересечений

Таблица 4.3 Геометрические параметры основных типов кольцевых пересечений

Тип кольцевого пересечения	Диаметр внешний кромки кольцевой проезжей части, м	Количество полос движения на кольце, шт.
Кольцевые пересечения с малым диаметром	24 - 30	1
Кольцевые пересечения среднего диаметра	30 - 50	1 (2)
Кольцевые пересечения большого диаметра	40 - 60	2 (3)
Мини-кольцевые пересечения	12 - 24	1
Кольцевые пересечения неполных транспортных развязок	12 - 60	1 - 2
Кольцевых пересечений с зоной переплетения в пределах кольцевой проезжей части	не более 200 м	2 (3)
Примечание – Требования к планировочным решениям кольцевых пересечений с зоной переплетения в пределах кольцевой проезжей части представлены в разделе 9.2.7 «Рекомендаций по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» (ОДМ 218.4.005–2010) и в пп. 6.11, 6.12 СП 34.13330.2012		

4.5 Область применимости кольцевых пересечений

4.5.1 Кольцевые пересечения рекомендуется устраивать при условиях, приведенных в таблице 4.4. При определенных местных условиях, (таблица 4.5) устройство кольцевых пересечений считается нецелесообразным.

Таблица 4.4 - Условия применения кольцевых пересечений

Условия работы пересечения или его местоположение	Эффективность устройства
1	2
При выявлении концентрации ДТП на нерегулируемые пересечения двухполосных дорог	Повышение безопасности движения за счет снижения количества и тяжести дорожно-транспортных происшествий
На существующих регулируемых и нерегулируемых пересечениях с большими задержками автомобилей	Снижение транспортных потерь, повышение пропускной способности
В случае без приоритетного движения автомобилей по пересекающимся дорогам	Снижение транспортных потерь
Пересечение более двух дорог	Улучшение организации движения, повышение безопасности движения и пропускной способности
При высокой стоимости альтернативных решений	Снижение стоимости строительства

Окончание таблицы 4.4

1	2
При необходимости учета архитектурно-планировочных требований	Повышение архитектурно-планировочных качеств придорожной полосы за счет назначения размеров элементов планировки, включения малых архитектурных форм и озеленения
Расположение на участках вынужденного изменения скоростей, в том числе, на участках сопряжения автомобильных дорог разных категорий или на участках перехода автомобильной дороги в улицу или дорогу населенного пункта	Повышение безопасности движения за счет регулируемого изменения режима движения автомобилей
В качестве элементов транспортных развязок неполного типа	Повышение пропускной способности транспортных пересечений в разных уровнях за счет обеспечения непрерывности движения
На участках автомобильных дорог, проходящих через населенные пункты	Повышение безопасности движения, за счет уменьшения количества и тяжести наездов на пешеходов
Для «успокоения» движения на пересечениях загородных автомобильных дорог, на участках с высокими скоростями движения	Повышение безопасности движения на пересечениях
Для организации разворотов	Исключение конфликтных зон пересечения транспортных потоков
В непосредственной близости от медицинских и образовательных учреждений	Снижение транспортного шума (до 4 дБА), снижение скоростей движения
Пересечения со сложной конфигурацией участков подходов (Т- образные пересечения и Y- пересечения, пересечения дорог под острыми углами)	Повышение безопасности движения и пропускной способности в сложных условиях организации движения
Пересечения с высокой интенсивностью левоповоротного движения	Повышение пропускной способности и безопасности движения
На пересечениях, где в перспективе предполагается добавлять примыкающие дороги	Возможность развития пересечения
Недостаточно места для размещения зон накопления левоповоротных потоков на регулируемых и нерегулируемых пересечениях канализированного типа	Повышение эффективности землепользования
Взамен двух близко расположенных пересечений обычного типа	Улучшение организации движения
Отсутствие данных о перспективной интенсивности движении и интенсивности поворачивающих потоков	Возможность организации движения при отсутствии надежных данных об интенсивности движения
В качестве первого этапа планировочного решения при строительстве транспортных развязок	Повышение эффективности капитальных вложений в дорожное строительство

Таблица 4.5 – Условия, ограничивающие применение кольцевых пересечений

Условия работы пересечения или его местоположение	Возможные недостатки устройства кольцевых пересечений
1	2
На участках дорог в пересеченной местности, при невозможности обеспечить на кольцевом пересечении требуемые продольные уклоны	Увеличение задержек и снижение пропускной способности
На участках дорог с продольными уклонами свыше 4 %	Снижается пропускная способность
При координированном светофорном регулировании	Кольцевое пересечение может нарушить скоординированную систему управления движением
При большой разнице в интенсивностях движения пересекающихся дорог	Из-за приоритета движения по кольцу возможны существенные задержки на примыкающих дорогах с высокой интенсивностью движения
При высокой интенсивности пешеходного движения и велосипедистов, наличия в составе пешеходов маломобильных групп населения	Увеличение пути перемещения участников движения
Интенсивное движение крупногабаритных автомобилей и автобусов, свыше 25%	Увеличение ширины кольцевой проезжей части, радиусов въездов и центрального островка создает условия опасного движения легковых автомобилей с высокими скоростями
В начале или конце затяжных подъемов	Возможны высокие скорости движения, отсутствует достаточная видимость
На участках дорог с ограничениями расстояний видимости застройкой или рельефом	Сложно или невозможно обеспечить достаточную видимость
На участках дорог с радиусами выпуклых вертикальных кривых менее 5000 м.	
На участках выемок	Существенные дополнительные объемы работ, сложность обеспечения требуемого расстояния видимости и отвода воды
На участках дорог с реверсивным движением	Невозможно организовать реверсивное движение
В зоне железнодорожных переездов	Ожидающие переезд автомобили могут спровоцировать затор на кольцевом пересечении
Недостаточно места для размещения центрального островка и кольцевой проезжей части	По сравнению с регулируемыми пересечениями центральная часть кольцевых пересечений занимает больше места

4.5.2 Учет перечисленных в таблицах 4.3 и 4.4 факторов позволяет произвести выбор типа пересечения на основе конкретных местных условий. При этом основным критерием остается суммарная интенсивность движения на подходах к кольцевому пересечению, таблица 4.6.

4.5.3 Мини-кольцевые пересечения рекомендуется устраивать:

- при реконструкции пересечений существующих автомобильных дорогах III – IV категорий и отсутствии территории для устройства однополосных или многополосных кольцевых пересечений, когда суммарная интенсивность составляет до 20000 приведенных авт./сутки и если интенсивность движения наименее загруженного направления превышает 500 авт./сутки или 10% от суммарной интенсивности движения;
- при реконструкции пересечений на участках автомобильных дорог, проходящих через населенные пункты.

Таблица 4.6 - Выбор типа кольцевого пересечения в зависимости от интенсивности движения

Тип кольцевого пересечения	Условия проектирования и эксплуатации	Диаметр кольцевого пересечения, м	Количество полос движения кольцевой проезжей части	Ориентировочная суммарная интенсивность движения на пересекающихся дорогах, прив.авт./сут
1	2	3	4	5
Кольцевые пересечения с малым диаметром	стесненные	24 - 30	1 (2)	20000 - 25000
Кольцевые пересечения со средним диаметром	стесненные	30 - 40	1	20000 - 35000
	свободные	35 - 50	2	35000 - 40000
Кольцевые пересечения большого диаметра	стесненные	40 - 55	2	25000 - 55000
	свободные	50 - 60	3	55000 - 70000
Мини-кольцевые пересечения	стесненные	12 - 24	1	до 15000 - 20000

Окончание таблицы 4.6

1	2	3	4	5
Кольцевые пересечения неполных транспортных развязок.	-	12 - 60	1 - 2	20000 - 50000

Примечания

1. Стесненные условия – условия, обусловленные ограничениями использования придорожной территории: ценные земли, сложный рельеф, плотная застройка, расположенная на участках автомобильных дорог, проходящих через средние и малые населенные пункты (таблица 1 СП 42.13330.2011 [4]).
2. Свободные условия – отсутствие ограничений использования придорожной территории, не сложный рельеф.
3. Приведенные в таблице интервалы интенсивностей движения связаны с соотношением интенсивностей поворачивающих и транзитных потоков автомобилей.

4.5.3.1 Мини-кольцевые пересечения являются одним из наиболее эффективных мероприятий по «успокоению» движения в связи с этим рекомендуется их устройство при реконструкции пересечений в населенных пунктах на второстепенных (местных) улицах и дорогах с малой интенсивностью движения.

4.5.3.2 Мини-кольцевые пресечения не рекомендуется устраивать:

- при интенсивности движения грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов свыше 200 авт./сутки;
- при скоростях движения на участках подхода к пересечению 85% обеспеченности свыше 50 - 60 км/час. В этом случае при устройстве кольцевых пересечений необходимо проведение дополнительных мероприятия по снижению скоростей движения до 50 – 60 км/час.

4.5.4 При проектировании автомобильных дорог предварительный выбор типа кольцевых пересечений в зависимости от категории (ГОСТ Р 52398-2005 и ГОСТ Р 52399-2005) пересекающихся дорог рекомендуется осуществлять на основании таблицы 4.7.

Т а б л и ц а 4.7 - Рекомендуемый тип кольцевых пересечений в зависимости от категории дороги

Категории проектируемых дорог	**II** (4 полосная)	**II** (2 полосная)	**III**	**IV**
II (4 полосная)	КПЗП КПБД	КПЗП КПБД	КПЗП КПБД	-
II (2 полосная)	-	КПЗП КПБД КПСД	КПБД КПСД КПМД	КПБД КПСД КПМД
III	-	-	КПБД КПСД КПМД	КПСД КПМД
IV	-	-	-	КПСД КПМД

П р и м е ч а н и е - В таблице приняты следующие сокращения: КПМД - кольцевые пересечения с малым диаметром; КПСД - кольцевые пересечения со средним диаметром; КПБД - кольцевые пересечения большого диаметра; КПЗП - кольцевые пересечения с зоной переплетения в пределах кольцевой проезжей части.

4.5.5 При развитии пересечений автомобильных дорог I - III категорий с последующим строительством транспортной развязки в разных уровнях, наряду с иными планировочными решениями пересечений в одном уровне, кольцевые пересечения, можно рассматривать в качестве альтернативного варианта первого этапа.

4.5.6 Окончательное планировочное решение кольцевого пересечения следует принимать на основе оценки пропускной способности, аварийности и технико-экономического обоснования (разделы 14 и 15 «Методических рекомендаций»).

5 Планировка кольцевых пересечений

Режим движения автомобилей на подходах и в зоне кольцевого пересечения в значительной степени зависит от размеров элементов пересечения. Главным в проектировании кольцевых пересечений является создание условий, способствующих выбору водителями оптимальных траекторий и скоростей движения.

К основным задачам, решаемым в процессе проектирования кольцевых пересечений, относят:

- снижение скоростей движения транспортных потоков на подходах к кольцевому пересечению;
- обеспечение в пределах кольцевой проезжей части движения с невысокой скоростью;
- выравнивание скоростей транспортных потоков разных направлений в пределах кольцевой проезжей части;
- создание условий для удобного и безопасного выезда с кольцевой проезжей части;
- разработка мер по обеспечению безопасности движения пешеходов и велосипедистов.

В таблице 5.1 представлена качественная оценка влияния элементов кольцевого пересечения на аварийность и пропускную способность.

Таблица 5.1 - Качественная оценка влияния элементов кольцевого пересечения на аварийность и пропускную способность

Элемент	Уровень безопасности	Пропускная способность
1	2	3
Увеличение ширины въезда на кольцевую проезжую часть	Более опасно из-за увеличения числа возможных боковых столкновений	Увеличивается за счет одновременного въезда на кольцо нескольких автомобилей
Увеличение ширины кольцевой проезжей части	Более опасно из-за возможных боковых столкновений	Повышается
Увеличение радиуса на участке въезда на кольцевую проезжую часть	Более опасно из-за повышенных скоростей въезда на кольцо	Повышается,
Увеличение внешнего радиуса кольцевого пересечения	Более опасно, т.к. возможно движение по кольцу с повышенной скоростью	Повышается
Уменьшение угла въезда на кольцевую проезжую часть	Ухудшаются условия видимости при въезде на кольцо и увеличиваются скорости въезда	Повышается
Увеличение длины участка уширения перед въездом на кольцевую проезжую часть	Не влияет	Повышается

5.1 Исходные данные для проектирования кольцевых пересечений

5.1.1 Для разработки планировочного решения кольцевого пересечения необходимы следующие исходные данные:

- сведения об участниках движения:
  - интенсивность движения автомобилей и ее распределение по каждому из направлений;
  - состав транспортного потока;
  - наличие и интенсивность движения пешеходов и велосипедистов;
- местоположение пересечения (топографическая информация);
  - геометрические характеристики пересекающихся дорог в плане, продольном и поперечном профилях;
  - условия видимости;
  - сведения о возможных стесненных условиях проектирования пересечения (занятость территории, застройка, коммуникации и т.п.);

5.1.2 Интенсивность движения автомобилей и ее распределение по направлениям обычно представляют в графической форме, в виде картограммы интенсивности движения автомобилей на пересечении (рисунок 5.1). На картограмме показывают интенсивности движения на всех характерных участках кольцевого пересечения:

- на участках въезда и выезда;
- на участках кольцевой проезжей части между подходами к кольцевому пересечению. В этих сечениях суммируются интенсивности движения транспортных потоков, проходящих через данные сечения.

Варианты оформления картограммы интенсивности движения на кольцевых пересечениях показаны на рисунке 5.1.

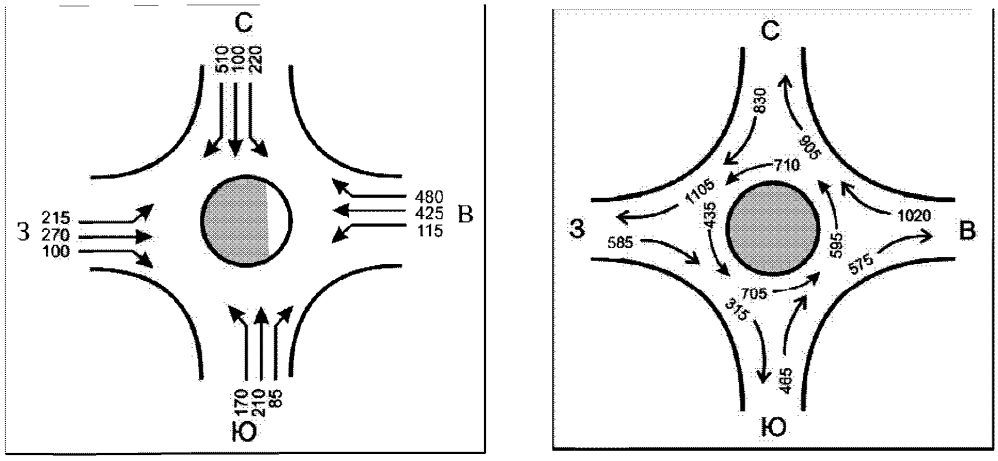


Рисунок 5.1 - Графическое оформление картограммы движения на кольцевом пересечении

На картограмме показывают часовую интенсивность движения, приведенную к легковому автомобилю, определяемую по формуле:

$$N = \sum (N_{ла} \times a_{ла} + N_{га} \times a_{га} + N_{тга} \times a_{тга} + N_{автп} \times a_{автп} + N_{авт} \times a_{авт} + N_{автС} \times a_{автС} + N_{2к} \times a_{2к}), \quad (5.1)$$

где $N_{ла}$, $N_{га}$, $N_{1га}$, $N_{автп}$, $N_{авт}$, $N_{авт\,с}$, $N_{2к}$ - часовые интенсивности грузовых автомобилей, грузовых автомобилей повышенной грузоподъемности, автопоездов, автобусов, сочлененных автобусов и мотоциклов, авт./час;

$a_{ла}$, $a_{га}$, $a_{тга}$ $a_{тавп}$, $a_{авт}$, $a_{авт\,с}$, $a_{2к}$, - коэффициенты приведения легковых и грузовых автомобилей малой грузоподъемности, грузовых автомобилей повышенной грузоподъемности, автопоездов, автобусов, сочлененных автобусов и мотоциклов к легковому автомобилю, таблица 5.2.

Таблица 5.2 - Значения коэффициентов привидения для кольцевых пересечений [5]

Тип транспортного средства		Коэффициент привидения
Легковые автомобили и грузовые автомобили грузоподъемностью до 1,5 т	$N_{ла}$, $N_{га\,1,5}$	1,0
Грузовые автомобили грузоподъемностью от 1,5 до 3,5 т	$N_{га\,3,5}$	1,5
Автопоезда	$N_{автп}$	2,3
Автобусы	$N_{авт}$	2,0
Сочлененные автобусы	$N_{авт\,с}$	3,0
Мотоциклы	$N_{2к}$	0,5

5.1.3 Интенсивности движения на участке въезда южного направления ($N_{вх\ Ю}$) и на участке кольцевой проезжей части перед въездом с южного направления ($N_{кпч\ Ю}$) вычисляют по формулам:

$$N_{\text{вх Ю}} = \sum N_{\text{лев В–Ю}} + N_{\text{прям С–Ю}} + N_{\text{прав З–Ю}}, \quad (5.2)$$

$$N_{\text{кпч Ю}} = \sum N_{\text{лев Ю–В}} + N_{\text{прям Ю–С}} = N_{\text{вых С–Ю}} - N_{\text{прав З–Ю}}, \quad (5.3)$$

где $N_{вх\ Ю}$ - часовая интенсивность движения на участке выезда южного направления, авт./час;

$N_{кпч\ Ю}$ - часовая интенсивность движения на участке кольцевой проезжей части перед въездом с южного направления авт./час;

$N_{лев\ В\text{-}Ю}$ - часовая интенсивность левоповоротного движения с восточного направления на южное (***В-Ю***), авт./час;

$N_{лев\ С\text{-}Ю}$ - часовая интенсивность движения прямого пересечения, с северного направления южное (***С-Ю***), авт./час;

$N_{прав\ З\text{-}Ю}$ - часовая интенсивность правоповоротного движения с западного направления на южное (***З-Ю***), авт./час.

По аналогичным формулам вычисляют интенсивности движения на участках выхода западного ($N_{вх\ З}$), северного ($N_{вх\ С}$), восточного ($N_{вх\ В}$) направлений и перед участками въездов с западного ($N_{кпч\ З}$), северного ($N_{кпчС}$) и восточного ($N_{кпчВ}$) направлений. В качестве примера на картограммах рисунка 5.1 представлены результаты расчета.

5.1.4 При необходимости исходные данные дополняются сведениями об интенсивности движения пешеходов и велосипедистов.

5.1.5 Планировочное решение кольцевого пересечения в значительной степени определяет скорость движения автомобилей на участке въезда на кольцо. Расчетные скорости рассматриваемых в «Методических рекомендациях» типов кольцевых пересечений представлены в таблице 5.3.

5.1.6 Проект кольцевого пересечения выполняют на геоподоснове М 1:500, учитывая геометрию пересекающихся дорог: план, продольные и поперечные профили, условия видимости. В случае использования при планировке кольцевых пересечений САПР, планировочное решение разрабатывают на основе цифровой модели местности.

Последовательность планировки кольцевых пересечений приведена в Разделе 13 «Методических рекомендаций».

Таблица 5.3 - Расчетные скорости рассматриваемых в «Методических рекомендациях» кольцевых пересечений

Тип кольцевого пересечения	Диаметр внешний кромки кольцевой проезжей части, м	Количество полос движения на кольце	Расчетная скорость движения на участке въезда на кольцо, км/час
1	3	4	5
Кольцевые пересечения с малым диаметром	24 – 30	1	25
Кольцевые пересечения среднего диаметра	30 – 40	1 (2)	35
	35 – 50	1 – 2	40
Кольцевые пересечения большого диаметра	40 – 55	2 (3)	40
	50 – 60	2 (3)	50
Мини-кольцевые пересечения	12 – 24	1	25
Кольцевые пересечения с зоной переплетения в пределах кольцевой проезжей части	не более 200 м	2	50

В Приложении А представлено использование при проектировании кольцевых пересечений, наиболее распространенных в России и странах СНГ систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог: «Robur», «IndorCAD», «ACAD Civil 3D», «Кредо».

5.2 Требования к планировке элементов кольцевых пересечений

Для создания наиболее благоприятных и безопасных условий движения необходимо обеспечить максимальное совпадение скоростей движения транспортных потоков всех направлений, двигающихся по кольцевой проезжей части и скоростей движения въезжающих и выезжающих автомобилей. При оптимальных условиях разность между скоростями взаимодействующих потоков целесообразно назначать в пределах 10%, максимальное расхождение не должно превышать 20%. В случаях, когда разница между скоростями транспортных потоков превышают указанную выше величину, принимают меры по корректировке геометрических элементов кольцевого пересечения и снижению скоростей

на примыкающих к пересечению участках дорог. Скорости движения на примыкающих участках следует снижать до скоростей на участках въезда (таблица 5.3).

При планировке кольцевых пересечений необходимо учитывать, что связь между геометрическими элементами пересечения не менее важна, чем их геометрические параметры и положение каждого из них. Безопасность движения и высокая пропускная способность обеспечиваются только взаимной увязкой всех геометрических элементов. Рассматривают следующие элементы и параметры:

- **центральная часть кольцевых пересечений**:
- диаметр кольцевого пересечения;
- кольцевая проезжая часть:
    - ширина полосы движения и их количество;
    - величина поперечного и продольного уклонов проезжей части;
- центральный островок:
    - размеры;
    - форма;
    - конструктивное решение;
- краевая полоса кольцевого пересечения, отделяющая кольцевую проезжую часть от обочины (бортового камня тротуара или разделительной полосы безопасности кольцевого пересечения);
- **участки въезда и выезда**
- направляющие островки:
    - размеры и форма (ширина и длина, радиусы закруглений кромок островка);
    - конструктивное решение;
- **проезжая часть участков въезда и выезда:**
    - ширина полосы движения и их количество;
    - радиус;

- **характеристики примыкающих направлений:**
  - количество примыкающих направлений;
  - углы между примыкающими направлениями;
  - количество полос движения примыкающего направления;
  - ширина полосы движения;
  - длина участка изменения ширины (отгона) проезжей части перед въездом на кольцо;
  - краевые полосы на участках подходов к кольцевой проезжей части;
- **дополнительная полоса для выполнения правых поворотов;**
- **пешеходные переходы и пешеходные дорожки (тротуары) в зоне кольцевого пересечения;**
- **велосипедные дорожки и пандусы, обеспечивающие удобное и безопасное движение велосипедистов в зоне кольцевого пересечения;**
- **проложение путей рельсового транспорта**
- **условия видимости:**
  - элементов пересечения;
  - транспортных средства и других участников движения;
  - технических средств организации дорожного движения.

5.2.1 Центральная часть кольцевого пересечения

Геометрические размеры элементов центральной части кольцевого пересечения должны препятствовать движению легковых автомобилей с высокими скоростями и обеспечивать возможность проезда пересечения крупногабаритными грузовыми автомобилями и автобусами.

5.2.1.1 Диаметр кольцевого пересечения определяет возможность размещения пересечения в пределах полосы отвода. Рекомендуемые значения диаметра для рассматриваемых в «Методических рекомендациях» видов кольцевых пересечений принимают на основании таблицы 5.3. При бóльших значениях диаметра в зоне кольцевого пересечения возможно движение с высокими скоростями, а они нежелательны.

5.2.1.2 Необходимость снижения и выравнивания скоростей движения автомобилей на кольцевой проезжей части и изменения траекторий их

движения при въезде на кольцо определяет форму и размеры центрального островка.

Конструкция центрального островка должна давать возможность водителю своевременно опознать его как элемент кольцевого пересечения, его как правило, приподнимают над проезжей частью. Исключение составляют центральные островки мини-кольцевых пересечений, когда возможно их выделение текстурой покрытия или разметкой (подраздел 12.2 «Методических рекомендаций»).

По форме центральный островок может быть круглым, овальным, каплеобразным или иметь какую-либо другую форму, рисунок 5.2.

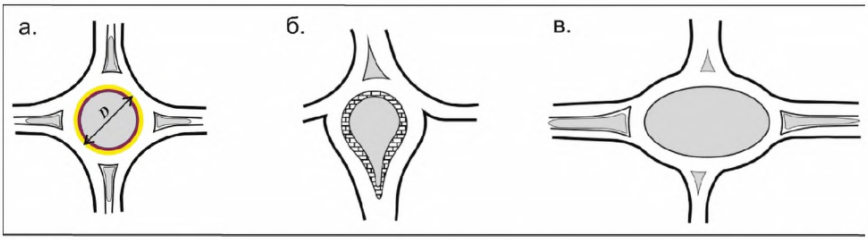


Рисунок 5.2 - Центральные островки круглой (а), каплеобразной (б) и овальной (в) формы

Центральные островки овальной или какой-либо другой формы не обеспечивают одинаковое снижение скоростей движения для всех примыкающих направлений. Их применение возможно при более 4-х примыкающих направлениях и в случае малых размеров центрального островка, диаметром до 4 м, когда скорости движения автомобилей на всех направлениях не высоки.

Каплеобразные центральные островки устраивают в качестве планировочных элементов неполных транспортных развязок (Раздел 7 «Методических рекомендаций»).

Для обеспечения постоянной и одинаковой скорости для транспортных потоков всех направлений при движении по кольцу предпочтителен центральный островок, имеющий форму окружности.

Радиусы центрального островка, достаточные для размещения на направляющих островках зоны ожидания пешеходов, пересекающих транспортные потоки разных направлений представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Радиусы центрального островка, достаточные для размещения на направляющих островках зоны ожидания пешеходов [по 6]

Скорость движения автомобилей на участке подхода к кольцевому пересечению (вне зоны влияния), км/час	Радиус центрального островка однополосного кольцевого пересечения, м		Радиус центрального островка двухполосного кольцевого пересечения, м	
	минимальный	рекомендуемый	минимальный	рекомендуемый
До 40	5	10	8	12
50	8	11	8	12
60	10	12	16	16
70	12	18	18	20
80	14	22	20	24
Свыше 90	14	22	20	24

Центральные островки диаметром до 20 – 25 м устраивают поднятыми над проезжей частью (рисунок 5.3, а), с уклоном в сторону проезжей части. При бóльших диаметрах островков, для предотвращения попадания значительного количества воды на кольцевую проезжую часть, рекомендуются островки вогнутого очертания (рисунок 5.3, б), при этом необходимо предусматривать устройство системы отвода воды, попадающей в область центрального островка.

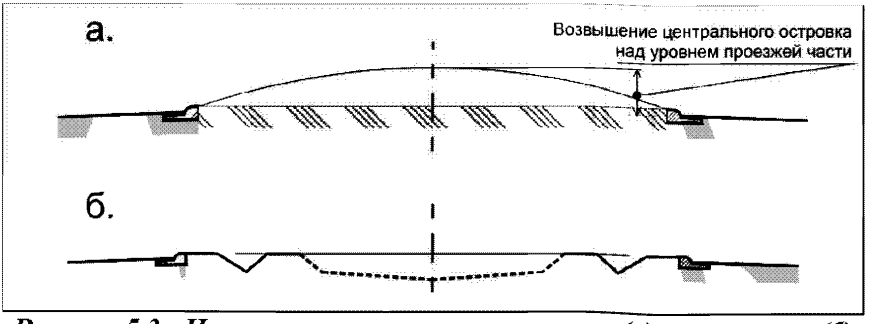


Рисунок 5.3 - Цетральные островки выпуклого (а) и вогнутого (б) очертания

При радиусах центральных островков менее 10 - 15 м за счет центрального островка устраивают дополнительные краевые полосы для проезда крупногабаритных автопоездов и автобусов (рисунки - 5.4 - 5.6).

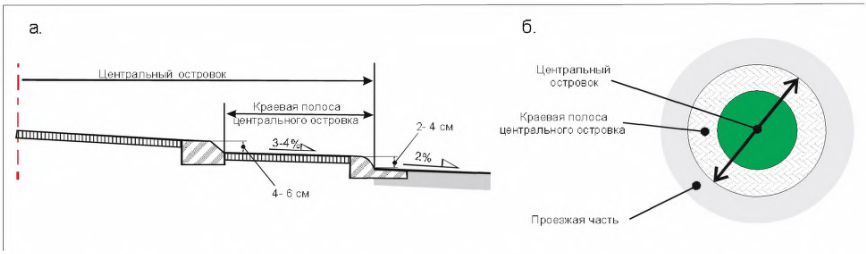


Рисунок 5.4 - План (а) и поперечный профиль (б) центрального островка с краевой полосой для поезда грузовых автомобилей



Рисунок 5.5 - Центральный островок с краевой полосой для проезда грузовых автомобилей



Рисунок 5.6 - Проезд кольцевых пересечений с заездом на краевую полосу центрального островка крупногабаритным грузовым автомобилем [7]

5.2.1.3 Ширину *однополосной кольцевой проезжей* части следует назначать не менее ширины наиболее широкого въезда на кольцевую проезжую часть. Наилучшие условия движения наблюдаются, когда ее ширина на 20% больше ширины наиболее широкого участка въезда (см. п.

5.2.3.3 «Методических рекомендаций»). Ширина кольцевой проезжей части в пределах пересечения постоянна.

Минимальные размеры геометрических элементов однополосного кольцевого пересечения, обеспечивающие движение автопоездов, следует принимать согласно данным таблицы 5.5 [по 11]. При наличии в составе левоповоротного транспортного потока сочлененных автобусов минимальный радиус кольцевого пересечения составляет 12,5 м, минимальный радиус центрального островка - 5,3 м, [12], ширина проезжей части составляет при этом 7,2 м.

Т а б л и ц а 5.5 - Минимальные размеры однополосного кольцевого пересечения, обеспечивающие проезд автопоезда [по 11]

Диаметр кольцевого пересечения м,	Диаметр центрального островка, м	Ширина кольцевой проезжей части, м
26,0	6,0	10,0
26,8	8,0	9,4
27.8	10,0	8,9
28,8	12,0	8,4
30,0	14,0	8,0
31,6	16,0	7,8
32,6	18,0	7,3
34,0	20,0	7,0

П р и м е ч а н и я

1. Размеры центрального островка при диаметрах менее 30 м включают дополнительные краевые полосы для проезда крупногабаритных автопоездов и автобусов (см. рисунок - 5.4 «Методических рекомендаций»).
2. При количестве в составе левоповоротного потока 10% и более грузовых автомобилей и автобусов минимальный диаметр центрального островка принимают не менее 14,0 м.

5.2.1.4 Внешний диаметр кольцевой проезжей части *двухполосных кольцевых пересечений* не должен быть менее 40 м. Минимальные ширины кольцевой проезжей части *двухполосных кольцевых пересечений* и диаметры центрального островка, предназначенные для движения автопоездов с полуприцепами в зависимости от диаметра внешней кромки кольцевой проезжей части представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Минимальные рекомендуемые ширины кольцевой проезжей части и диаметры центрального островка двухполосных кольцевых пересечений, предназначенных для движения автопоездов с полуприцепами [2]

Диаметр внешней кромки проезжей части, м	Диаметр центрального островка, м	Минимальная рекомендуемая ширина кольцевой проезжей части, м
45	25,4	9,8
50	31,4	9,3
55	36,8	9,1
60	41,8	9,1
65	47,6	8,7
70	52,6	8,7

Ширина каждой полосы движения многополосного кольцевого пересечения может составлять 4,30 – 4,90 м, при этом общая ширина кольцевой проезжей части составляет 8,50 - 9,80 м для двухполосной кольцевой проезжей части и 12,80 – 14,60 м – для трехполосной [7].

Между внешней кромкой кольцевой проезжей части и обочиной или бортовым камнем для обеспечения проезда крупногабаритных грузовых автомобилей предусматривают краевую полосу кольцевой проезжей части шириной не менее 0,6 м, имеющую одинаковую с проезжей частью дорожную одежду.

Для предварительного назначения количества полос движения на участке въезда рекомендуется использовать данные приведенные в таблице 5.7 [2].

Таблица 5.7 - Предварительное назначение количества полос движения на участке въезда

Суммарная интенсивность движения при въезде на кольцевую проезжую часть ($N_к + N_{вх}$), авт./час	Количество полос на участке въезда
до 1000	1
1000 - 1300	1 (проверочный расчет пропускной способности)
1300 – 1800	2
свыше 1800	более 2 (проверочный расчет пропускной способности)

Сопряжение элементов поперечного профиля центральной зоны кольцевого пересечения на участке между примыкающими направлениями и в сечении направляющего островка показано на рисунке 5.7.

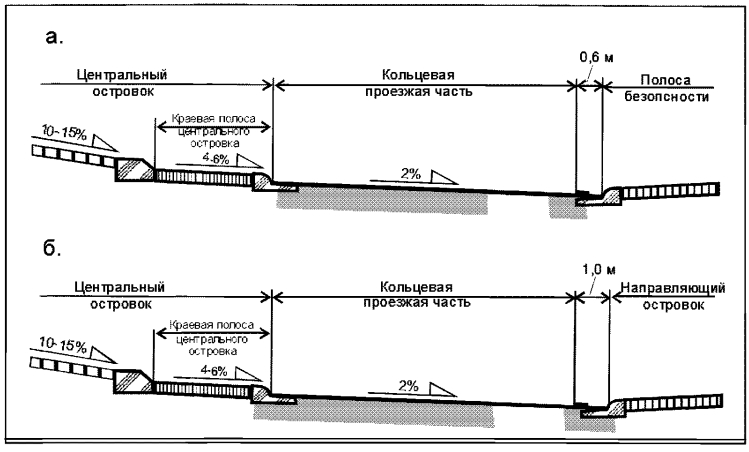


Рисунок 5.7 - Сопряжение элементов поперечного профиля центральной зоны кольцевого пересечения на участке между примыкающими направлениями (а) и в сечении направляющего островка (б)

5.2.2 Планировка подходов к кольцевому пересечению

5.2.2.1 Основной задачей проектирования подходов к кольцевому пересечению является подготовка водителей к въезду и движению по кольцевой проезжей части.

Планировка пересечения должна принуждать водителей:

- снизить скорость движения перед въездом на кольцевую проезжую часть;
- обеспечить въезд на кольцо и выезд с него на скоростях и по траекториям, учитывающим планировку центральной части кольцевого пересечения, движение потоков автомобилей всех примыкающих направлений и других участников движения (пешеходов и велосипедистов).

При проектировании подходов выделяют участок, на котором происходит снижение скорости движения и участок, непосредственно примыкающий к кольцевой проезжей части, особенности планировки которого представлены в п. 5.2.3 «Методических рекомендаций».

5.2.2.2 При проектировании подходов учитывают их размещение относительно центра пересечения, взаимное расположение и скорости движения на пересекающихся дорогах. Если скорости движения 85% обеспеченности превышают 80 км/час за счет планировочных мероприятия необходимо принуждать водителей снизить скорость до расчетной скорости въезда на кольцо. Скорости движения 85% обеспеченности определяют на основании Приложения 2 [8].

5.2.2.3 При размещении подходов к пересечению относительно центра пересечения возможны 3 варианта положения оси подхода к кольцевой проезжей части по отношению к центральному островку (рисунок 5.8): ось пересекает центр островка, расположена слева или справа от центра островка. Наилучшие условия проезда кольцевых пересечений соответствуют прохождению оси подхода через центр кольцевого пересечения. Преимущества и недостатки положения оси подхода к кольцевой проезжей части относительно центрального островка представлены в таблице 5.8.

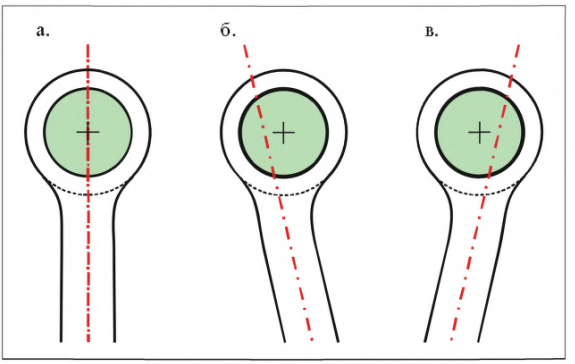


Рисунок 5.8 - Схемы расположения оси участка подхода к кольцевой проезжей части относительно центрального островка

Таблица 5.8 - Преимущества и недостатки различных вариантов положения оси подхода относительно центрального островка

Положение оси относительно центрального островка	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Ось подхода пересекает центр островка (рисунок 5.8, а)	Более определенные (локализованные) условия въезда на кольцо	При увеличении радиуса на выходе с кольцевой проезжей части, возможно движение с повышенной скоростью в зоне пешеходного перехода на участке выезда.
	Пониженные скорости выезда с кольцевой проезжей части	Для обеспечения необходимой скорости движения по кольцевой проезжей части необходимо увеличение размеров центрального островка
	Минимальная перепланировка подходов к пересечению	
Ось примыкания слева от центра островка (рисунок 5.8, б)	Удобно для проезда крупногабаритных грузовых автомобилей и автобусов при не больших радиусах центрального островка, что позволяет при увеличении радиуса въезда сохранить скорость и изменение траектории движения. Более простые условия въезда на кольцо по правой полосе	Усложняются условия въезда на кольцо по левой полосе многополосных кольцевых пересечений
Ось примыкания справа от центра островка (рисунок 5.8, в)	Улучшается обзорность (условия видимости)	Возможны въезд на кольцо и движение в пределах кольцевой проезжей части с повышенными скоростями, особенно, при небольших центральных островках
	Может использоваться при больших радиусах центрального островка	Уменьшают радиус выезда с кольца

5.2.2.4 Участки походов к кольцевым пересечениям рекомендуется располагать на правоповоротных кривых в плане (рисунок 5.9, а), размещать на S-обратных кривых (рисунок 5.9, б), устраивать на подходах островки полуовальной формы (рисунок 5.9, в), последнее решение целесообразно при широкой проезжей части участка въезда.

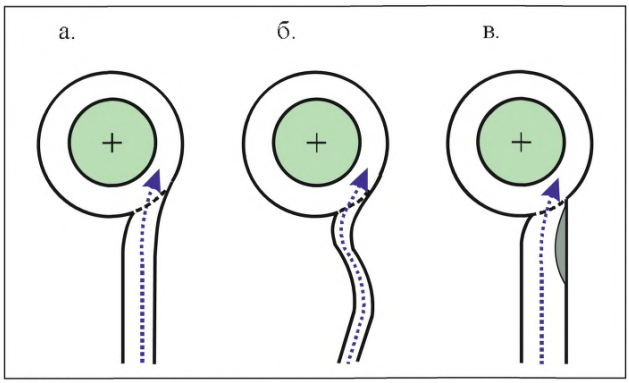


Рисунок 5.9 - Схемы планировки подходов к кольцевым пересечениям, улучшающие условия движения в зоне кольцевых пересечений

Если участки подходов расположены в плане на прямых (рисунок 5.10, а), на участках кривых больших радиусов (рисунок 5.10, б, в), водители могут въезжать на кольцевую проезжую часть с высокими скоростями. Поэтому подобные планировочные решения применять не рекомендуется.

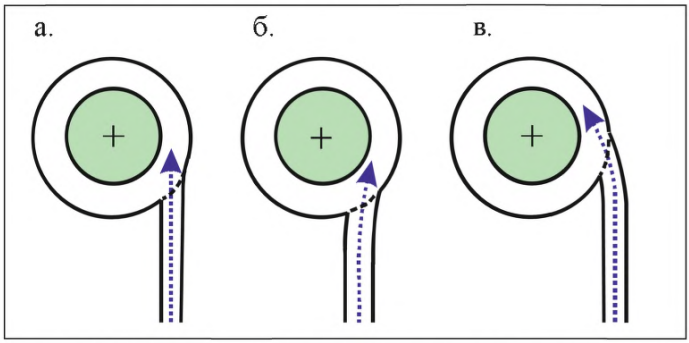


Рисунок 5.10 - Схемы планировки участков подходов к кольцевым пересечениям, не обеспечивающие безопасные условия въезда на кольцевую проезжую часть

При разработке планировочного решения следует учитывать взаимное расположение подходов к кольцу. При малых углах между подходами трудно оптимизировать геометрические элементы участков въезда и выезда. При больших углах между подходами, что встречается в случае Т-образных и У-образных примыканий, возможны въезд и движение по кольцевой проезжей части с повышенными скоростями.

Величина угла между осями примыкающих подходов должна быть равной или близкой к 90^0. В этом случае обеспечивается достаточное снижение скоростей движения транспортных потоков всех примыкающих направлений. При больших углах между примыкающими направлениями возможно движение по кольцевой проезжей части с повышенными скоростями, особенно для автомобилей поворачивающих направо.

При проектировании кольцевых пересечений для 3-х направлений (Т-образные и У-образные примыкания, рисунок 5.11), когда, при больших углах между примыкающими направлениями, возможны въезд и движение по кольцевой проезжей части с повышенными скоростями, снижение скоростей движения на всех примыкающих направлениях можно обеспечить за счет увеличения радиуса центрального островка или за счет перепланировки подходов, при которой угол между участками подходов должен составлять около 120^0.

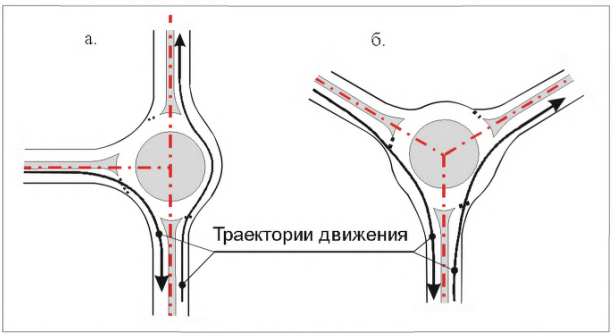


Рисунок 5.11 - Траектории движения в пределах кольцевой проезжей части, обеспечивающие движение с пониженными скоростями (а) и допускающие возможность движения с высокой скоростью (б)

5.2.3 Участок въезда на кольцо и выезда с кольцевой проезжей части

Участок автомобильной дороги, непосредственно примыкающей к кольцевой проезжей части включает: проезжие части въезда и выезда,

направляющий островок пешеходные переходы и пандусы велосипедных дорожек. При его планировке должны быть решены следующие задачи:

- въезд на кольцо со скоростями движения и по траекториям, учитывающим особенности всех участников движения, в том числе велосипедистов и пешеходов;
- обеспечение необходимой пропускной способности;
- удобный и безопасный выезд с кольцевой проезжей части.

При планировке участков въезда и выезда назначают:

- размеры и форму направляющих островков (ширину и длину, радиусы закруглений кромок), их конструктивное решение;
- количество полос движения и их ширину;
- радиусы внешних и внутренних кромок проезжих частей въезда и выезда;
- расположение элементов участка въезда – выезда по отношению к центральной части пересечения.

5.2.3.1 На автомобильных дорогах с высокой скоростью движения ее снижение перед въездом на кольцо достигается за счет:

- увеличения длины направляющего островка;
- изменения ширины (уширения) направляющего островка (рисунок 5.12);
- планировки подхода с включением S-образных кривых с уменьшающимися радиусами (рисунок 5.13).

Длину участка изменения плана трассы и элементов подхода рекомендуют принимать в зависимости от количества полос движения на участке подхода: для вновь проектируемых пересечений на двухполосных дорогах - 250 м и 350 м - на четырехполосных, при реконструкции существующих пересечений 150 м и 250 м соответственно [9].

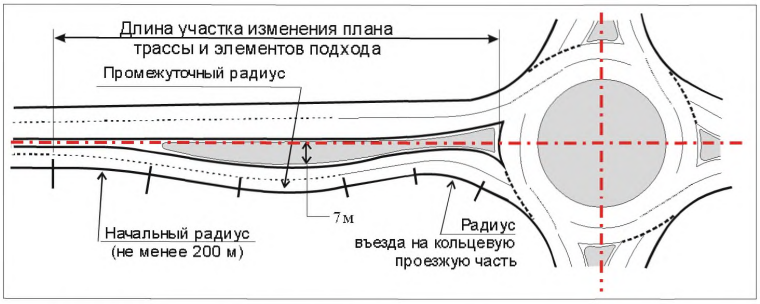


Рисунок 5.12 - Уширение направляющего островка (центральной разделительной полосы)

При трассировании участка подхода S-образными кривыми изменятся угол между осью примыкающей дороги и участком въезда на кольцевую проезжую часть, рисунок 5.13. Такое изменение угла въезда на кольцевое пересечение уменьшает кривизну траектории движения при выезде, что дает возможность выезжать с кольца с более высокими скоростями, и увеличивает ее на участке въезда, вынуждая при этом водителей снижать скорость движения.

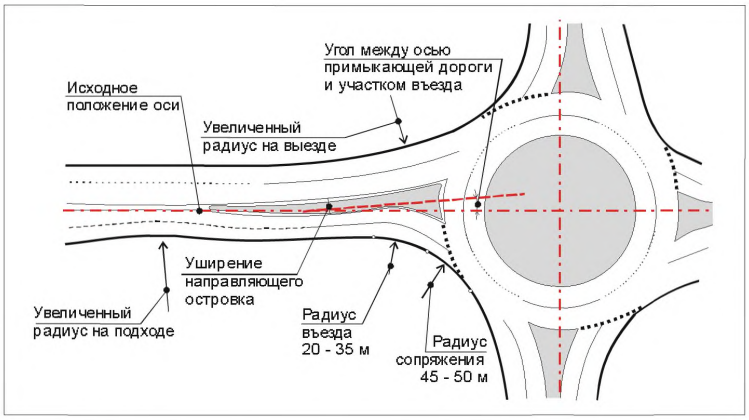


Рисунок 5.13 - Трассирование подхода S-образными кривыми с изменением ширины направляющего островка (центральной разделительной полосы)

5.2.3.2 Направляющие островки участка въезда на кольцо и выезда с кольцевой проезжей части выполняют следующие функции:

– облегчают водителю выбор оптимального режима и направления движения при въезде и выезде с кольцевой проезжей части;

- регулируют скорость движения на подходах, информируя водителей о необходимости снижения скорости при въезде на пересечение до значений, при которых водители могут более точно оценить граничный интервал и принять решения о въезде, что способствует повышению пропускной способности и движению на кольцевой проезжей части с более высоким уровнем обеспечения безопасности;
- перекрывают проезд пересечения по центральному островку и другие нежелательные направления движения в зоне кольцевого пересечения;
- разделяют транспортные потоки встречных направлений движения, перекрывая возможный выезд на встречную полосу автомобилей;
- дают возможность устраивать зону накопления для пешеходов.

Форма и размеры направляющего островка рекомендуется устанавливать перед планировкой участков входа и выхода, что позволяет подобрать оптимальные размеры и положение всех элементов участков въезда и выезда.

При проектировании направляющего островка следует учитывать, что увеличение его размеров обеспечивает разделение встречных транспортных потоков противоположных направлений, позволяет водителям оценивать условия въезда на кольцо, повышает безопасность движения пешеходов при пересечении проезжих частей с движением автомобилей противоположных направлений. Однако при этом для обеспечения необходимого снижения скорости приходится увеличивать размеры центрального островка, а, следовательно, и всего кольцевого пересечения.

Общую длину направляющего островка следует принимать в пределах 30 - 50 м, но не менее 15 метров, в целях предупреждения водителей об изменяющейся геометрии дороги (рисунок 5.14).

Для обеспечения надежной защиты пешеходов, в пределах направляющего островка предусматривают зону для ожидания пешеходов, которую располагают на расстоянии не менее 6,0 м от граничной линии.

Покрытие зоны для ожидания пешеходов устраивают с продольным рифлением (ГОСТ Р 52875 – 2007), учитывая при этом рекомендации ОДМ 218.2.007-2011 «Методические рекомендации по проектированию мероприятий по обеспечению доступа инвалидов к объектам дорожного хозяйства». Расположение и минимальные размеры зоны для ожидания пешеходов, показаны на рисунке 5.14

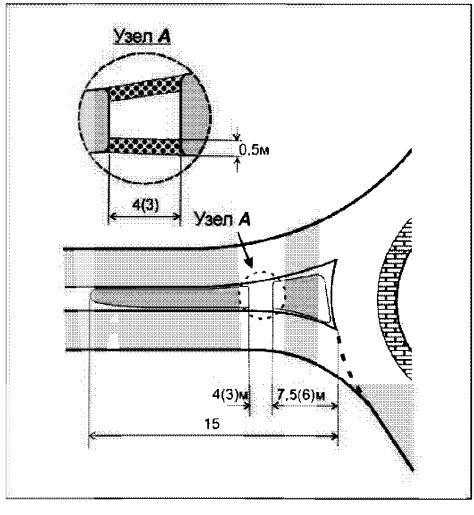
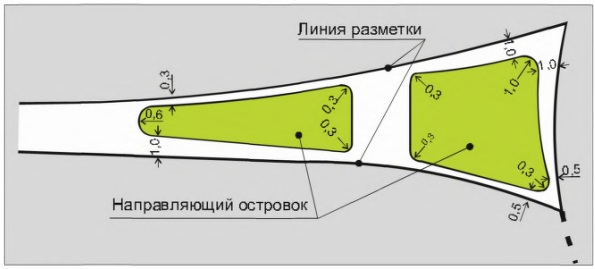


Рисунок 5.14 - Минимальные размеры направляющего островка и зона для ожидания пешеходов (узел А)

Направляющий островок принято поднимать над проезжей частью, если его площадь превышает 5 м^2.

Между бортовым камнем, поднятым над проезжей частью направляющего островка и правыми кромками проезжих частей въезда и выезда на кольцо, предусматриваются полосы безопасности 0,3 – 1,0 м, бортовые камни островка скругляются, рисунок 5.15.



Размеры указаны в метрах

Рисунок 5.15 - Минимальные радиусы закругления бортового камня и полос безопасности между кромкой проезжей части и бортовым камнем направляющего островка

Направляющие островки у кольцевой проезжей части расширяют, им придают криволинейное очертание: левые кромки проезжих частей въезда и выезда направляют по касательным к внешней границе центрального островка.

Криволинейное очертание направляющего островка на участке въезда:

- способствует необходимому снижению скорости при въезде на кольцо;
- сводит к минимуму возможность движения после выезда на кольцевую проезжую часть во встречном направлении.

На участке выезда криволинейное очертание островка не дает возможности водителям двигаться с высокой скоростью, что, во-первых, повышает безопасность движения в зоне пешеходного перехода и, во-вторых, в случае многополосного выезда, уменьшает вероятность и тяжесть боковых столкновений, выезжающих по соседним полосам автомобилей.

5.2.3.3 Ширина проезжей части ($b_{вх}$) и количество полос движения на участке въезда в значительной степени определяют пропускную способность кольцевого пересечения. Шириной проезжей части участка въезда считают длину отрезка от точки пересечения граничной линии с кромкой кольцевой проезжей части (точка ***A*** рисунок 5.16) до правой кромки проезжей части участка въезда.

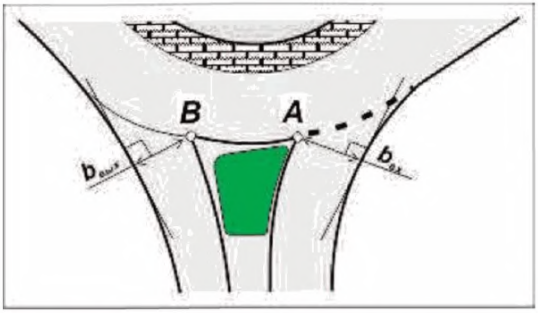


Рисунок 5.16 - Ширина проезжих частей на участке въезда и выезда

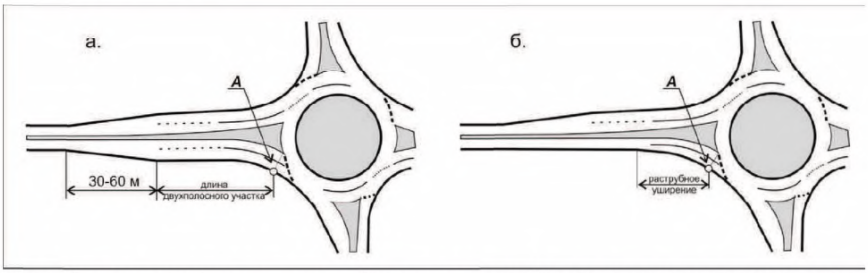
Для однополосных кольцевых пересечений ее обычно назначают в пределах 4,2 – 5,5 м. (большие значения принимают при наличии грузовых автомобилей и автобусов в составе транспортного потока).

При назначении ширины проезжей части многополосного въезда необходимо учитывать, что, с одной стороны, излишняя ширина может способствовать выезду автомобилей с высокой скоростью и увеличению аварийности за счет возможных боковых столкновений автомобилей. С другой стороны, при недостаточной ширине въезда возможны взаимные помехи автомобилей, одновременно въезжающих на кольцо по соседним полосам.

Не рекомендуется на участках въезда назначать бóльшее количество полос движения, чем необходимо для обеспечения пропускной способности.

Для двухполосных выездов ширина проезжей части назначается в пределах 7,5 – 9,0 м, трехполосных - 11,0 – 14,0 м, или 3,7 – 4,6 м на одну полосу движения.

5.2.3.4 Если для обеспечения пропускной способности необходимо увеличивать количество полос движения непосредственно на участке въезда, уширение проезжей части устраивают параллельного или раструбного типа, рисунок 5.17.



Точка *A* – точка на пересечения правой кромки проезжей части въезда с перпендикуляром из точки пересечения левой кромки въезда с кольцевой проезжей частью.

Рисунок 5.17 - Участок въезда параллельного (а) и раструбного (б) типа

5.2.3.5 Длина участка раструбного уширения для повышения пропускной способности должна, по возможности, быть достаточно большой. Рекомендуемую длину уширения раструбного типа на участках автомобильных дорог вне застройки принимают от 20 до 100 м, на застроенной территории в стесненных условиях - от 12,5 до 100 м.

Раструбное уширение проезжей части на участке въезда должно быть плавным. Схема устройства раструбного уширения показана на рисунке 5.18. При общей длине уширения раструбного типа $L \approx 2 \times L'$, плавность обеспечивается, если крутизна $\boldsymbol{S}$, вычисляемая по формуле (5.4) участка непосредственно примыкающего к кольцевой проезжей части (L') не превышает единицу.

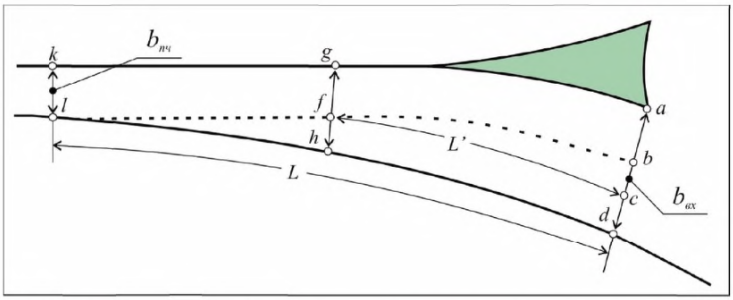


Рисунок 5.18 - Схема определения геометрических размеров раструбного уширения проезжей части на участке въезда

$$S = 1{,}6 * (b_{вх} - b_{пч})/L' \leq 1, \qquad (5.4)$$

где $\boldsymbol{S}$ - крутизна отгона ширины проезжей части

$b_{вх}$ - ширина проезжей части при въезде на кольцо (п. 5.2.3.2), м;
$b_{пч}$ - ширина проезжей части на участке похода, м.

Построения осуществляют следующим образом (рисунок 5.18). Исходя из местных условий, назначают общую длину раструбного уширения. Перпендикулярно левой кромки полосы движения участка подхода к кольцевой проезжей части из точек ***a***, ***g*** и ***k*** проводят отрезки ***ad***, ***gh*** и ***kl***, длинами равными $b_{вх}$, $(b_{вх}+b_{пч})/2$ и $b_{пч}$ соответственно. Проводят отрезок (или кривую) ***lf*** и кривую ***fc*** на расстояние $b_{пч}$ относительно левой кромки проезжей части участка въезда (отрезок или кривая ***kg*** и кривая ***ga***). Определяют положение точки ***c*** при условии, что она находится на середине отрезка ***bd***. Определяют длину кривой ***cf*** (L') и по формуле (5.4) вычисляют ***S***.

5.2.3.6 Рекомендации в отношении ширины проезжей части участка выезда с кольцевой проезжей части заключаются в следующем. Шириной проезжей части участка выезда считается расстояние от точки пересечения кромки кольцевой проезжей части с левой кромкой выезда (точка ***B***, рисунок 5.16) до правой кромки проезжей части участка выезда.

Для однополосных кольцевых пересечений рекомендуемая ширина проезжей части составляет 7,0 – 7,5 м, с постепенным снижением до 6,0 м (рисунок 5.19) с учетом возможности объезда остановившегося автомобиля и предотвращения образования затора на кольце.

Ширина двухполосного выезда должна составлять 10,0 – 11,0 м, что обеспечивает одновременный выезд двух автомобилей с кольцевой проезжей части. Отгон ширины рекомендуется принимать равной 1:15 – 1:20.

Для обеспечения безопасности движения пешеходов на участке выезда предпочтительнее планировочное решение с одной полосой проезжей части.

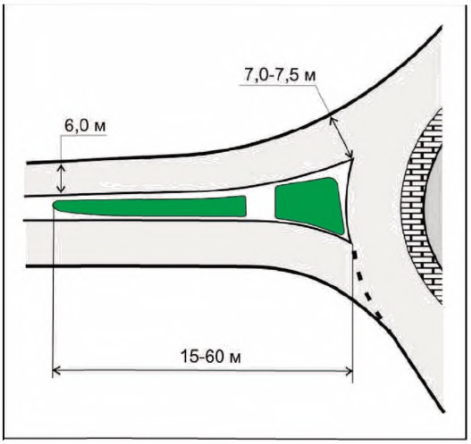


Рисунок 5.19 - Ширина проезжей части участка выезда однополосного кольцевого пересечения

5.2.3.7 На участках въезда и выезда рекомендуется предусматривать краевые полосы шириной 0,30 – 0,50 м между кромками проезжих частей и направляющим островком, и обочиной (тротуаром, полосой безопасности).

5.2.3.8 Целесообразно устройство бортового камня (рисунок 5.20). Бортовой камень более надежно ориентирует водителя, задает режим движения (скорость и траекторию) на въезде и на кольцевой проезжей части, предотвращает объезды справа ожидающего въезда на кольцевую проезжую часть автомобиля, исключает возможные выезды автомобилей на кольцевую проезжую часть по обочине. При этом следует предусмотреть дополнительные мероприятия по отводу воды с проезжей части.

Для удобства очистки от снега и обеспечения снегопереноса рекомендуется устройство скошенного бортового камня.

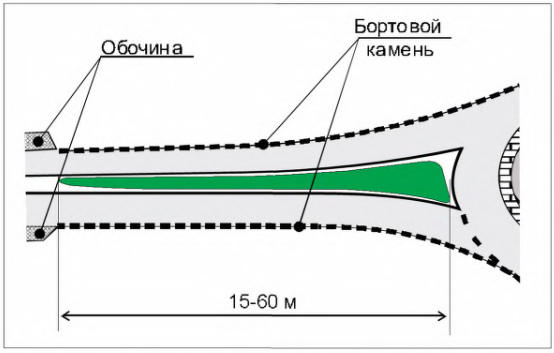


Рисунок 5.20 - Расположение бортового камня на участке въезда и выезда

5.2.3.9 Высокая пропускная способность, удобные и безопасные условия проезда кольцевого пересечения обеспечивают при тщательном сопряжении проезжих частей (полос движения) участков въезда и выезда с кольцевой проезжей частью.

Для сопряжения направляющего островка и других элементов участков въезда и выезда с центральным островком и кольцевой проезжей частью их располагают так, чтобы продолжения левых кромок участков въезда и выезда являлись касательными к внешней кромке центрального островка, а правые кромки были сопряжены с внешней кромкой кольцевой проезжей части (рисунок 5.21).

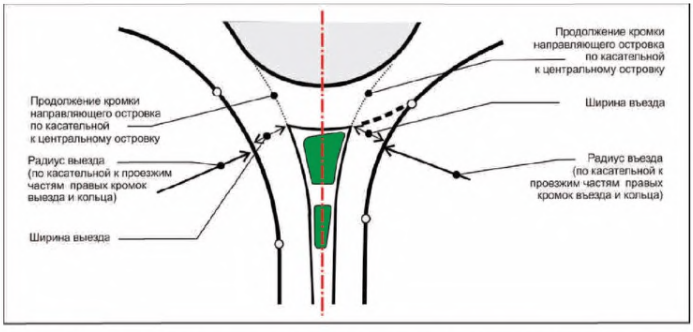


Рисунок 5.21 - Сопряжение участков въезда и выезда с центральным островком и кольцевой проезжей частью однополосного кольцевого пересечения

Оптимальные условия въезда (радиусы въезда) на кольцо обеспечивают радиусы внешней кромки проезжей части въезда равной 20 м при минимальном значении 6,0 м, обеспечивающим движения только легковых автомобилей. Практически, принимают значения радиусов от 10,0 до 100 м. Считается [7], что при увеличении радиуса въезда до 20 м существенно повышается пропускная способность въезда. Дальнейшее его увеличение не приводит к росту пропускной способности, но позволяет въезжать на кольцевую проезжую часть по траекториям большей кривизны с повышенной скоростью, что может отрицательно сказаться на безопасности движения.

Радиус продолжения левой кромки проезжей части въезда касательный к центральному островку принимают в зависимости от расчетной скорости на въезде (таблица 5.9).

На участке выезда с кольцевой проезжей части радиус окружности касательной левой кромки полосы движения при выезде может составлять от 90 до 250 м (рисунок 5.21). Однако, большие значения радиусов при наличии пешеходного движения снижают уровень безопасности движения пешеходов. Поэтому их применение желательно при отсутствии пешеходного движения и наличии интенсивного движения грузовых автомобилей и автобусов (свыше 25%), что позволяет увеличить скорость выезда с кольца, улучшая при этом условия движения на кольцевой проезжей части.

Т а б л и ц а 5.9 – Радиусы сопряжения участка въезда на кольцо [10]

Расчетная скорость (въезда на кольцо), км/час	Радиус продолжения левой кромки проезжей части въезда, касательной к центральному островку, м
20	20
25	30
30	65
40	90
50	120

Минимальные радиусы сопряжения кольцевой проезжей части с участком выезда (радиус выезда) для снижения вероятности заторов на кольце обычно принимаются большими, чем на участках въезда (от 20 – до 100 м), рекомендуемое значение составляет 20 м для однополосных кольцевых пересечений и 40 м для многополосных кольцевых пересечений.

При проектировании двухполосных участков въездов кольцевых пресечений во избежание возникновения конфликтных ситуаций для транспортных потоков, въезжающих на кольцо с примыкающей дороги и движущихся по крайней правой полосе кольцевой проезжей части следует избегать чрезмерно малых радиусов кривой сопряжения кромок проезжих частей въезда и кольцевой проезжей части.

При сопряжении направляющего островка, проезжих частей въезда и выезда многополосного кольцевого пересечения с кольцевой проезжей частью необходимо добиваться баланса между скоростью движения на въезде и возможным наложением траекторий движения (полос движения) въезжающих, выезжающих и движущихся по кольцевой проезжей части автомобилей. При меньших значениях радиусов обеспечивается необходимое снижение скорости движения, но при этом возможно наложение траекторий движения (полос движения). Для исключения наложения траекторий может быть предложено два метода сопряжения.

Первый метод заключается в размещении элементов въезда относительно направляющего островка. Его используют при отсутствии ограничений в пределах полосы отвода пересечения. В соответствии с этим методом, для исключения наложения траекторий (полос движения) на участке въезда, его левую кромку продлевают по касательной к центральному островку. Затем, по касательным к кромкам полос движения кольцевой проезжей части прорисовываются кромки полос въезда. После чего определяют положение краевой полосы, разделительной полосы,

полосы безопасности, тротуара или пешеходной дорожки. Аналогично определяют положение элементов участка выезда.

Согласно второму методу, для исключения наложения траекторий (полос движения) и снижения скорости на участке въезда в очертание его правой кромки включают дугу радиуса 15,0 – 30,0 м (на расстоянии 10,0 – 15,0 м от граничной линии), которую сопрягают касательными с кромкой кольцевой проезжей части и правой кромкой участка подхода (рисунок 5.21). Затем определяют положение полос движения участка въезда, направляющего островка, участка выезда, краевых полос и других элементов подхода к кольцевому пересечению. Кромки полос движения участка въезда – выезда сопрягают по касательным с кромками полос движения кольцевой проезжей части, рисунок 5.22

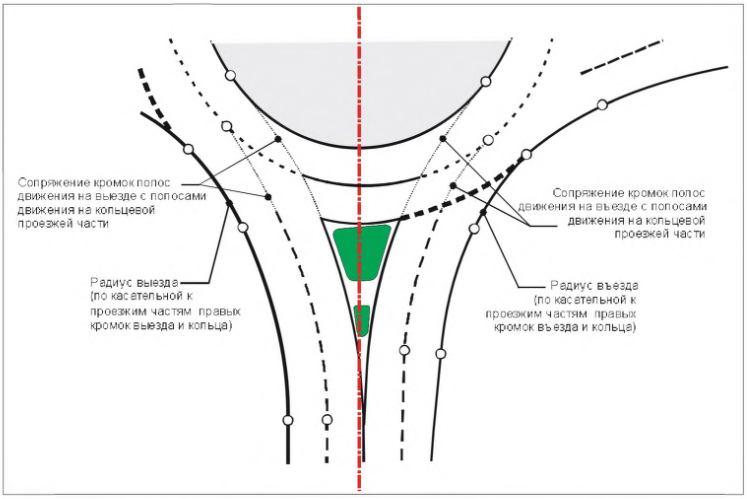


Рисунок 5.22 - Схема сопряжения кромок полос движения участка въезда – выезда с кромками полос движения кольцевой проезжей части двухполосного кольцевого пересечения

5.2.3.11 При наличии пешеходного движения кольцевые пересечения должны быть оборудованы тротуарами (пешеходными дорожками) и

пешеходными переходами. Их проектируют с учетом передвижения маломобильных групп населения (ГОСТ Р 52875 – 2007).

Тротуары (пешеходные дорожки) на кольцевых пересечениях отделяют от кольцевой проезжей части разделительной полосой безопасности шириной 0,6 - 1,5 м. Ее конструкция должна препятствовать выходу пешеходов на проезжую часть, что достигается устройством газона, посадкой плотного низкорослого кустарника, установкой различных типов ограждений.

Полоса безопасности и ограждение должны исключать возможность выхода пешеходов на кольцевую проезжую часть и на центральный островок.

Пешеходный переход располагают на таком расстоянии от граничной линии, при котором автомобиль в случае остановки перед въездом на кольцевую проезжую часть не создавал бы помех для пешеходов, переходящих дорогу (6,0 – 7,5 м).

На пешеходных переходах в пределах направляющего островка должны быть предусмотрены площадки для ожидания, расположенные в одном уровне с проезжей частью. Ширина пешеходных переходов определяется с учетом интенсивности пешеходного движения, но должна быть менее 4,0 м.

Варианты устройства тротуара (пешеходной дорожки) показаны на рисунках 4.3 и 5.23.

5.2.3.12 На кольцевых пересечениях, расположенных в пределах населенных пунктов, а также вне их, если суммарная интенсивность велосипедного движения превышает 200 ед./сутки, оборудуют велосипедные дорожки.

Возможны два варианта размещения велосипедных дорожек. Первый - если на участке похода имеется самостоятельная велосипедная дорожка, ее

перед пересечением перенаправляют в обход кольцевой проезжей части и выводят на проезжую часть участка выезда примыкающего направления. При организации движения по самостоятельной велосипедной дорожке расстояние от начала и конца участка обхода велосипедной дорожки до граничной линии кольцевой проезжей части должно составлять не менее 30 м (рисунок 5.23).

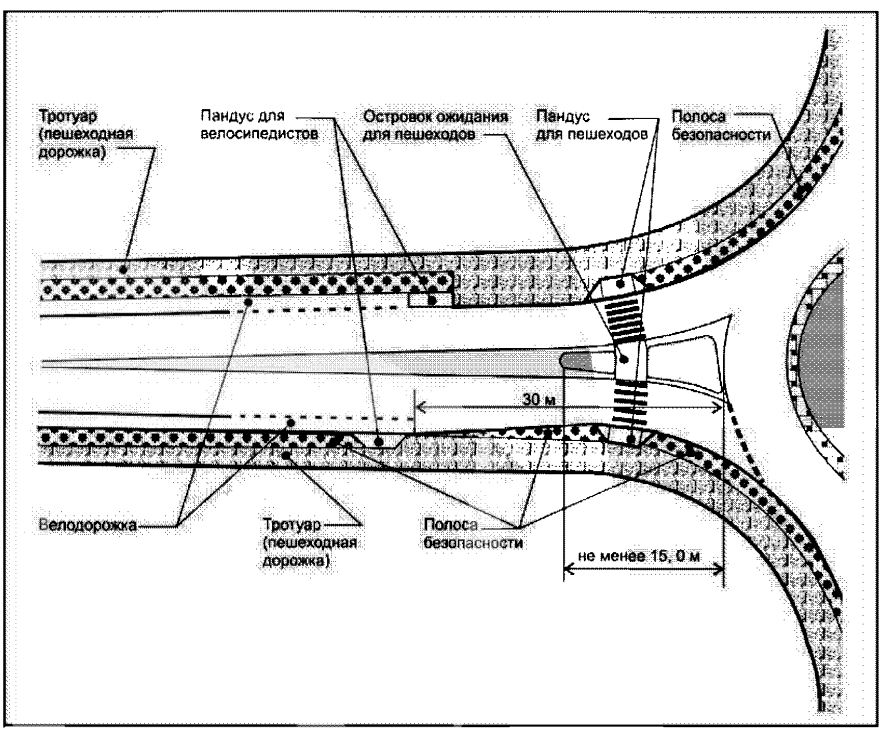


Рисунок 5.23 - Элементы кольцевого пересечения, обеспечивающие движение пешеходов и велосипедистов

Второй вариант заключается в организации совмещенного движения и пешеходов, и велосипедистов. Для удобства движения велосипедистов велодорожку и совмещенную дорожку для движения велосипедистов, и пешеходов с проезжей частью сопрягают пандусами.

5.3 Выделение дополнительной полосы движения для правоповоротных потоков

5.3.1 Выделение полосы движения для правоповоротных потоков целесообразно в следующих случаях:

- при высокой интенсивности правоповоротного транспортного потока, составляющей 200 авт./час и более;
- при отсутствии места для размещения кольцевой проезжей части или проезжей части на участке въезда на кольцо необходимой ширины;
- при невозможности вписывания кривых больших радиусов, соответствующих движению грузовых автомобилей, на участке въезда на кольцевую проезжую часть.

5.3.2 Поскольку количество полос кольцевой проезжей части определяется количеством полос на участке подхода, правоповоротная полоса позволяет не переходить от более простого и менее аварийного однополосного кольцевого пересечения к двухполосному при интенсивном правоповоротном движении одного из направлений.

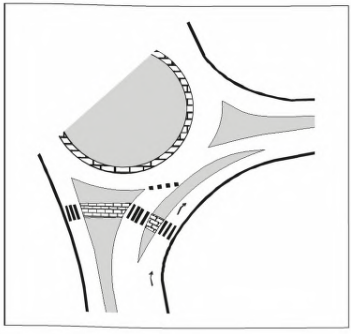
5.3.3 Дополнительную правоповоротную полосу:

- можно располагать в пределах кольцевой проезжей части и отделять от автомобилей, движущихся в прямом направлении и выполняющих левый поворот разметкой 1.1;
- отделять от кольцевой проезжей узкой разделительной полосой в одном уровне с проезжей частью. Ее выделяют разметкой, или поднимают над проезжей частью (рисунок 5.24, а и б);
- отделять от кольцевой проезжей части широким разделительным островком (рисунок 5.24 в), при этом, в случае движения пешеходов следует предусматривать для них островок безопасности.
- размещать как самостоятельную обособленную проезжую часть, рисунок 5.24, г.

а.



б.



в.



г.



Рисунок 5.24- Планировочные решения дополнительной правоповоротной полосы кольцевых пересечений с широким разделительным островком (а, б, в) и с самостоятельной трассой правоповоротной полосы (г) [2, 7]

5.3.4 Проектируя дополнительные правоповоротные полосы, не следует назначать высокие скорости движения по ним, т.к. это может создавать опасность для движения пешеходов. Дополнительные правоповоротные полосы нежелательны в пределах населенных пунктов с интенсивным пешеходным и велосипедным движением из-за более высоких скоростей движения при слиянии и разделении транспортных потоков, являющихся причиной повышенной аварийности и тяжести дорожно-транспортных происшествий с пешеходами и велосипедистами.

5.3.5 При размещении правоповоротной полосы в пределах кольцевой проезжей части ее выделяют разметкой или островками (рисунок 5.25).

Направляющие островки перед въездом на кольцевую проезжую часть и на выходе правоповоротной полосы с кольцевой проезжей части должны перекрывать возможный выезд автомобилей правоповоротных потоков на кольцевую проезжую часть (рисунок 5.26).

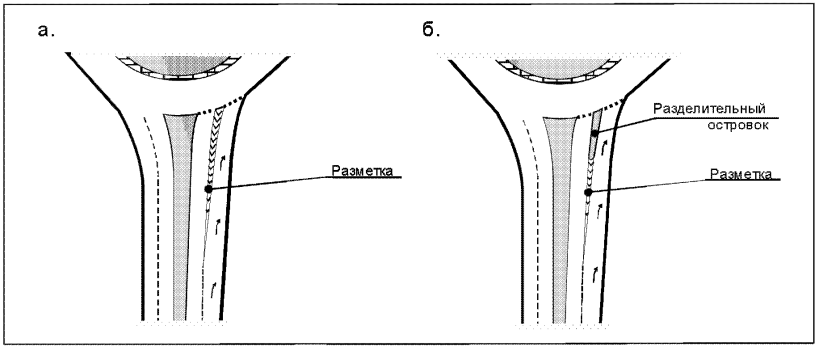


Рисунок 5.25 -- Выделение правоповоротной полосы разметкой (а) и поднятым над проезжей частью островком (б)

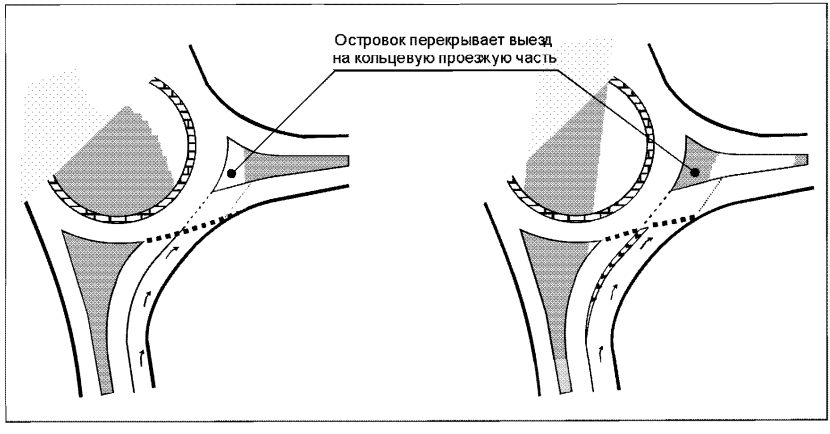
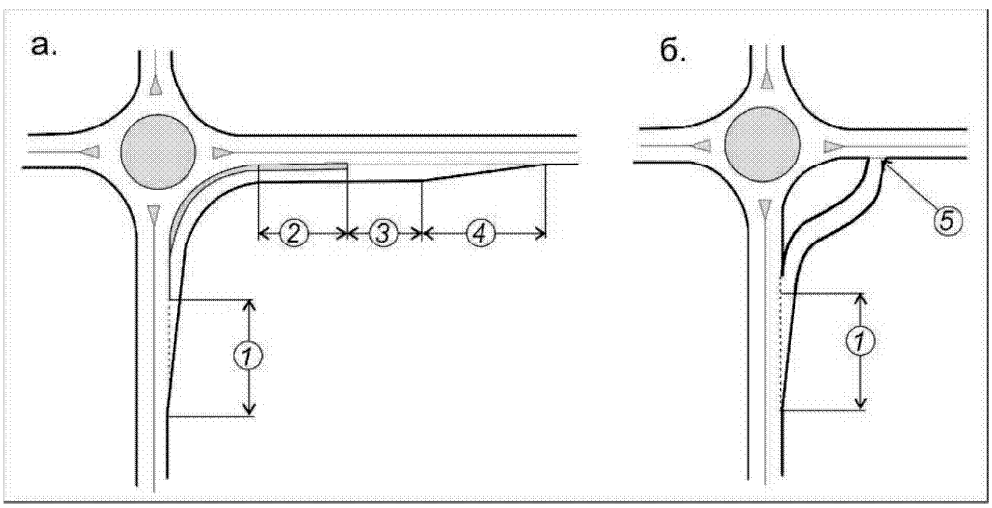


Рисунок 5.26 - Перекрытие островком выхода правоповоротной полосы для исключения возможного выезда правоповоротного потока на кольцевую проезжую часть

5.3.6 Отделенная от кольцевой проезжей части правоповоротная полоса при слиянии с проезжей частью, к которой она примыкает, в зависимости от соотношения интенсивностей движения, может дополнительно иметь переходно-скоростные полосы разгона, рисунок 5.27, а.

5.3.7 При движении пешеходов и велосипедистов и отделенной от кольцевой проезжей части правоповоротной полосы на разделительных островках обособленного правоповоротного съезда целесообразно предусматривать зоны для ожидания пешеходов и велосипедистов, рисунок 5.24, б.



1 – участок оттона ширины полосы торможения; 2 – участок разгона переходно-скоростной полосы; 3 – участок маневрирования; 4 - участок оттона ширины переходно-скоростной полосы разгона; 5 – въезд на проезжую часть без полосы ускорения.

Рисунок 5.27 - Принципиальные схемы примыкания обособленной правоповоротной полосы к основной проезжей части с устройством (а) и без устройства переходно-скоростной полосы разгона (б)

6 Планировка кольцевых пересечений при реконструкции дорог

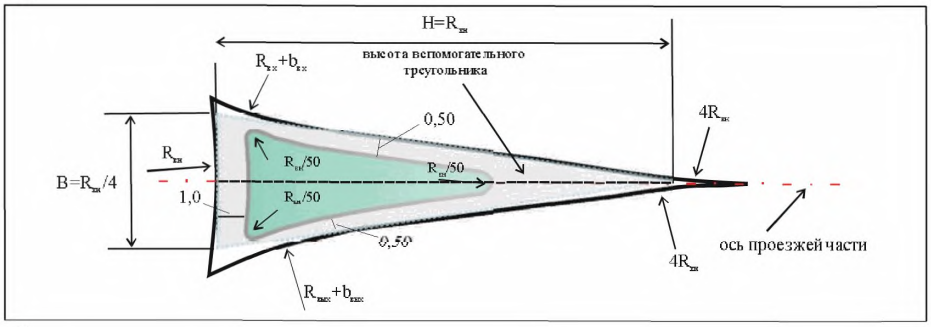
6.1 Улучшение условий движения при реконструкции пересечений в одном уровне

6.1.1 При реконструкции пересечений в одном уровне, в том числе и кольцевых пересечений, следует руководствоваться рекомендациями Раздела 5 «Методических рекомендаций». Это касается перепланировки центральной части кольцевого пересечения; размещения подходов: смещения их осей и взаимного расположения с приближением угла между примыкающими направлениями к 90^0; планировке направляющих островков, участка въезда на кольцо и выезда с кольцевой проезжей части.

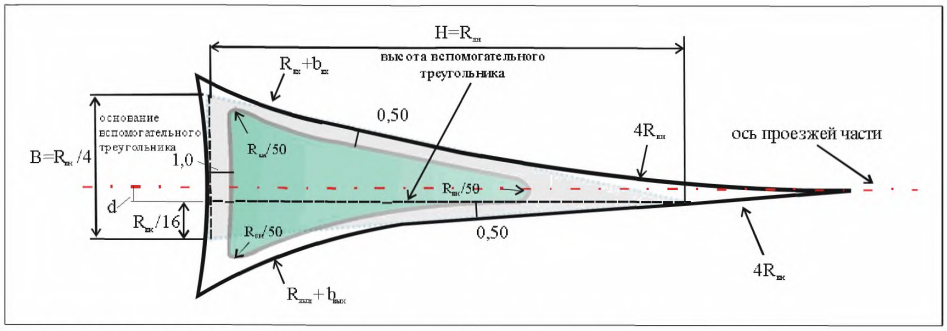
6.1.2 При реконструкции пересечений в стесненных рельефом или ситуацией условиях и на застроенной территории, как правило, не представляется в полной степени реализовать рекомендации по назначению оптимальных геометрических параметров пересечения, особенно это относится к участку въезда на кольцо. В этом случае возможно выделение дополнительной правоповоротной полосы. (подраздел 5.4 «Методических рекомендаций»), устройство раструбного уширения проезжей части въезда (п. 5.2.3.4 «Методических рекомендаций») или смещение направляющего островка.

6.1.3 Смещение направляющего островка, когда отсутствует свободное место для смещения осей участка въезда – выезда осуществляют согласно схемам, приведенным на рисунке 6.2 [9]. Такое смещение увеличивает отклонение траектории движения въезжающих на кольцо автомобилей. Геометрические параметры смещения направляющего островка представлены в таблице 6.1.

а.



б.



H – высота вспомогательного треугольника; ***B*** – основание вспомогательного треугольника.

Рисунок 6.2 – Схема смещения направляющего островка на подходе к кольцевой проезжей части при радиусе внешней кромки кольцевой проезжей части ($R_{вн}$) до 15 м (а) и при радиусе внешней кромки кольцевой проезжей части свыше 15 м (б) [9]

Т а б л и ц а 6.1 - Размеры направляющего островка при его смещении в зависимости от внешнего радиуса кольцевой проезжей части [9]

Геометрический параметр	Обозначение	Значение параметра, м				
Внешний радиус, м	$R_{вн}$	-	<15	15	20	25
Высота вспомогательного треугольника, м	H	$H = R_{вн}$	12 - 15	15	20	25
Основание вспомогательного треугольника, м	B	$B = R_{вн}/4$	3 – 3,75	3,75	5,00	6,25
Смещение островка относительно оси, м	d	$d = \frac{\left(0{,}5 + R_{вн}/50\right)}{2}$ или 0	0	0,40	0,45	0,50
Радиус скругления островка, м	-	$r = R_{вн}/50$	0,25	0,30	0,40	0,50

6.2 Мини-кольцевые пересечения

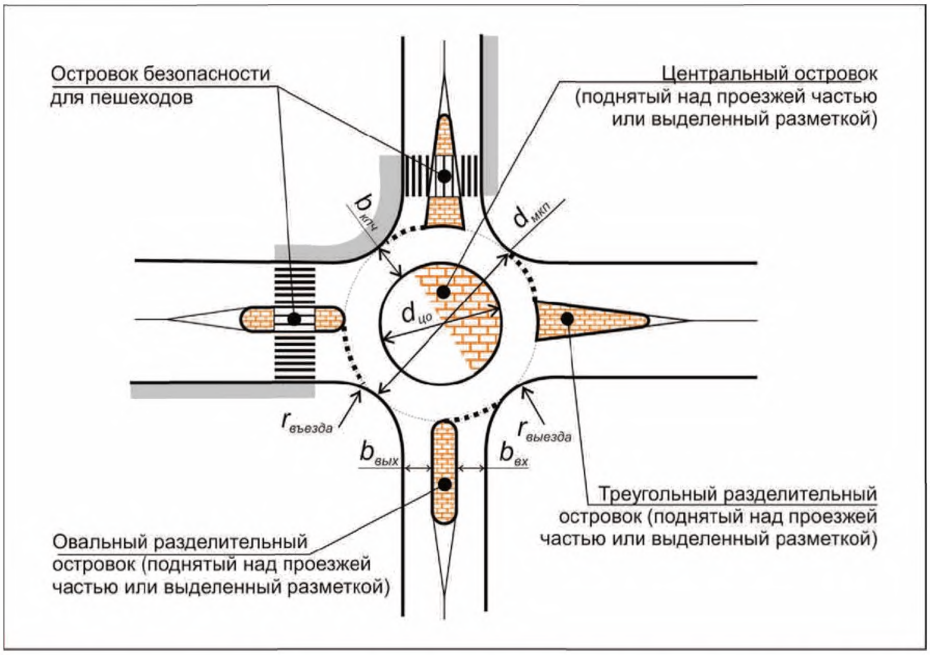
6.2.1 Центральная часть мини-кольцевого пересечения

6.2.1.1 Мини-кольцевые пересечения устраивают при реконструкции пересечений существующих автомобильных дорог III – IV категорий и отсутствии места для устройства однополосных или многополосных кольцевых пересечений. Мини-кольцевые пересечения можно устраивать на эксплуатируемых участках автомобильных дорог III – IV категорий, проходящих через населенные пункты. Эффективным с точки зрения безопасности движения считается устройство мини-кольцевых пересечений при реконструкции нерегулируемых пересечений с последующей организацией кольцевого движения в населенных пунктах на второстепенных улицах и дорогах с малой интенсивностью движения (п. 4.6 «Методических рекомендаций»).

6.2.1.2 Основными планировочными элементами мини-кольцевых пересечений являются центральный и направляющие островки (рисунок 6.3). Они должны быть видимы и распознаваемы водителями, что способствует своевременному снижению скорости движения и выбору оптимальной траектории проезда пересечения.

Центральные островки мини-кольцевого пересечения могут быть поднятыми над кольцевой проезжей частью (куполообразной или конической формы) или находиться с ней в одном уровне. В последнем случае их поверхность выделяют краской белого цвета или покрытием, отличающимся от покрытия кольцевой проезжей части.

6.2.1.3 Диаметр центрального островка мини-кольцевых пересечений должен быть не менее 4,0 м при четырех примыкающих дорогах; при трех примыкающих направлениях его диаметр может быть уменьшен до 2,0-3,0 м.



$d_{мкп}$ – диаметр мини-кольцевого пересечения; $d_{цо}$ - диаметр центрального островка; $b_{кпч}$ – ширина кольцевой проезжей части; ; $b_{вх}$ и $b_{вых}$ – ширины проезжей части при въезде и выезде ч кольца; $r_{въезда}$ и $r_{выезда}$ - радиусы кромок проезжей части (бортового камня) при въезде на кольцо и выезде с кольцевой проезжей части;

Рисунок 6.3 - Элементы и основные геометрические параметры мини-кольцевых пересечений

6.2.1.4 Центральные островки мини-кольцевого пересечения служат для изменения траекторий движения автомобилей и улучшения условий видимости элементов кольцевого пересечения и его элементов. Их конструкция должна препятствовать проезду легковых автомобилей, но способствовать возможности их переезда крупногабаритными грузовыми автомобилями и автобусами (рисунок 6.4). Для этого островки диаметром более 4-х метров приподнимают над уровнем проезжей части на 4-5 см, это также зрительно отделяет их от кольцевой проезжей части. Укрепленный переезжаемый островок в центре поднимают на 12 (20) см, и придают уклон 2-3% от центра островка к проезжей части, рисунок 6.5. При устройстве покрытия островка можно применять различные материалы: асфальтобетон, бетон, цементобетонные плитки, брусчатые мостовые. Внешний вид

центральных островков мини-кольцевых пересечений представлен на рисунке 6.6.

6.2.1.5 При диаметрах островка менее 4-х метров их выделяют разметкой (см. Раздел 12 «Методических рекомендаций»).

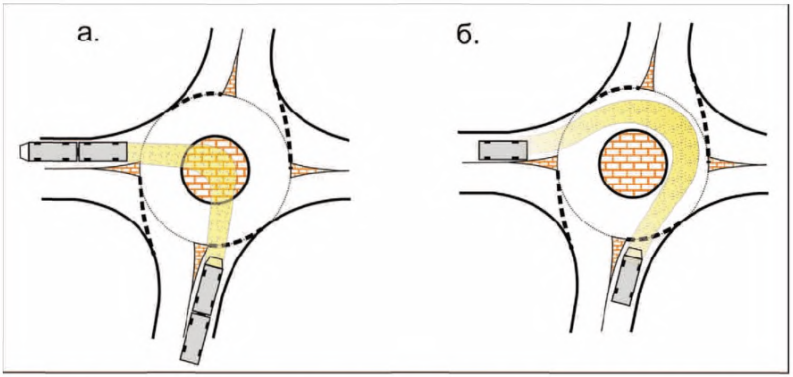


Рисунок 6.4 – Проезд мини-кольцевого пересечения крупногабаритными грузовыми (а) и легковыми (б) автомобилями левоповоротного потока [13]

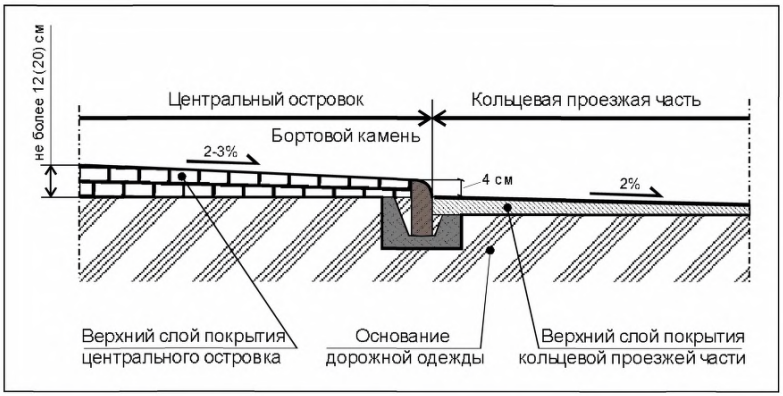


Рисунок 6.5 – Сопряжение центрального островка мини-кольцевого пересечения с проезжей частью






Рисунок 6.6 - Внешний вид центрального островка мини-кольцевых пересечений [13]

6.2.2 Проезжая часть и островки на подходах к мини-кольцевым пересечениям

6.2.2.1 Для снижения скоростей движения автомобилей при въезде на кольцевую проезжую часть траектория движения должна быть смещена не менее чем на расстояние равное 2-м ширинам проезжей части на участке въезда (рисунок 6.7).

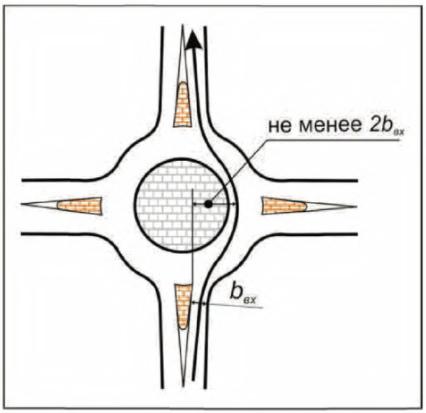
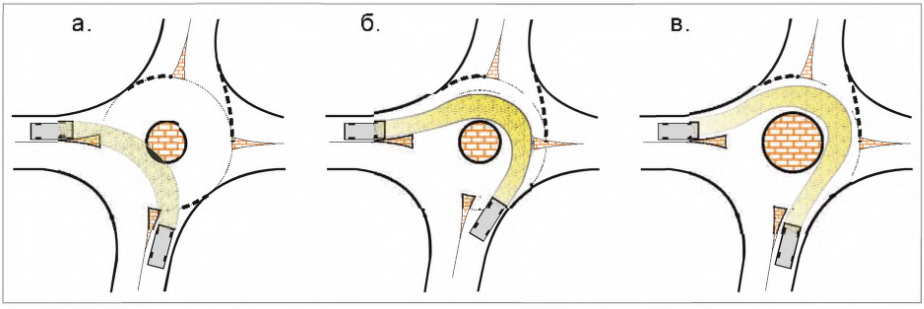


Рисунок 6.7 - Смещение траектории движения при проезде мини-кольцевого пересечения

6.2.2.2 Небольшие по размерам разделительные островки, поднятые над проезжей частью или обозначенные разметкой, должны перекрывать возможный выезд автомобилей на кольцевую проезжую часть во встречном направлении (рисунок 6.8, а), что достигается либо смещением направляющего островка к центру пересечения, либо увеличением размеров центрального островка (рисунки 6.8, б и в,).

6.2.2.3 По форме направляющие островки мини-кольцевых пересечений могут быть треугольными или овальными. Когда недостаточно места для устройства полноценного направляющего островка, при реконструкции пересечений в стесненных условиях с последующей организацией кольцевого движения, рекомендуется устройство мини-кольцевого пересечения с овальным разделительным островком (рисунок 6.9). Направляющие овальные островки либо обозначаются краской, либо



а - взаимное расположение островков не препятствующее возможному выезду автомобилей на кольцевую проезжую часть во встречном направлении; ***б*** – перекрытие возможного выезда во встречном направлении смещением направляющего островка к центру пересечения; ***в*** - перекрытие возможного выезда во встречном направлении за счет увеличения размеров центрального островка.

Рисунок 6.8 - Планировка мини-кольцевого пересечения, перекрывающая возможный выезд автомобилей на кольцевую проезжую часть во встречном направлении

поднимают над уровнем проезжей части, рисунок 6.9. При наличии пешеходного движения для улучшения условий движения пешеходов, особенно с ограниченными возможностями передвижения, считается

целесообразными прорезать приподнятые над уровнем проезжей части разделительные островки (рисунок 6.10).

а. б.



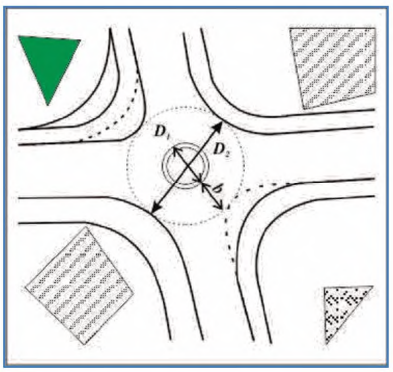
Рисунок 6.9 - Поднятый над уровнем проезжей части (а) и обозначенный краской (б) овальные островки [13]



Рисунок 6.10 - Прорезанный приподнятый над уровнем проезжей части разделительный овальный островок [13]

6.2.2.4 Эффективным с точки зрения безопасности движения считается устройство мини-колец при реконструкции нерегулируемых пересечений с последующей организацией кольцевого движения на второстепенных улицах и дорогах с малой интенсивностью движения в населенных пунктах. При этом улучшаются условия движения пешеходов за счет увеличения ширины тротуаров (обочин) рисунок 6.11.

Варианты планировочных решений организации кольцевого движения при реконструкции нерегулируемых пересечений в населенных пунктах представлены в приложении Б.



D_1 – диаметр центрально островка, около 5,0 м; D_2 - диаметр окружности очерченной по внешней кромке кольцевой проезжей части; b - ширина кольцевой проезжей части 4,2 м; пунктиром показано очертание кромки покрытия до реконструкции (четырехсторонний нерегулируемый перекресток)

Рисунок 6.11 - Схема мини-кольцевого пересечения [13]

7 Кольцевые пересечения неполных транспортных развязок

7.1 Кольцевая организация движения обеспечивает достаточно высокую пропускную способность примыкания съезда к второстепенному направлению. При этом исключаются конфликтные точки пересечения потоков на второстепенном направлении, сокращается длина съездов, уменьшается длина и ширина главного транспортного сооружения, и общая площадь, занимаемая транспортной развязкой (рисунок 7.1).

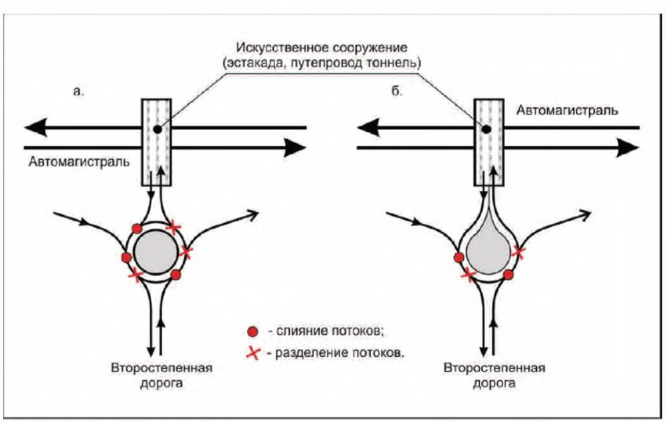
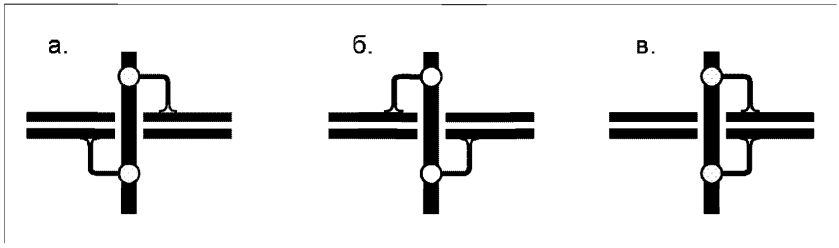


Рисунок 7.1 - Конфликтные точки на примыкании съездов к второстепенной дороге неполных транспортных развязок при круглом (а) и каплеобразном (б) центральном островке

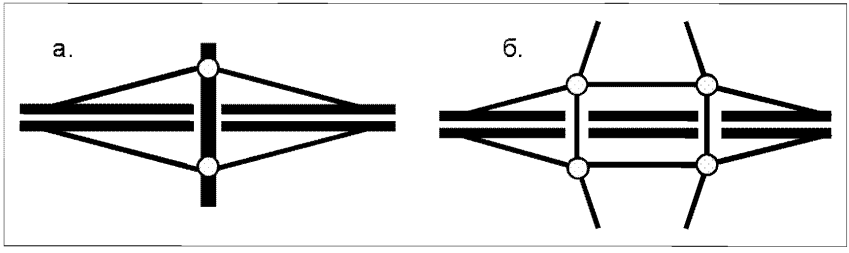
Непосредственно на кольцевом пересечении количество конфликтных точек сокращается до 6 (рисунок 7.1, а), а в случае каплеобразных центральных островков до 4 (рисунок 7.1, б). На рисунках 7.2 и 7.3 показано рекомендуемое размещение кольцевых пересечений на неполных развязках типа клеверный лист и ромб.

7.2 При проектировании кольцевого пересечения для транспортной развязки «*неполный клеверный лист*» следует руководствоваться рекомендациями подраздела 5 «Методических рекомендаций». Планировочное решение сводится к Т – или У- образному кольцевому примыканию к второстепенной дороге.



а - диагональный «неполный клеверный лист» со съездом перед искусственным сооружением; б - диагональный «неполный клеверный лист» со съездом за искусственным сооружением; в - симметричный «неполный клеверный лист».

Рисунок 7.2 - Схема размещения кольцевых пересечений на второстепенном направлении транспортной развязки «неполный клеверный лист» [14]



а – «ромб» с двумя кольцевыми пересечениями на второстепенной дороге; б – «ромб» с четырьмя кольцевыми пересечениями на второстепенной дороге.

Рисунок 7.3 - Схема размещения кольцевых пересечений на второстепенном направлении транспортной развязки «ромб» [14]

7.3 При проектировании кольцевого пересечения для транспортной развязки *«ромб»* целесообразны центральные островки каплеобразной формы (рисунок 5.2). В этом случае, поскольку на примыкании съездов к второстепенной дороге осуществляется одностороннее движения, сокращается количество конфликтных точек до четырех: две конфликтных точки слияния и две конфликтных точки разделения транспортных потоков, рисунок 7.1, б. Схема расположения каплеобразных островков кольцевых пересечений на второстепенном направлении транспортной развязки *«ромб»* представлена на рисунке 7.4.

В Приложении В показаны схемы и внешний вид кольцевых пересечений неполных транспортных развязок на магистральных дорогах.

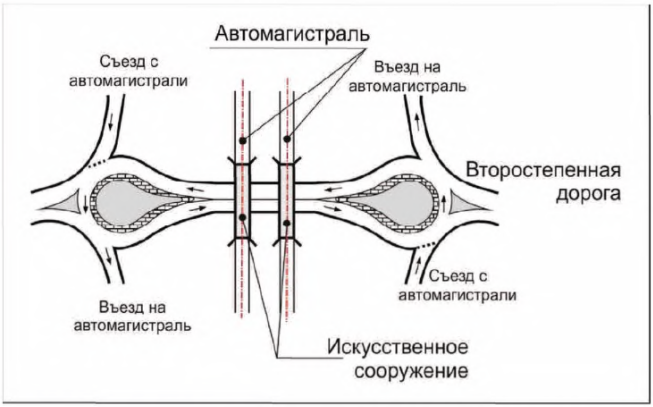


Рисунок 7.4 - Схема расположения каплеобразных островков кольцевых пересечений на второстепенном направлении транспортной развязки ромб

8 Вертикальная планировка кольцевых пересечений

Основными задачами вертикальной планировки кольцевых пересечений являются:

- организация отвода поверхностных вод (дождевых, ливневых и талых);
- обеспечение видимости элементов кольцевого пересечения;

- обеспечение благоприятных и безопасных условий движения транспорта и пешеходов;
- придание рельефу наибольшей архитектурно-композиционной выразительности;
- повышение архитектурных и эстетических качеств населенных пунктов.

8.1 Проезжая часть кольцевого пересечения должна иметь поперечный уклон от центра пересечения равный 2%. При расположении кольцевого пересечения на участке с продольным уклоном косой уклон проезжей части не должен быть более 4%, рисунок 8.1.

8.2 Для улучшения условий водоотвода с поверхности многополосной кольцевой проезжей части ей придают двухскатный поперечный профиль (рисунок 8.2). Подобное решение (вираж на внутренней полосе кольцевой проезжей части) также способствует повышению безопасности при наличии в составе транспортного потока крупногабаритных грузовых автомобилей.

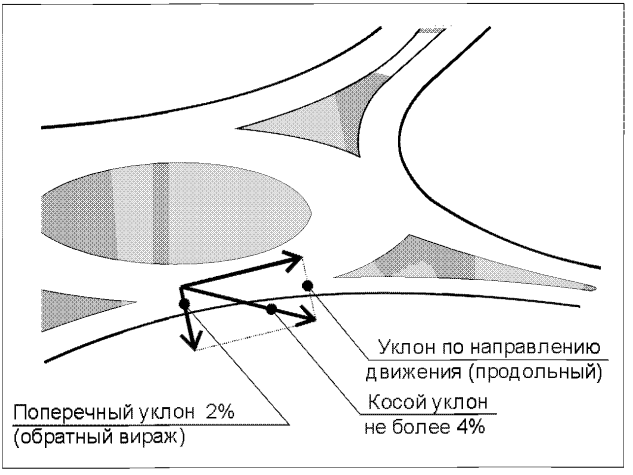


Рисунок 8.1 - Уклоны кольцевой проезжей части

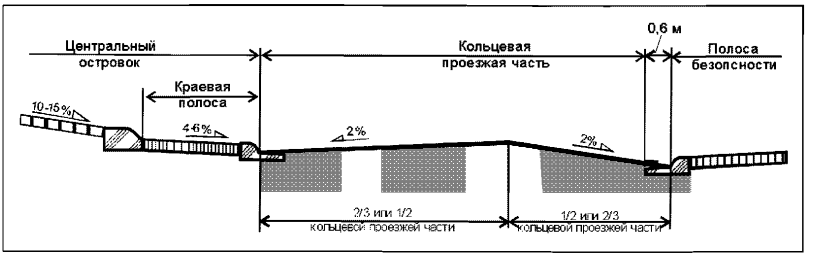


Рисунок 8.2 - Двухскатный поперечный профиль многополосной кольцевой проезжей части

9 Видимость в зоне кольцевых пересечений

В зоне кольцевых пересечений должна быть обеспечена:

- видимость участников движения:
  - автомобилей, движущихся по кольцевой проезжей части;
  - автомобилей, въезжающих на кольцо и выезжающих с него;
  - пешеходов;
  - велосипедистов;
- видимость планировочных элементов:
  - направляющих островков на участке въезда;
  - центрального островка;
  - планировки участков выезда с кольцевой проезжей части.

9.1 Для оценки условий видимости в зоне кольцевых пересечений приняты следующие расчетные схемы расстояний видимости:

- на участке примыкающих направлений:
  - расстояние видимости необходимое для общей оценки обстановки в зоне пересечения (*Approach Decision Sight Distance, DSD* [15]), рисунок 9.1, а;
  - расстояние видимости условий въезда на кольцевую проезжую часть, рисунок 9.1, б;
  - расстояние видимости пешеходного перехода перед въездом на кольцевую проезжую часть, рисунок 9.1, в;

- расстояние видимости условий движения при движении по кольцевой проезжей части, рисунок 9.2, а;
- расстояние видимости условий движения перед въездом на кольцевую проезжую часть, рисунок 9.2, б;
- расстояние видимости пешеходного перехода ближайшего направления перед въездом на кольцевую проезжую часть, рисунок 9.2, в.
- 9.2 Расстояние, проезжаемое за время оценки обстановки, принятие решения о маневре и его выполнении в зависимости от условий движения (d_1) определяют согласно данным таблицы 9.1.
- Таблица 9.1 - Расстояние, проезжаемое за время оценки обстановки, принятия решения о маневре и его выполнении [15].

Расчетная скорость движения, км/час	Минимальные рекомендуемые расстояние видимости в зависимости от условий движения, м					
	А	Б	В	Г	Д	Е
50	70	90	155	150	170	195
60	90	105	195	180	205	235
70	115	120	235	210	240	270
80	140	140	275	240	275	310
90	170	160	320	270	310	350
100	200	180	370	300	345	390
110	230	200	420	330	380	430
120	265	220	470	360	415	470

Примечания.

А – остановка на загородных дорогах соответствует времени оценки обстановки и принятия решения, t_{DSD} = 3,0 сек.

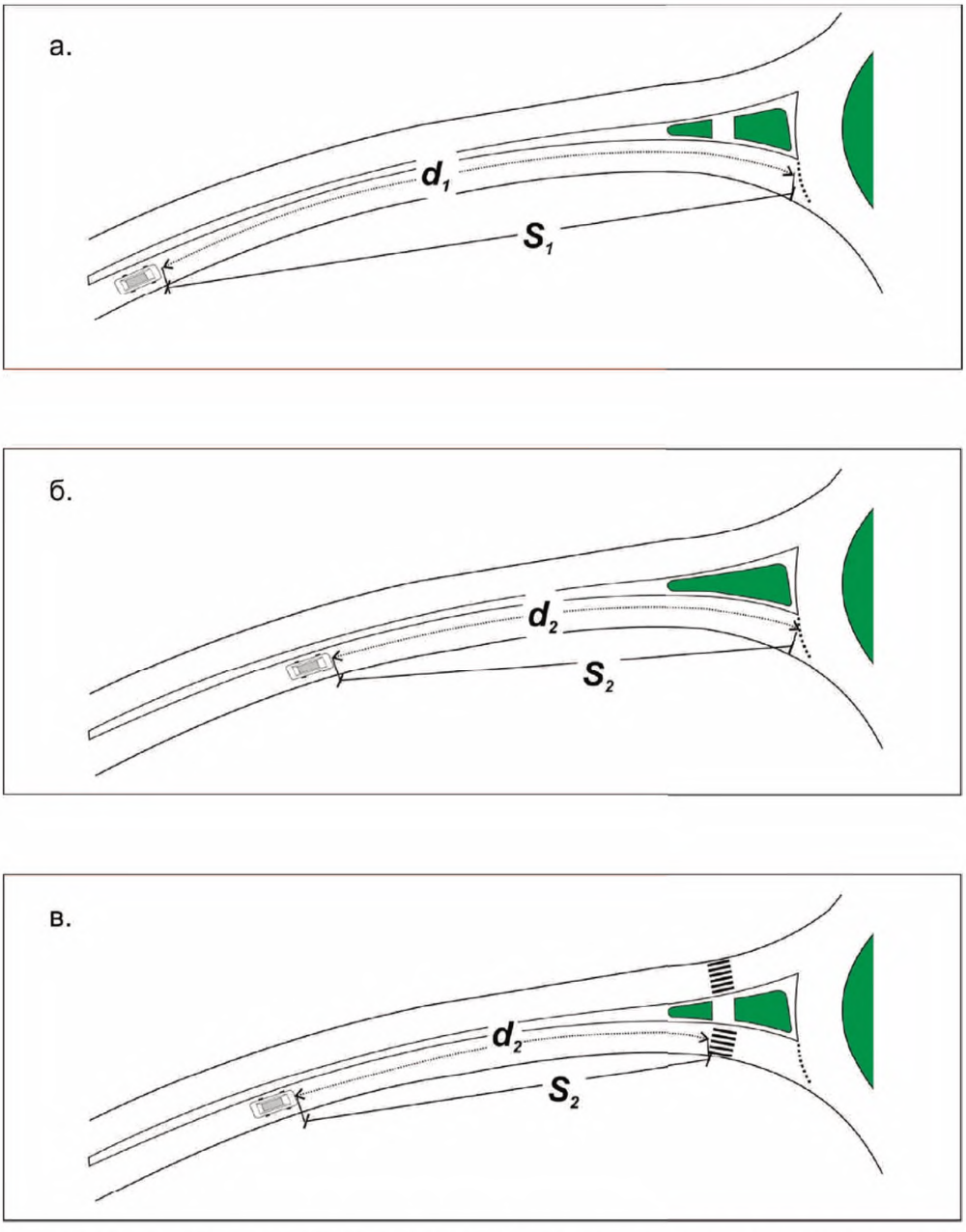
Б – то же на участках подхода к населенным пунктам t_{DSD} = 6,0 сек.

В - то же, в населенных пунктах, t_{DSD} = 9,1 сек.

Г – движение с изменением скорости и траектории на загородных автомобильных дорогах (соответствует времени оценки обстановки и принятия решения и выполнения маневра t_{DSD} = 10,8 сек).

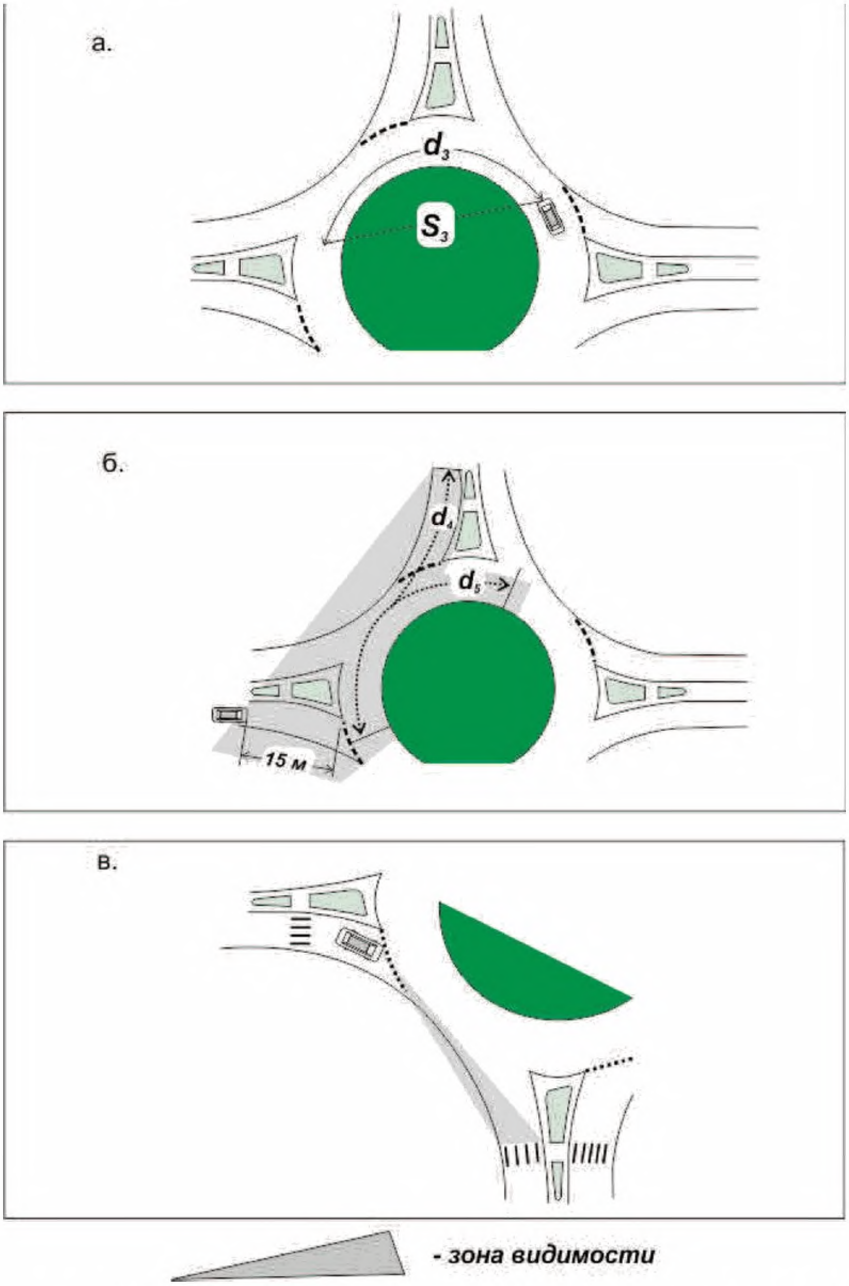
Д – то же, на пригородных участках дорог (соответствует времени оценки обстановки и принятия решения и выполнения маневра, t_{DSD} = 12,4 сек).

Е – то же, в населенных пунктах (соответствует времени оценки обстановки, принятия решения и выполнения маневра, t_{DSD} = 14,0 сек)



d_1 – расстояние проезжаемое за время оценки обстановки, принятие решение о маневре и его выполнении; d_2 – остановочный путь на участке подъезда; S_1.и S_2 – расстояния видимости.

Рисунок 9.1 - Расчетные схемы для определения расстояний видимости на подходах к кольцевым пересечениям



d_3 – остановочный путь при движении по кольцу; d_4 – значение граничного расстояния между автомобилями движущимися по кольцевой проезжей части, используемое воителями при въезде на кольцо; d_5 – граничное расстояние, используемое воителями при въезде на кольцо рассматриваемого направления.

Рисунок 9.2 - Расчетные схемы расстояний видимости в центральной части кольцевых пересечений

9.3 Остановочный путь на участке подхода к кольцевому пересечению (d_2) определяют по формуле:

$$d_2 = \frac{V_{\text{кольца}} \times t_{\text{оц}}}{3{,}6} + \frac{V^2_{\text{кольца}}}{254 \times \left(a/g\right)}, \qquad (9.1)$$

где $V_{уч}$ - скорость движения на участке подъезда к кольцевому пересечению, км/час;

$t_{оц}$ - расчетное значение времени оценки обстановки и принятия решения о торможении, 2,5 сек;

a - расчетное значение замедления при торможении, согласно [7] принимают равным 3,5 м/сек^2.

g - ускорение свободного падения, 9,81 м/с^3.

9.4 Остановочный путь при движении по кольцевой проезжей части (d_3) определяют по формуле:

$$d_3 = \frac{V_{\text{кольца}} \times t_{\text{оц}}}{3{,}6} + \frac{V^2_{\text{кольца}}}{254 \times \left(a/g\right)}, \qquad (9.2)$$

где $V_{кольца}$ - скорость движения на кольце, км/час;

$t_{оц}$ - расчетное значение времени оценки обстановки и принятия решение о торможении, 2,5 сек;

a - расчетное значение замедления при торможении, согласно [7] принимается равным 3,5 м/сек^2.

g - ускорение свободного падения, 9,81 м/с^3.

На рисунке 9.3 и в таблице 9.2 представлены значения расстояний видимости, обеспечивающие безопасное торможение в зоне кольцевых пересечений в зависимости от скорости движения.

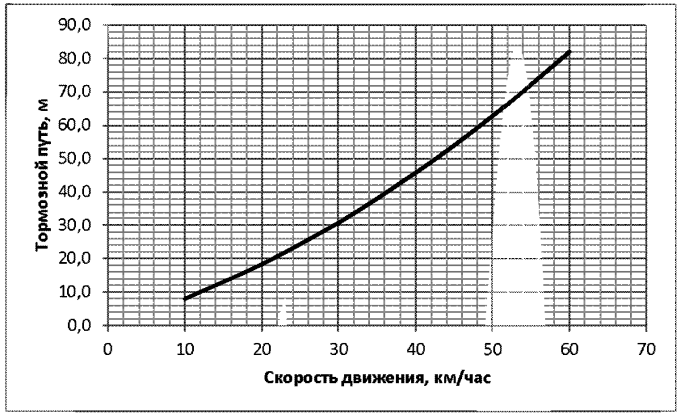


Рисунок 9.3 -Тормозной путь при различных скоростях движения в зоне кольцевого пересечения

Т а б л и ц а 9.2 – Расстояния видимости, обеспечивающие безопасное торможение при различных скоростях движения

Скорость движения, км/час	10	20	30	40	50	60
Расстояние видимости, м	8	18	31	45	62	81

9.5 Граничные расстояния, равные граничным интервалам между автомобилями, движущимися по кольцевой проезжей части, реализуемые водителями при въезде на кольцо (***d_4***), определяют по формуле:

$$d_4 = \frac{V_{\text{кольцо}} \times t_{\text{гр}}}{3{,}6}, \qquad (9.3)$$

где ***$V_{кольцо}$*** - скорость движения на кольцевой проезжей части, км/час;
$t_{гр}$ - расчетное значение граничного интервала, принимаемое согласно [7] 5,0 сек;

9.6 Граничные расстояния при въезде на кольцо рассматриваемого направления между автомобилями, въезжающими на кольцо с примыкающего слева направления (***d_5***) определяют по формуле:

$$d_5 = \frac{V_{\text{въезда}} \times t_{\text{гр}}}{3{,}6}, \qquad (9.4)$$

где ***$V_{въезда}$*** - скорость движения автомобилей въезжающих на кольцо, км/час;
$t_{гр}$ - расчетное значение граничного интервала, принимаемое согласно [7] 5,0 сек;

На рисунке 9.4 и в таблице 9.3 представлены значения граничных расстояний при въезде на кольцевую проезжую часть в зависимости от скорости движения.

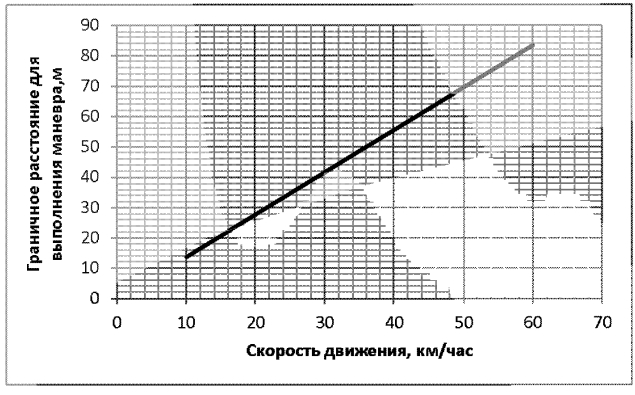


Рисунок 9.4 - Значения граничных расстояний при разных скоростях движения

Т а б л и ц а 9.3 - Значения граничных расстояний при въезде на кольцевую проезжую часть

Скорость движения, км/час	10	20	30	40	50	60
Граничное расстояние для выполнения маневра (въезда на кольцевую проезжую часть), м	14	28	42	56	69	83

9.7 Проверка обеспечения видимости осуществляется в плане и продольном профиле. На основании вычисленных для каждого из примыкающих направлений по формулам (9.1) – (9.4) с учетом данных таблицы 9.3 строится схема расстояний видимости (рисунок 9.5), которую, в частности, учитывают при озеленении кольцевого пересечения.

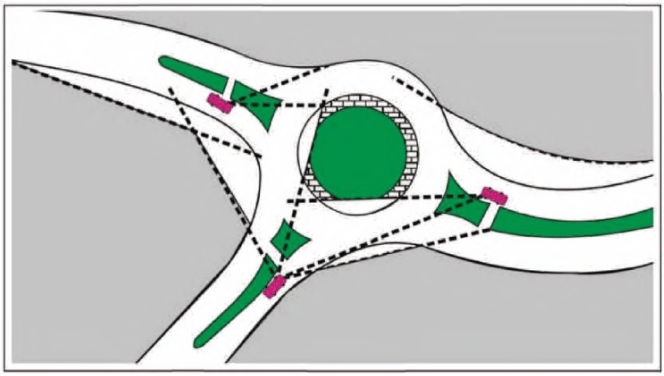


Рисунок 9.5 - Пример объединенной схемы видимости

9.8 Обеспечение видимости в плане следует учитывать при архитектурно-ландшафтном оформлении кольцевых пересечений (см. раздел 11 «Методических рекомендаций»).

9.9 При проверке обеспечения видимости в продольном профиле, в соответствие с п. 5.15 СП 34.13330.2012 [16], возвышение глаз водителя над уровнем проезжий части принимают равным 1,2 м, высота препятствия 0,2 м.

10. Освещение кольцевых пересечений

10.1 Освещение кольцевых пересечений в темное время суток предусматривают для улучшения зрительного ориентирования водителей транспортных средств и повышения безопасности дорожного движения.

10.2 По ГОСТ Р 52766 (подпункт 4.6.1) стационарное электрическое освещение кольцевых пересечений должно быть предусмотрено:

– на участках автомобильных дорог, проложенных по населенным пунктам и за пределами населенных пунктов на расстоянии от них не менее 100 м;

– на участках автомобильных дорог I категории с расчетной интенсивность движения 20 тыс. авт./сутки и более;

– - на пересечениях автомобильных дорог I и II категорий между собой и на подходах к ним;

– на кольцевых пересечениях, являющихся местами концентрации дорожно-транспортных происшествий в темное время суток, при расстоянии до источников возможного подключения к электрическим сетям не более 500м.

10.3 При расстоянии между соседними последовательно расположенными освещенными объектами менее 250 м на автомобильных дорогах следует предусматривать непрерывное освещение.

10.4 Нормативные показатели, характеризующие качество осветительных установок, устраиваемых на кольцевых пересечениях, следует принимать в соответствии с ГОСТ Р 52766 и СП 52.13330.2011 [17].

Примечания

1. Основными показателями, характеризующими качество осветительных установок, являются средняя яркость проезжей части автомобильной дороги (улицы) или средняя горизонтальная освещенность проезжей части.
2. В ГОСТ Р 52766 нормируются значения средней горизонтальной освещенности проезжей части, а в СП 52.13330.2011 значения средней яркости проезжей части и значения средней горизонтальной освещенности (для северной строительно-климатической зоны азиатской части России и зоны, расположенной севернее 66^0 северной широты в европейской части России).
3. Отношение средней яркости проезжей части к средней горизонтальной освещенности принимают с учетом светотехнических характеристик, преобладающих на автомобильных дорогах асфальтобетонных дорожных покрытий.

10.5 Средняя яркость проезжей части или средняя горизонтальная освещенность проезжей части на кольцевом пересечении должна быть принята равной наибольшему из двух значений, нормируемых в ГОСТ Р 52766 и СП 52.13330.2011 для пересекающихся дорог (таблица 8 ГОСТ Р 52766 и таблица 15 СП 52.13330.2011 Примечание 2).

10.6 Отношение минимальной горизонтальной освещенности дорожного покрытия к средней должно быть принято в соответствии со СП 52.13330.2011 (таблица 15) при норме средней освещенности:

– свыше 15 лк – не менее 0,35;

– от 6 лк до 15 лк – менее 0,25.

10.7 Средняя горизонтальная освещенность посадочных площадок остановок общественного транспорта, расположенных у кольцевых пересечений, должна быть не менее 10 лк.

10.8 На пешеходных переходах, расположенных у кольцевых пересечений в одном уровне норма освещения должна быть повышена не менее чем в 1,3 раза по сравнению с нормой освещения пересекаемой проезжей частью на автомобильных дорогах (по ГОСТ Р 52766, подпункт 4.6.1.8) и не менее чем в 1,5 раза на городских улицах по СП 52.13330 (п. 7.50).

10.9 Вертикальная освещенность в точках, расположенных по оси наземного пешеходного перехода должна быть не менее половины значения средней горизонтальной освещенности проезжей части в месте расположения пешеходного перехода (СП 52.13330, п. 7.80).

Примечание – Вертикальную освещенность измеряют люксметром, чувствительный элемент которого позиционируют в сторону приближающегося к пешеходному переходу транспортного потока.

10.10 Нормативное значение равномерности распределения яркости проезжей части автомобильной дороги на кольцевом пересечении следует принимать в соответствии СП 52.13330.2011 (таблица 15).

10.11 Пороговое значение яркости (***TI***) не должно превышать значений: 10% при нормируемой яркости дорожного покрытия в диапазоне 1,2 – 2,0 кд/м^2 и 15% в диапазоне 0,4 – 1,0 кд/м^2 соответственно (СП 52.13330.2011 п. 7.38).

10.12 В темное время суток не допускается снижение уровня наружного освещения кольцевых пересечений в одном уровне путем выключения нескольких светильников или без отключения светильников, но с использованием регулятора светового потока разрядных ламп высокого давления (СП 52.13330.2011 п. 7.43).

10.13 При наличии тротуаров или пешеходных дорожек по периметру кольцевого пересечения в одном уровне средняя горизонтальная освещенность их покрытий (или средняя яркость покрытий) должна быть не менее половины значений освещенности проезжих частей нормируемых для пересекающихся дорог (по СП 52.13330.2011 пункт 7.77).

10.14 Для освещения кольцевых пересечений в одном уровне, имеющих диаметр центрального островка до 10 м и свыше 30 м следует использовать светильники, размещаемые на опорах, расположенных по периметру пересечения (рисунок 10.1).

10.15 Освещение кольцевых пересечений в одном уровне, имеющих диаметр центрального островка от 10 м до 30 м, допускается выполнять с использованием светильников, размещаемых на опорах, расположенных как по периметру пересечения, так и светильников, размещаемых на опоре, расположенной в центре центрального островка (рисунки 10.2 и 10.3).

10.16 При размещении светильников на опорах, расположенных по периметру кольцевого пересечения, высота подвеса светильников должна быть не менее 10 м при наличии двух полос для движения по кольцу и не менее 12м – при наличии трех полос движения.

10.17 Освещение кольцевого пересечения допускается выполнять как с использованием светильников прожекторного типа, имеющих угол излучения в горизонтальной плоскости около 30° и направление максимальной силы света под углом 53° к вертикали (рисунок 10.2), так и светильников, имеющих угол излучения в горизонтальной плоскости около 17° и направление максимальной силы света под углом 63° к вертикали (рисунок 10.3).

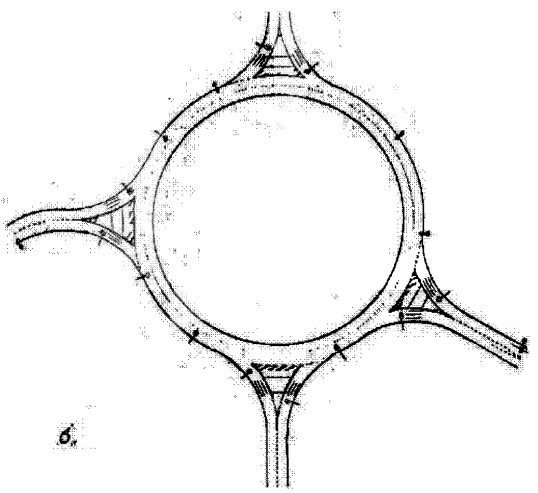
10.18 Для уменьшения слепящего воздействия на водителей максимальная сила света прожекторов и светильников, устанавливаемых на высоких опорах, должна быть направлена под углами не более 65^0 от вертикали, а сила света излучаемого под углами 80^0, 85^0, 90^0 а рабочем

положении не должна превышать 50, 30 и 10 кд на 1000 лм суммарного светового потока ламп в светильниках (по СП 52.13330.2011 пункт 7.40).

10.19 При установке мачты освещения на центральном островке ее высоту следует принимать равной от 20 м до 30 м с учетом имеющихся типовых решений опор и диаметра центрального островка.

10.20 Мачты высотой от 20 м до 30 м должны включать системы автоматического опускания и подъема держателя светильников (короны), позволяющие заменять перегоревшие лампы и выполнять обслуживание опоры освещения.

а.



б.

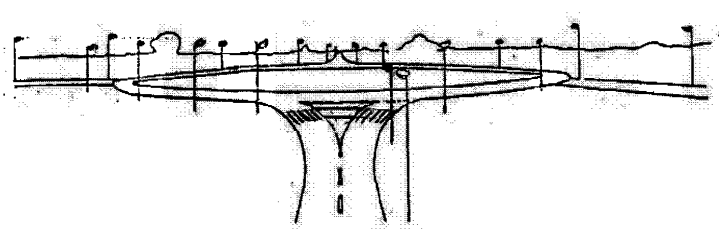
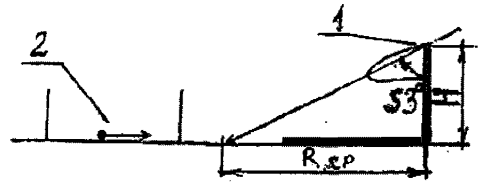
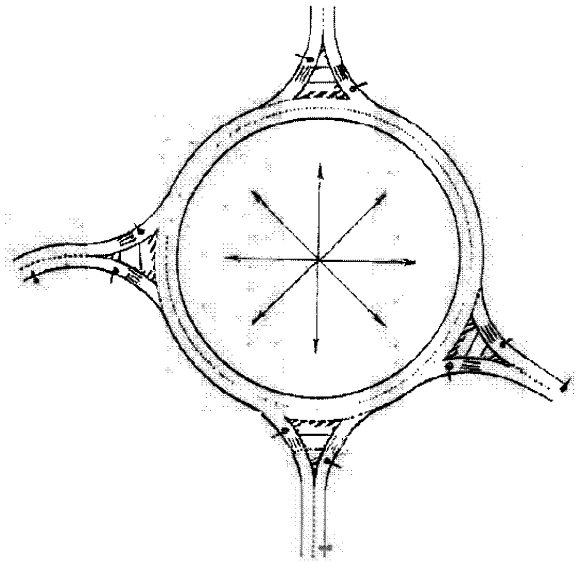


Рисунок 10.1 – Размещение мачт освещения со светильниками по периметру кольцевого пересечения: а – в плане, б – перспективное изображение

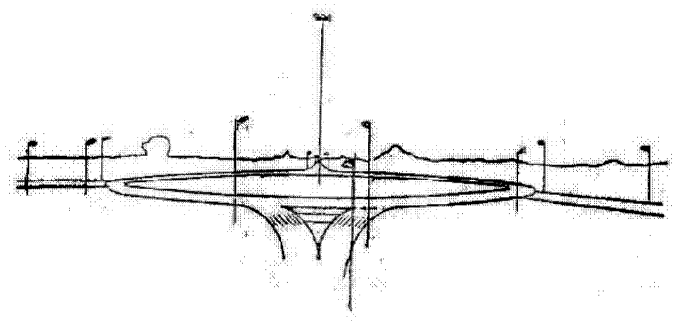
а.



б.



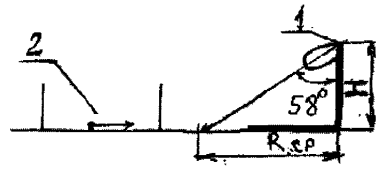
в.



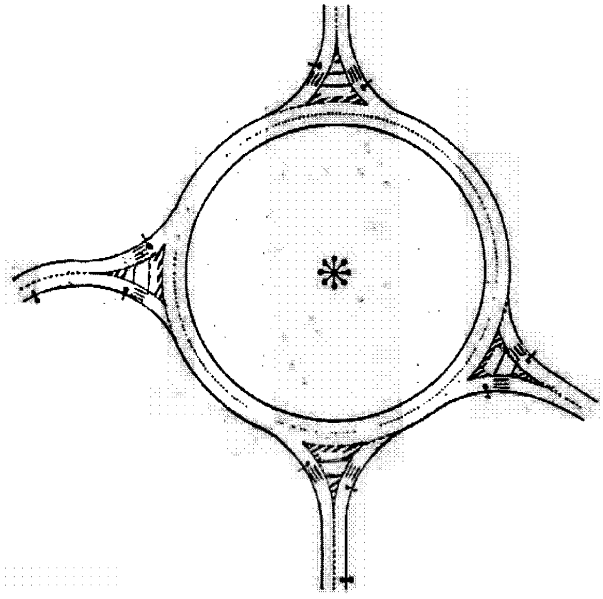
1 – мачта освещения, 2 - направление движения автомобиля на подходе к пересечению, *H* – высота опоры, $R_{ср}$ – расстояние до оси кольцевой проезжей части.

Рисунок 10.2 – Схема для определения оптимального угла наклона прожектора (а) при его размещении на мачте высотой от 20 до 30 м в центре кольцевого пересечения (б) с установкой дополнительных опор со светильниками на подходах к пересечению (в)

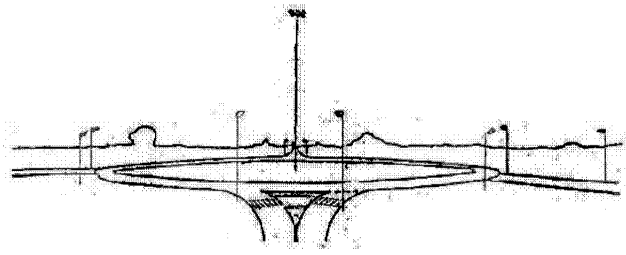
а.



б.



в.



1 – мачта освещения, 2 - направление движения автомобиля на подходе к пересечению, *H* – высота опоры, $R_{ср}$ - расстояние до оси кольцевой проезжей части.

Рисунок 10.3 – Схема для определения оптимального угла наклона прожектора (а) при его размещении на мачте высотой от 20 до 30 м в центре кольцевого пересечения (б) с установкой дополнительных опор со светильниками на подходах к пересечению (в)

10.21 При отсутствии возможности использования подъемного устройства светильников к мачте освещения должна быть построена асфальтированная дорожка шириной не менее 3 м, а непосредственно у самой

мачты должны быть предусмотрены две площадки, позволяющие обслуживать светильники с помощью автоподъемников.

Примечание - При установке прожекторов на опоре в центре островка высота опоры H назначается в зависимости от среднего радиуса кольцевой проезжей части (по оси проезжей части) $R_{ср}$ и угла максимального излучения прожектора.

11 Архитектурно-ландшафтное оформление кольцевых пересечений

Эффективным средством, повышающим удобство и безопасность движения на кольцевых пересечениях, является архитектурно-ландшафтное оформление их элементов и прилегающей территории.

11.1 Архитектурно-ландшафтное оформление кольцевых пересечений:

- является дополнительным средством ориентирования водителей, подчеркивающим особенности планировочных элементов пересечения;
- повышает безопасность движения на подходах к пересечению, при въезде и при движении по кольцевой проезжей части;
- способствует более безопасному перемещению в зоне пересечения пешеходов, в том числе с ограничением по зрению;
- гармонично вписываясь в прилегающий ландшафт, архитектурно-ландшафтное оформление улучшает эстетические качества придорожной территории.

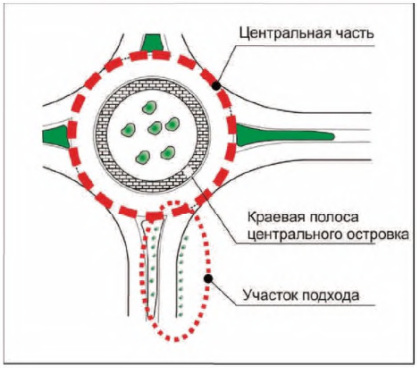
11.2 Архитектурно-ландшафтное оформление кольцевых пересечений осуществляют:

- за счет вертикального решения центрального островка и выбора материалов отделки его поверхности;
- озеленением элементов кольцевых пересечений;
- размещением малых архитектурных форм в зоне пересечения.

Выбор средств архитектурно-ландшафтного проектирования в значительной степени определяется условиями содержания пересечения, при этом предпочтение следует отдавать мероприятиям, наименее зависящим от климатических условий.

11.3 При разработке архитектурно-ландшафтного оформления область кольцевого пересечения принято подразделять на 2 зоны: центральная часть, участки подходов к кольцевому пересечению, рисунок 11.1.

а.



б.

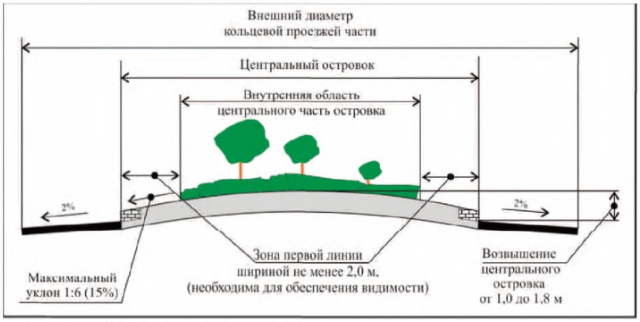


Рисунок 11.1 – Зонирование кольцевого пересечения при разработке архитектурно-ландшафтного оформления: план (а) и поперечное сечение (б)

11.4 Центральный островок для уменьшения вероятности заезда на него автомобилей, движущихся в прямом направлении, что особенно эффективно при движении в темное время суток, поднимают над кольцевой проезжей частью на 1,0 – 1,5 м. Центральная часть островка озеленяют.

11.5 Недопустимо в пределах центрального островка размещать скамейки, беседки и другие элементы садово-парковой инфраструктуры, а также малые архитектурные формы с надписями, выполненными мелким шрифтом, которые могут спровоцировать пересечение пешеходами кольцевой проезжей части.

11.6 Покрытие краевой полосы центрального островка для движения грузовых автомобилей во избежание выхода пешеходов на кольцевую проезжую часть должно зрительно отличаться от покрытия тротуаров (пешеходных дорожек), рисунок 11.2.



Рисунок 11.2 – Отличающееся по цвету покрытие краевой полосы центрального островка для заезда задних колес грузовых автомобилей и автобусов

11.7. Разделительная полоса, отделяющая проезжую часть от тротуара (пешеходной дорожки) должна препятствовать выходу пешеходов на кольцевую проезжую часть, на ней можно размещать элементы озеленения, не ограничивающие видимость, эффективным так же считается устройство на ней газона.

11.8 На участке похода к кольцевой проезжей части рекомендуется посадка редкого кустарника на расположенной слева центральной разделительной полосе (или на направляющем островке, при его достаточной ширине) и на расположенной справа разделительной полосе,

отделяющей проезжую часть от тротуара. При этом для водителей, подъезжающих к пересечению, создается эффект «воронки», что способствует непроизвольному уменьшению скорости движения (рисунок 11.3)



Рисунок 11.3 - Озеленение участка на подходе к кольцевой проезжей части

11.9 Для озеленения следует применять солеустойчивый посадочный материал, его расположение не должно препятствовать очистке снега с проезжей части. На центральном островке целесообразно радиальное расположение кустарника, деревьев и малых архитектурных форм, что упрощает эксплуатацию и вывоз снега, скапливающегося на центральном островке (рисунок 11.4).

а. б.



Рисунок 11.4 - Схема (а) и вид (б) радиального размещения посадочного материала на центральном островке, упрощающие уборку снега

11.10 Малые архитектурные формы и элементы озеленения не должны ухудшать условия видимости в зоне пересечения. Проверку условий

видимости следует осуществлять в соответствии с Разделом 9 «Методических рекомендаций».

Примеры архитектурно-ландшафтного оформления кольцевых пересечений приведены в Приложении Г.

12 Организация движения в зоне кольцевых пересечений

12.1 Общие положения

12.1.1 Организация движения в зоне кольцевых пересечений должна способствовать безопасному и удобному движению отдельных автомобилей и всего транспортного потока: при въезде на кольцо; непосредственно по самой кольцевой проезжей части с определенной скоростью и по определенной полосе движения; при выезде с кольцевой проезжей части.

12.1.2 В целом организация движения должна быть направлена на мобилизацию внимания водителя и подготовку его к въезду на пересечение, регулированию его действий на самом пересечении, а затем и при выезде с кольцевой проезжей части.

12.1.3 При наличии пешеходов и велосипедистов в системе организации движения должны быть предусмотрены меры по обеспечению безопасного пересечения ими проезжих частей в зоне пересечения.

12.1.4 Схемы организации движения индивидуальны и зависят от типа кольцевого пересечения, интенсивности и состава потока автомобилей, наличия других участников движения, условий видимости, местных особенностей.

12.1.5 На участке подхода к пересечению средствами организации движения необходимо обеспечить снижение и выравнивание скоростей автомобилей.

12.1.6 Подготовка водителей к проезду пересечения осуществляется комплексно: с помощью планировочных решений, разметки проезжей части и дорожных знаков на участках подходов к пересечению.

12.1.7 При нанесении разметки и установке дорожных знаков следует руководствоваться ГОСТ Р 52289-2004 [18]. Особенности применения ГОСТ Р 52289-2004 для кольцевых пересечений с приоритетом движения по кольцевой проезжей части представлены в разделах 12.2 – 12.3 «Методических рекомендаций».

12.2 Особенности разметки проезжей части кольцевых пересечений

Рекомендации по нанесению разметки на кольцевых пересечениях с приоритетом движения по кольцевой проезжей части представлены в таблице 12. 1 и на рисунках 12.1 – 12.7.

Т а б л и ц а 12.1 - Местоположение и особенности нанесения разметки на кольцевых пересечениях

Вид разметки по ГОСТ Р 52289-2004	Назначение разметки	Местоположение и особенности нанесения разметки
1	2	3
1.1	Разделение потоков транспортных средств	Отдельные участки многополосной кольцевой проезжей части в сочетании с разметкой 1.7, рисунок 12.1
		Многополосные участки въезда на кольцо,
		Участки многополосного выезда с пешеходными переходами (при наличии разметки 1.14.1)
1.2.1	Обозначение края проезжей части	Внутренняя кромка кольцевой проезжей части
		Внешняя кромка кольцевой проезжей части, с разрывом на участках въезда и выезда
		Правая и левая кромки участков выезда с кольцевой проезжей части на расстоянии от граничной линии 50 м на внегородских участках автомобильных дорог и на расстоянии 20 м в населенных пунктах. В обоих случаях с разрывом на размещение разметки 1.14.1 (1.14.2), рисунок 12.1.
1.2.2	Обозначение края проезжей части	Внутренняя кромка кольцевой проезжей части мини-кольцевых пересечений
1.3	Разделение встречных транспортных потоков	На участках въезда - выезда при общем силе полос движения 4 и более.
1.5	Обозначение границ полос движения	На участках въезда и выезда при 2 и большем числе полос движения (рисунок 12.1)

Продолжение таблицы 12.1

1	2	3
1.6	Линия приближения	На участке въезда перед линией разметки 1.1 на расстоянии не менее 50 в условиях населенных пунктов (рисунок 12.1) и 100 м вне населенных пунктов
1.7	Обозначение границ полос движения в пределах перекрестка, когда необходимо показать траекторию движения транспортных средств или обозначить границы полосы движения	Отдельные участки кольцевой проезжей части многополосных кольцевых пересечений в сочетании с разметкой 1.1 (рисунок 12.1) ***Нанесение разметки 1.7 в виде концентрических окружностей на кольцевой проезжей части не рекомендуется***
1.13	Обозначения места остановки транспортных средств (при наличии знака 2.4 «Уступите дорогу»)	Перед граничной линией кольцевой проезжей части на каждой полосе движения под прямым углом к ее оси, рисунок 12.1
1.14.1, 1.14.2	Обозначение мест, выделенных для пересечения проезжей части пешеходами на участках въезда на кольцо и выезда с кольцевой проезжей части.	Линии разметки 1.14.1 и 1.14.2 наносят параллельно оси проезжей части. При незначительном пешеходном движении, до 100 пеш./час возможно уменьшение ширины размечаемого пешеходного перехода до 3 (2) м.
1.16.1	Обозначение направляющих островков в местах разделения и слияния потоков транспортных средств.	В местах разделения потоков транспортных средств противоположных направлений; для обозначения островков безопасности на пешеходных переходах. Ширина островка безопасности должна быть не менее 1,5 м, а его длина должна быть равна ширине пешеходного перехода. Расстояние между краем кольцевой проезжей части и границей островка должно быть не менее 7,0 (6,0) м, рисунок 12.2
1.16.2		В местах разделения потоков транспортных средств одного направления, рисунок 12.2
1.16.3		В местах слияния потоков транспортных средств, рисунок 12.2
1.18	Применяют для указания разрешенных на перекрестке направлений движения по полосам	На участках многополосного въезда на кольцо, перед пешеходным переходом, при его наличии.
1.20	Для предупреждения о приближении к разметке 1.13	Наносят на каждой полосе движения на участках въезда при интенсивности движения более 3000 авт./сут.

Окончание таблицы 12.1

1	2	3
-	Разметка граничной линии кольцевой проезжей части (ГОСТом не предусмотрена, рисунок 12.3)	На проезжей части участков въезда и выезда по границе кольцевой проезжей части, рисунки 12.4, 12.5. Разметка наносится на проезжей части въезда по кромке кольцевой проезжей части.
-	Стрела для указания направления движения на кольцевой проезжей части (ГОСТом не предусмотрена), рисунок 12.6	Указание направления движения на кольцевой проезжей части мини-кольцевого пересечения, рисунок 12.7
Примечание - При наличии на участках въезда и выезда пешеходных переходов линии разметок 1.1, 1.2.1, наносятся с разрывом для размещения разметки 1.14.1 (1.14.2), рисунок 12.1.		

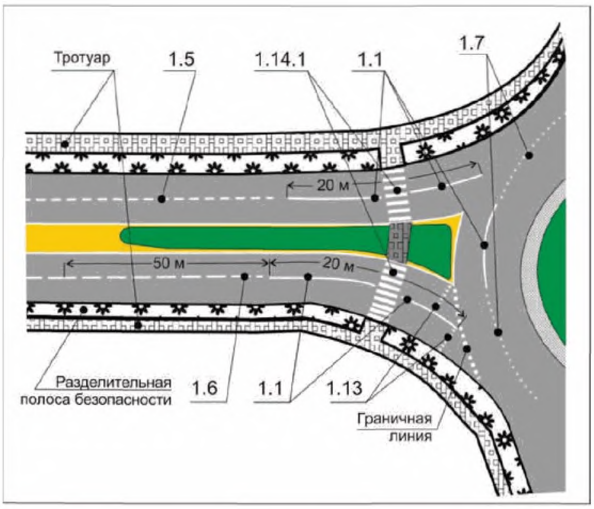


Рисунок 12.1 Схема разметки кольцевого пересечения

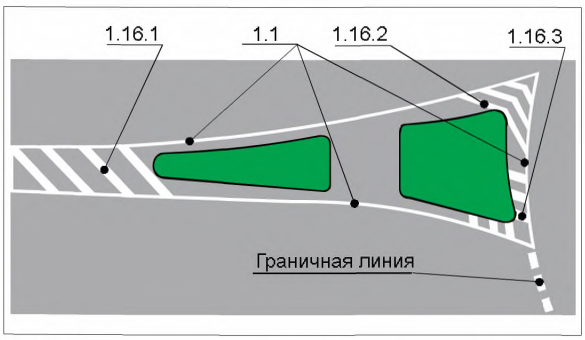


Рисунок 12.2 Пример нанесения разметки 1.16.1, 1.16.2 и 1.16.3 направляющего островка

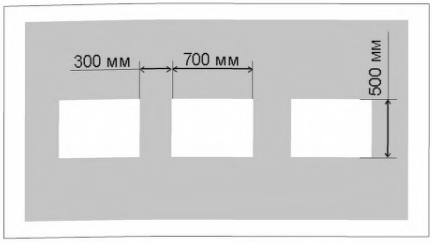
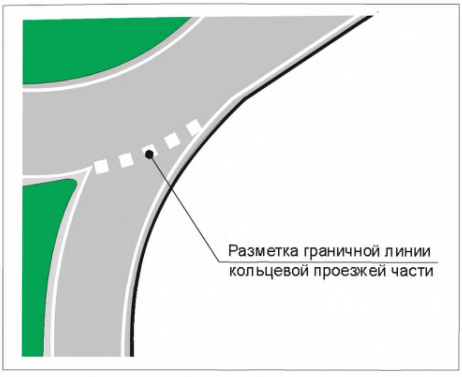


Рисунок 12.3 - Рекомендуемая разметка граничной линии кольцевой проезжей части



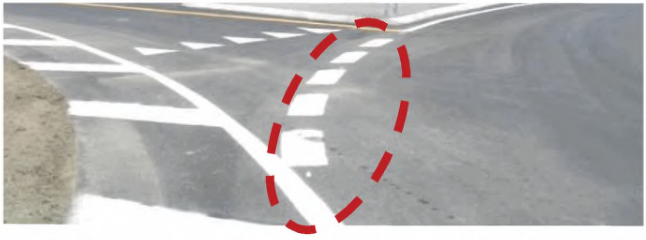


Рисунок 12.4 – Разметка граничной линии кольцевой проезжей части

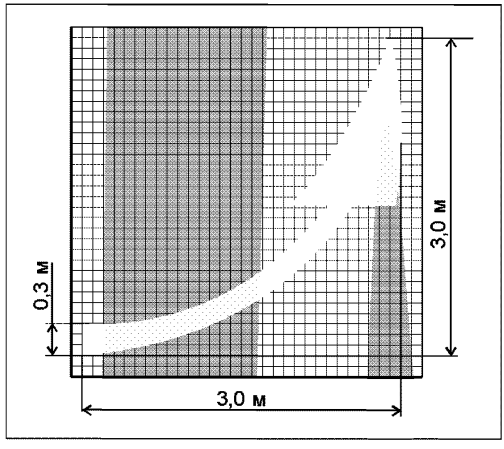


Рисунок 12.5 – Размеры стрелы для указания направления движения на проезжей части мини-кольцевого пересечения

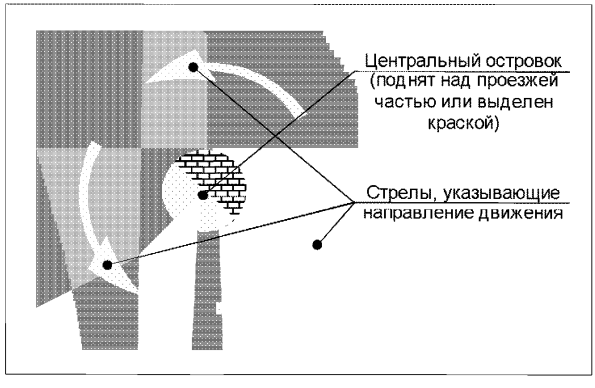


Рисунок 12.6 Разметка, указывающая направление движения на проезжей части мини-кольцевого пересечения

12.3 Особенности расстановки дорожных знаков в зоне кольцевых пересечений

Рекомендации по размещению дорожных знаков, учитывающие особенности кольцевых пересечений с приоритетом движения по кольцевой проезжей части, представлены в таблице 12. 2, и на рисунках 12.7 – 12.10.

Таблица 12.2 - Особенности размещение дорожных знаков на кольцевых пересечениях с приоритетным движением по кольцевой проезжей части

Дорожный знак по ГОСТ Р 52289-2004	Особенности размещения
1	2
1.34.1 «Направление поворота»	На центральном островке, напротив каждого въезда на кольцевое пересечение
2.1 Главная дорога»	На главной дороге после проезда кольцевого пересечения
2.2 «Конец главной дороги»	На дорогах II и III категорий перед кольцевым пересечением. Вне населенных пунктов - предварительно на расстоянии 150-300 м до перекрестка и перед перекрестком, в населенных пунктах - за 25 м от перекрестка. Знак может устанавливаться совместно с табличкой 8.13, рисунок 12.8
2.4 «Уступите дорогу»	Устанавливают на каждом въезде на кольцевое пересечение в сочетании со знаком 4.3, рисунки 12.9, а, 12.10, 12.11
2.5 «Движение без остановки запрещено»	Перед въездом на кольцевую проезжую часть дорог IV категории при их пересечении с автомобильными дрогами II категории, в сочетании со знаком 4.3, рисунок 12.9, б
4.2.1 «Объезд препятствия справа»	В начале разделительного островка мини-кольцевого пересечения, рисунок 12.11. При наличии тумбы с внутренним освещением знаки устанавливают на ней
4.3 «Круговое движение»	Устанавливают на каждом въезде на кольцевое пересечение в сочетании со знаками 2.4 и 2.5, рисунки 12.9, 12.10, 12.11
5.19.1, 5.19.2 «Пешеходный переход»	Обозначение мест, пешеходного перехода на участках въезда и выезда на расстоянии не более 1 м от границы перехода. Знак 5.19.1 устанавливают справа на полосе безопасности (тротуаре) - справа. Знак 5.19.2 на разделительной полосе или направляющем островке - слева. Установка знака 5.19.2 при многополосных въездах и выездах обязательна (рисунки 12.10).
6.9.1, 6.9.2, 6.10.1-6.12 Информационные знаки	Знаки устанавливают в соответствие с ГОСТ Р 52289-2004, пример размещения знака 6.9.1 показан на рисунке 12.10.
8.13 Табличка «Направление главной дороги» с приоритетным кольцевым движением	Перед кольцевым пересечением совместно со знаками 2.4. При размещении знаков на стойках табличку размещают под знаком. При размещении знаков на консольных опорах или над проезжей частью, обочиной или тротуаром табличку помещают справа от знака.



Рисунок 12.8 - Сочетание дорожных знаков, установленных на участке въезда на кольцо, обеспечивающее приоритет движения транспортных средств, находящихся на кольцевой проезжей части

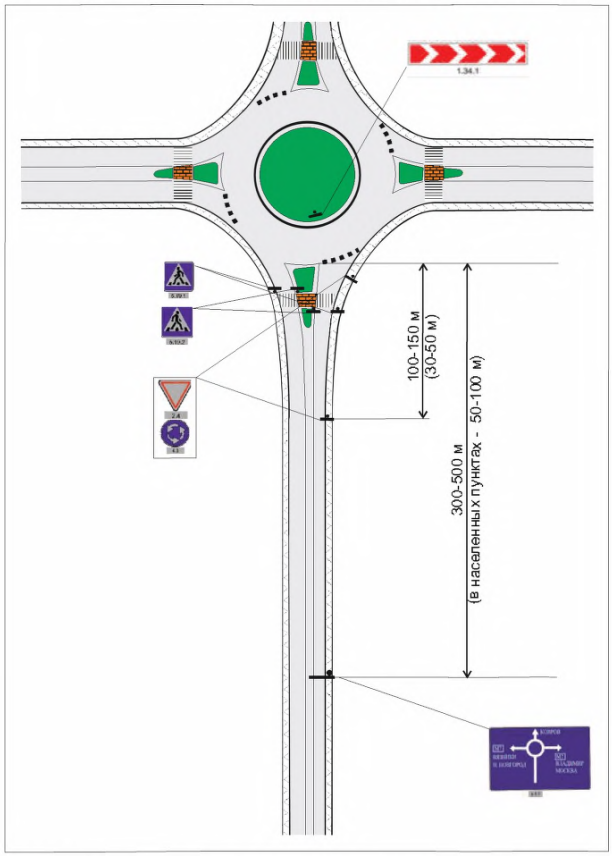


Рисунок 12.9 - Схема установки дорожных знаков на кольцевом пересечении

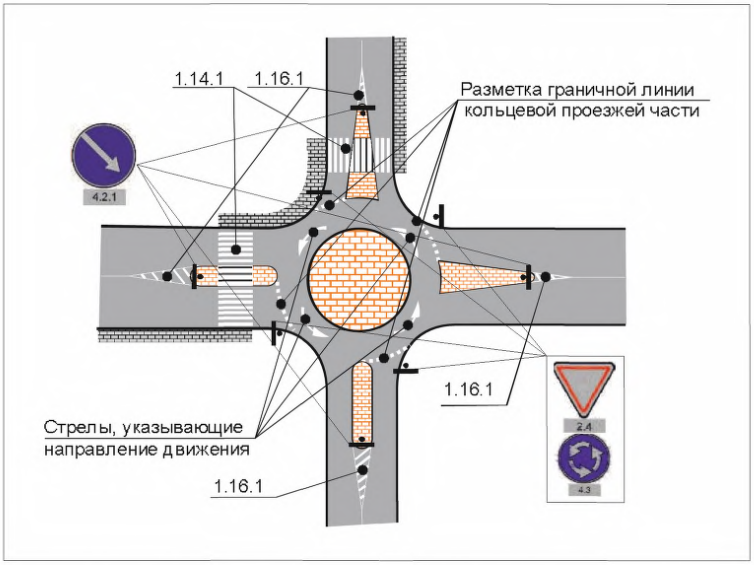


Рисунок 12.10 - Вариант установки дорожных знаков и нанесения разметки на мини-кольцевом пересечении

12.4 Организация движения пешеходов

12.4.1 На кольцевых пересечениях пешеходный переход и, соответственно, разметка 1.14.1 (1.14.2) должны располагаться на расстоянии, при котором автомобиль, совершивший остановку перед въездом на кольцевую проезжую часть для пропуска движущихся автомобилей, не создавал помех для пешеходов на пешеходном переходе. Для однополосных кольцевых пересечений это расстояние должно быть не менее 7,0 (6,0) метров от граничной линии, а на двухполосных пересечениях на расстоянии от 7,5 до 22,5 метров [7] с учетом интенсивности движения и состава транспортного потока.

12.4.2 Ширину пешеходных переходов определяют с учетом интенсивности пешеходного движения, но она не должна быть менее 4 м. На пешеходных переходах в пределах разделительного островка должны быть

предусмотрены площадки для ожидания, расположенные в одном уровне с проезжей частью (рисунок 5.14, п. 5.2.3.2).

12.4.3 При интенсивном движении пешеходов пешеходный переход рекомендуется оборудовать светофором для пешеходов, таблица 12.3.

Таблица 12.3 - Рекомендации в отношении оборудования пешеходного перехода светофором для пешеходов [19]

Интенсивность движения пешеходов, чел./час	Суммарная интенсивность движения на въезде и кольцевой проезжей части, авт./час							
	однополосные кольцевые пересечения			двухполосные кольцевые пересечения			трехполосные кольцевые пересечения	
	менее 250	250 - 500	свыше 500	менее 500	500 - 1000	свыше 1000	менее 1000	свыше 1000
Менее 10	-	-	-	-	-	-	-	-
10 - 30	-	-	-	-	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**
30 - 60	-	-	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**
60 - 100	-	Р	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**	**Св**
100 - 150	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**	**Св**	**Св**
Свыше 150	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**	**Р**	**Св**	**Св**	**Св**

Примечания
Р – дорожная разметка 1.14.1.
Св – введение светофорного регулирования для пешеходов

12.5 Организация движения общественного транспорта

Автобусные остановки у кольцевых пересечений необходимо располагать за пределами пешеходных переходов в местах, обеспечивающих водителю видимость, равную расстоянию видимости проезжей части.

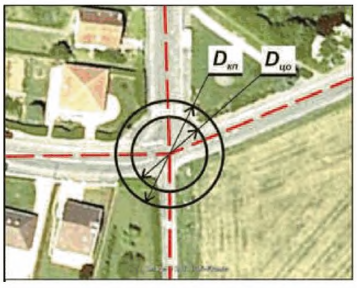
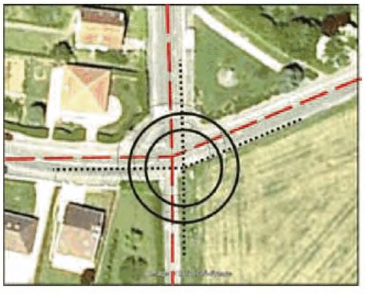
Автобусные остановки следует располагать в уширении проезжей части (т.н. карманах), чтобы не создавать помех движению и образованию очередей на въездах и выездах с пересечения.

13 Последовательность планировки кольцевых пересечений

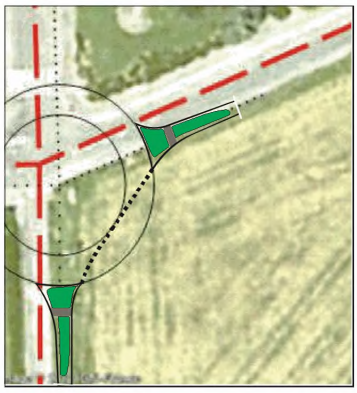
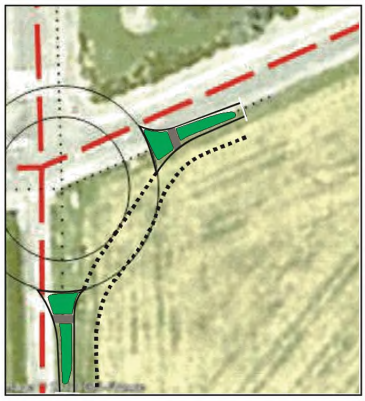
Процесс проектирования кольцевых пересечений является итерационным процессом, при котором незначительные изменение величин геометрических элементов могут приводить с существенным изменениям пропускной способности и безопасности движения.

Основные этапы проектирования кольцевого пересечения представлены в таблице 13.1.

Т а б л и ц а 13.1 - Основные этапы проектирования кольцевого пересечения

№ п.п.	Этап, и его описание	Примечание (схема)
1	2	3
1	На основании анализа исходных данных устанавливают предварительные размеры основных планировочных элементов пересечения: диаметр кольцевого пересечения, количество полос, ширина проезжих частей участков въезда – выезда и кольцевой проезжей части.	Раздел 5 «Методических рекомендаций»
2	На плане показывают оси пересекающихся дорог, окружность внешней кромки кольцевой проезжей части, кольцевую проезжую часть и центральный островок	
3	Для наилучшего вписывания кольцевого пересечения в существующую застройку или рельеф определяют положение кольцевой проезжей части и центрального островка, смещая их относительно осей пересекающихся дорог	
4	Определяют размеры направляющего островка с учетом размещения зоны накопления для пешеходов	

Окончание таблицы 13.1

1	2	3
5	По касательным к центральному островку сопрягают левые кромки проезжих частей участков въезда и выезда	
6	Правые кромки проезжих частей участков въезда и выезда сопрягают по касательным с внешней кромкой кольцевой проезжей части	
7	Повторяют этапы 5 и 6 для всех примыкающих дорог	-
8	Выполняют анализ планировочного решения пересечения. При необходимости планировочное решение корректируют, начиная с этапа 2	Раздел 14 «Методических рекомендаций»

14 Оценка планировки, режимов движения, аварийности и пропускной способности в зоне кольцевых пересечений

Оценка планировочного решения, выполняемая на плане кольцевого пересечения М 1:500, включает:

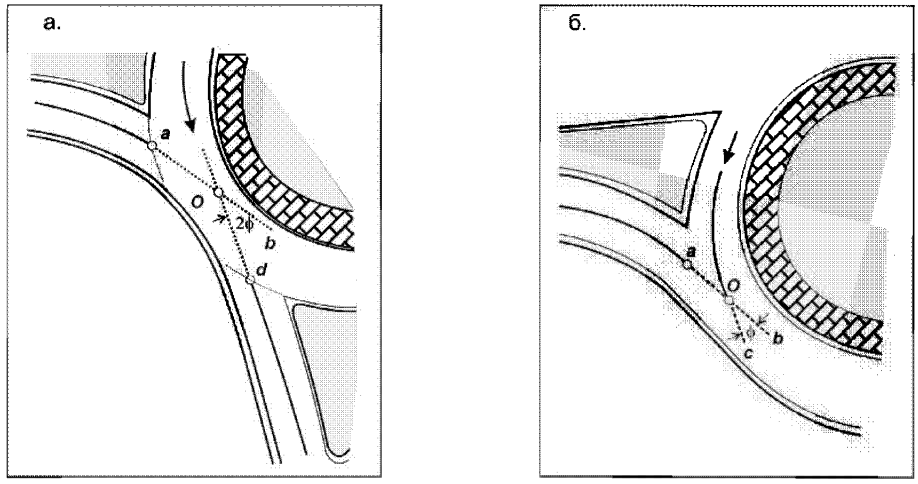
- определение угла въезда на кольцевую проезжую часть;
- определение радиусов участков траекторий свободного проезда пересечения;
- определение скоростей движения;

- анализ аварийности (определение вероятного количества дорожно-транспортных происшествий);
- определение пропускной способности;
- подсчет потерь времени при проезде пересечений.

14.1 Оценка планировочного решения

Основными геометрическими параметрами, определяющими планировочное решение пересечения в целом, являются: угол въезда на кольцевую проезжую часть и траектории свободного проезда пересечения.

14.1.1 Угол въезда на кольцевую проезжую часть определяют по схемам, приведенным на рисунке 14.1. Установленное в результате построений значение угла должно составлять около 30^0. Если значения ϕ отличаются от его допустимых значений, находящихся в интервале от 20 до 40^0, то в планировочное решение необходимо корректировать.

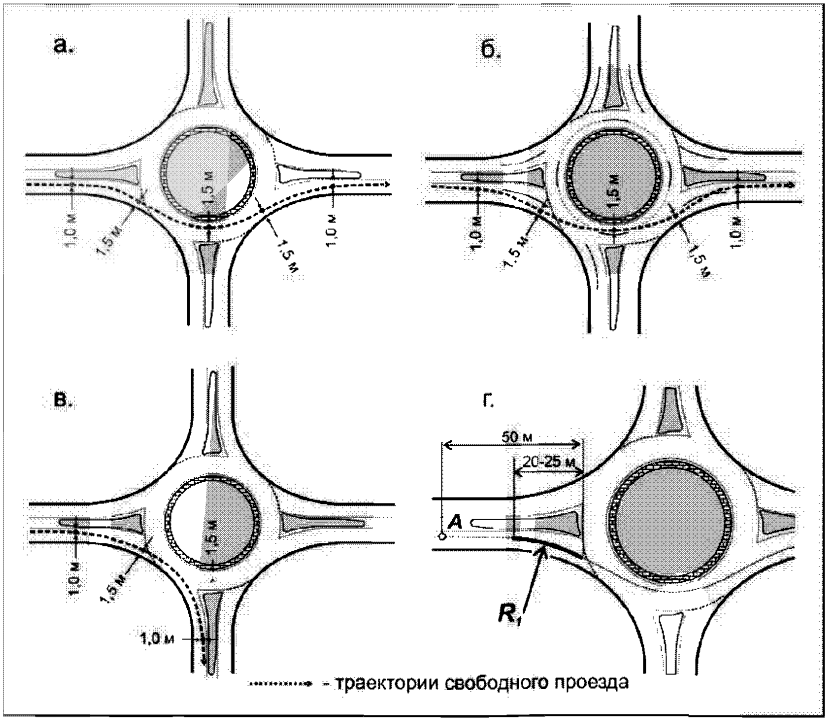


O – вершина угла въезда на кольцевую проезжую часть; точка ***a*** – точка пересечения кромки кольцевой проезжей части с осью проезжей части въезда; точка ***d*** – точка пересечения кромки кольцевой проезжей части с осью проезжей части выезда; отрезок ***ab*** – направлен по касательной к оси проезжей части въезда; отрезок ***dO*** – направлен по касательной к оси проезжей части выезда; отрезок ***Oc*** – направлен по касательной к оси кольцевой проезжей части.

Рисунок 14.1 - Схемы определения угла въезда (ф) при расстоянии между примыкающими направлениями менее 30 м (а) и свыше 30 м (б)

14.1.2 Для оценки условий движения по траекториям свободного проезда кольцевого пересечения (см. п. 4.2.3 «Методических рекомендаций) их прорисовывают вручную на плане пересечения в виде плавных S-образных кривых проходящих через точки расположенные на расстоянии 1,0 м от левых кромок полос движения и на расстоянии 1,5 м от правых кромок, рисунок 14.2, а, б, в.

Траектории прорисовывают для каждого из направлений движения всех примыкающих дорог. После чего определяют скорости свободного проезда кольцевого пересечения.



а – проезд однополосного кольцевого пересечения в прямом наравлении, б - проезд двухполосного кольцевого пересечения в прямом наравлении, в - правоповоротное движение, г - определение минимального радиуса (R_1) свободного проезда на участке въезда

Рисунок 14.2 - Траектории свободного проезда автомобилем кольцевого пересечения

14.1.3 Скоростью каждого из участков траекторий свободного проезда считается скорость соответствующая радиусу, определяемому по формуле:

$$V = \sqrt{127 \times R \times (\varphi_{поп} \pm i_{кпч})} \quad (14.1)$$

где R - наименьший из радиусов каждой из траекторий свободного проезда, м;

$\varphi_{поп}$ - коэффициент поперечного сцепления, величина которого принимается на основании таблицы 14.1

$i_{кпч}$ - поперечный уклон кольцевой проезжей части, 0,02. Значение i принимается со знаком «-» при поперечном уклоне кольцевой проезжей части направленном от центрального островка, со знаком «+» при уклоне к центральному островку.

Таблица 14.1 – Расчетное значение коэффициента поперечного сцепления

Радиус, м	Коэффициент поперечного сцепления ($\varphi_{поп}$)
до 50	0,20
50 - 90	0,17
90 - 120	0,15

Поскольку наиболее эффективным считается планировочное решение кольцевого пересечения, обеспечивающее примерно одинаковые скорости движения для транспортных потоков всех направлений, скорости сквозного движения (участок R_1 - R_2 - R_3) и скорости левоповоротного движения (участок R_1 – R_4 - R_3) не должны различаться более чем на 10 км/час, рисунок 14.3.

Аналогичную проверку следует также выполнять для кольцевой проезжей части, где происходят пересечения траекторий свободного проезда участок R_1 – R_3 – R_4 и R_3, рисунок 14.4. В этой области скорости движения также не должны различаться более чем на 10 км/час. В противном случае планировочное решение необходимо корректировать.

14.1.4 На основании установленных значений скоростей движения строят эпюры скоростей проезда кольцевого пересечения для каждого из транспортных потоков проезжающих кольцевое пересечение (рисунок 14.5), которые в последующем используют для технико-экономического сравнения вариантов (см. п. Д.6 «Методических рекомендаций).

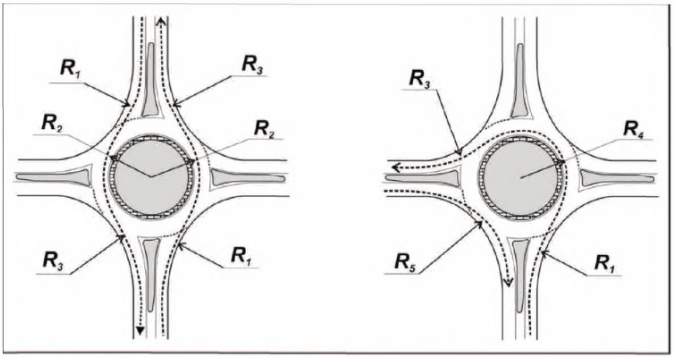


Рисунок 14.3 - Участки траекторий свободного проезда, на которых выполняется проверка скоростей движения

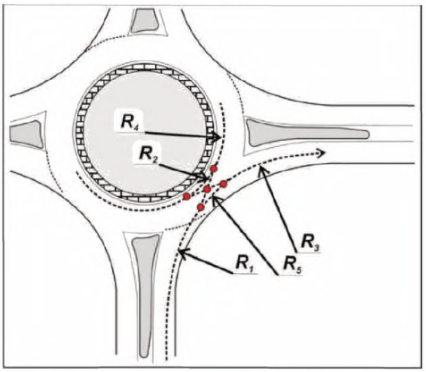


Рисунок 14.4 - Зона кольцевой проезжей части, в которой следует проверять скорости движения при пересечении траекторий свободного проезда



Рисунок 14.5 – Эпюра скорости проезда кольцевого пересечения

14.1.5 При проектировании кольцевых пересечений с применением систем автоматизированного проектирования оценку планировочных решений рекомендуется осуществлять с использованием программных продуктов, приведенных в таблице 14.2.

14.2 Оценка аварийности

14.2.1 В целях детальной оценки условий безопасности движения на кольцевых пересечениях рекомендуется использовать методику [20], которая позволяет определить степень аварийности вероятным числом происшествий разных видов на характерных участках пересечения за один год.

14.2.2 Для условий движения на кольцевых пересечениях характерным критерием степени аварийности являются показатели, связанные со столкновениями автомобилей, частота возникновения которых на пересечении значительно выше по сравнению с другими видами происшествий. В рассматриваемой методике подобные происшествия анализируют:

– на участках подходов к пересечению (число ДТП за один год A_1);

– при въезде на кольцевую проезжую часть (число ДТП за один год A_2);

– при выезде с кольцевой проезжей части (число ДТП за один год A_3).

14.2.2.1 Уровень аварийности на участках подхода определяется по формуле:

$$A_1 = 1.81 * 10^{-18} * N_r^{1.39} * N_k^{0.65} * V_a^{4.77} * n^{2.31}, \quad (14.2)$$

где N_r - интенсивность движения на подходе по одной полосе, авт./сут;

N_k - интенсивность движения на кольцевой проезжей части в зоне подхода, авт./сут;

V_a - скорость 85% обеспеченности на участке въезда на кольцо;

n - число полос движения на подходе.

14.2.2.2 Степень аварийности при въезде на кольцевую проезжую часть:

$$A_2 = \frac{7{,}31 * 10^{-7} * N_r^{0{,}47} * N_k^{0.41} * n^{0.9} * V_{от}^{1.38}}{t_a^{0.21}}, \quad (14.3)$$

где N_r - интенсивность движения по одной полосе въезда, авт./сутки;

n - число полос движения на кольцевой проезжей части;

N_k - интенсивность движения на полосах кольцевой проезжей части (в каждом из рассматриваемых направлений движения), авт./сут;

$V_{от}$ - относительная скорость 85% обеспеченности на участках взаимодействия автомобилей определяемая по формуле:

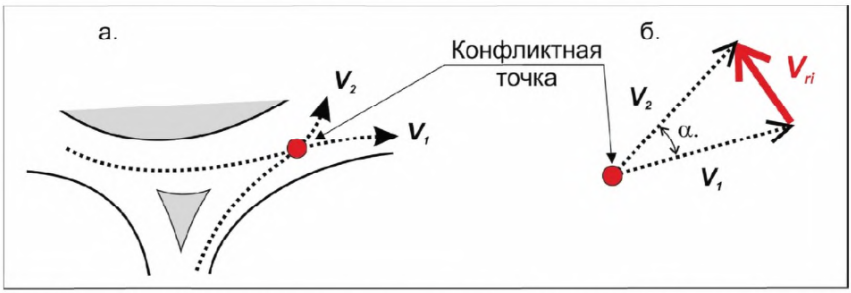
$$V_{от} = \frac{N_{ki} * V_{ri}}{\sum N_{ki}}, \quad (14.4)$$

где V_{ri} - относительная скорость 85% обеспеченности в каждой конфликтной точке, км/ч (рисунок 14.4).

Скорость V_{ri} как векторная численная величина может быть определена согласно решению косоугольного треугольника (рисунок 14.6, б) по формуле:

$$V_{ri} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 * 2V_1V_2 \cos \propto}, \quad (14.5)$$

Методика определения скоростей движения по траектории свободного проезда изложена в п. 14.1 «Методических рекомендаций».



V_1 и V_2 – скорости движения по траектории свободного проезда; V_{ri} – относительная скорость; α – угол въезда на кольцо (см. п 14.1.1).

Рис 14.6 - Схема траекторий свободного проезда на кольцевых пересечениях

Среднее время движения до конфликтной точки от места пересечения граничной линии кольцевой проезжей части при въезде на нее (t_a), вычисляемое по формуле:

$$t_a = \frac{N_{ki} * t_{ai}}{\sum N_{ki}}, \quad (14.6)$$

где t_{ai} - i-е значение величины t_a, вычисляемое по формуле:

$$t_{ai} = 3.6 * {}^{l_{ai}}/_{V_{ai}}, \quad (14.7)$$

где l_{ai} - расстояние, вычисляемое по длине соответствующей траектории свободного проезда от данной конфликтной точки до точки пересечения кромки проезжей части м;

V_{ai} - скорость 85% обеспеченности на участках въезда на кольцевую проезжую часть (см. п. 14.1.3).

14.2.2.3 Уровень аварийности при выезде с кольцевой проезжей части вычисляется по формуле:

$$A_3 = 1.33 * 10^{-11} * (\sum N_{ki})^{0.32} * (\sum N_B)^{0.68} * V_{ra}^{4.13}, \quad (14.8)$$

где N_k - интенсивность движения по кольцевой проезжей части, ${}^{авт}/_{сут}$;

N_B - интенсивность движения на выезде с кольцевой проезжей части, ${}^{авт}/_{сут}$;

V_{ra} - относительная скорость, км/ч.

14.3 Оценка пропускной способности

14.3.1 Оценка пропускной способности кольцевых пересечений проводят в соответствии с подразделом 6.2 ОДМ 218.2.020-2012 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог» [21].

14.3.2 Для предварительной оценки пропускной способности въезда рекомендуется использовать зависимость [5]:

$$P_{вх} = 1500 - {}^{8}/_{9} \times N_{вх}, \quad (14.9)$$

$$N_{вх} = \beta \times N_к + \alpha \times N_{вых}, \quad (14.10)$$

где $P_{вх}$ - пропускная способность въезда, авт./час;

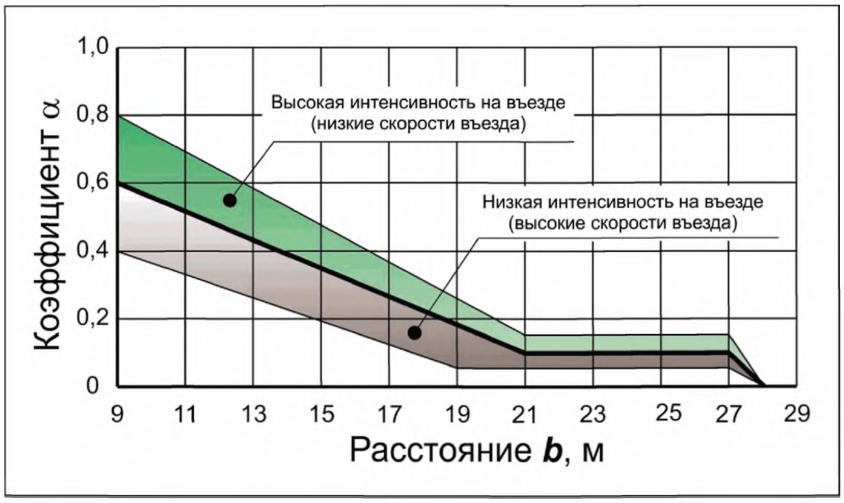
$N_{вх}$ - интенсивность движения на участке въезда, авт./час;

$N_к$ - интенсивность движения на кольцевой проезжей части перед участком въезда, авт./час;

$N_{вых}$ - интенсивность на участке выезда, авт./час;

β - коэффициент, учитывающий количество полос движения на кольцевой проезжей части: однополосная проезжая часть – 0,9-1,0; двухполосная 0,6-0,8; трехполосная – 0,5-0,6.

α - коэффициент, учитывающий условия движения на кольцевой проезжей части, определяемый на основании рисунка 14.6;



Расстояние *b* определяется согласно схемы, приведенной на рисунке 14.7

Рисунок 14.6 Значения коэффициента α

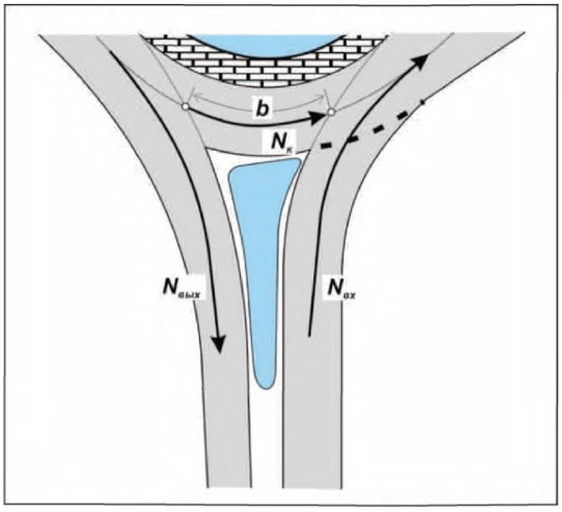


Рисунок 14.7 - Схема к определению пропускной способности въезда

14.4 Потери времени при движении в зоне кольцевых пересечений

Потери времени при движении в зоне кольцевых пересечений происходят из-за снижения скорости движения при подъезде к пересечению и ожидания приемлемого граничного интервала для въезда на кольцо.

14.4.1 Среднюю задержку одного автомобиля из-за ожидания определяют по формуле [22]:

$$d_i = \frac{3600}{P_{\text{полосы}}} + 900 \times T \times \left[x - 1 + \sqrt{(x-1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{P_{\text{полосы}}}\right)}{450 \times T}} \right], \qquad (14.11)$$

где d_i - средняя задержка, сек;

$P_{полосы}$ - пропускная способность полосы движения, авт./час

T - период подсчета задержек (при продолжительности равной 1 часу T = 1.0, при продолжительности равной 15-ти минутам T = 0.25;

x - отношение интенсивности движения на каждой полосе движения к ее пропускной способности, определяемое по формуле (14.12):

$$x = \frac{N_{\text{полосы}}}{P_{\text{полосы}}} \qquad (14.12)$$

где N - интенсивность движения на полосе участка въезда, авт./час;

P - пропускная способность полосы участка въезда, авт./час.

Результаты вычислений по формуле (14.11) представлены на рисунке 14.8.



1 – пропускная спобность полосы движения участка въезда 400 авт./час; 2 - то же, 800 авт./час; 3 - то же, 1200 авт./час; 4 - то же, 1600 авт./час; 5 - то же, 2000 авт./час; 6 - то же, 2400 авт./час;

Рисунок 14.8 – Потери времени при проезде кольцевого пересечения [22]

14.4.2 Суммарные потери времени на каждом въезде на кольцевое пересечение рассчитывают по формуле:

$$d_{\text{въезда}} = \frac{d_{\text{лев}} \times N_{\text{лев}} + d_{\text{прав}} \times N_{\text{прав}} + d_{\text{прям}} \times N_{\text{прям}}}{N_{\text{лев}} + N_{\text{прав}} + N_{\text{прям}}} \quad (14.13)$$

где $d_{лев}$, $d_{прав}$, $d_{прям}$, - средние задержки левоповоротного правоповоротного и транзитного транспортных потоков, сек

$N_{лев}$, $N_{прав}$, $N_{прям}$, - средние задержки левоповоротного правоповоротного и транзитного транспортных потоков, авт./час

14.4.3 Суммарные потери времени при проезде пересечения вычисляют по формуле:

$$D_{\text{пересечения}} = \frac{\sum d_{\text{въезда}} \times N_{\text{въезда}}}{\sum N_{\text{въезда}}} \quad (14.14)$$

где $d_{въезда}$ - сумарные потери времени на каждом въезде, сек;

$N_{въезда}$ - интенсивность движения на участке въезда, авт./час.

15 Технико-экономическое сравнение вариантов пересечений

15.1 В зависимости от интенсивности движения и конкретных особенностей места расположения кольцевые пересечения могут конкурировать как с пересечениями в одном, так и в разных уровнях, так как планировочные решения пересечений автомобильных дорог оказывают большое влияние на режимы и безопасность движения, экологическую обстановку на прилегающих территориях и могут существенно отличаться по размерам затрат на их строительство и эксплуатацию.

15.2 Выбор рационального типа планировочного решения пересечения должен выполняться путем вариантного проектирования и технико-экономического сравнения вариантов по комплексу показателей: технических, экономических, экологических, безопасности движения. Обобщающим показателем являются показатели народнохозяйственной эффективности инвестиций.

15.3 При технико-экономическом сравнении вариантов пересечений используются основные положения «Методических рекомендаций по оценке инвестиционных проектов и их отбору для финансирования», утвержденных Госстроем России, Минэкономики РФ, Минфином РФ [24] и «Руководства по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса» ОДМ Минтранса России [25].

15.4 В качестве основных показателей эффективности капиталовложений в строительство пересечений при сравнении их вариантов следует применять дисконтированные затраты, чистый дисконтированный доход, индекс доходности, срок окупаемости.

15.5 При расчете дисконтированных затрат должны учитываться: капитальные вложения в строительство, реконструкцию и капитальные ремонты пересечения, автотранспортные расходы, затраты на ремонт и содержание пересечения, потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий, экономическая оценка времени пребывания пассажиров в пути, экономические потери, связанные с неблагоприятным воздействием строительства и последующей эксплуатации пересечения на окружающую среду.

15.6 В качестве рекомендуемого к строительству варианта пересечения следует принимать вариант, характеризуемый минимальной суммой дисконтированных затрат. В случае, когда два или несколько вариантов пересечения имеют близкие величины суммарных дисконтированных затрат, следует выбирать в качестве оптимального вариант, в наибольшей степени соответствующий требованиям обеспечения безопасности движения, охраны окружающей среды, возможности организации движения по существующей дороге (дорогам) в период проведения работ по строительству или ремонту пересечения.

15.7 Технико-экономическое сравнение вариантов рекомендуется проводить в следующей последовательности:

1) в зависимости от интенсивностей движения на пересекающихся дорогах, направления движения транспортных потоков на пересечении и конкретных условий в районе строительства разрабатывают варианты пересечений; при этом для некоторых вариантов могут быть предусмотрены случаи стадийного строительства (реконструкция);

2) для всех вариантов пересечения назначают их общие границы, в пределах которых происходит их сравнение; положение этих границ определяется вариантами, имеющими наибольшие линейные размеры с учетом длин переходно-скоростных полос или участков изменения скорости;

3) для каждого варианта рассчитывают объемы работ и стоимость строительства, а в случае необходимости и реконструкции пересечения;

4) для каждого варианта рассчитывают интенсивности движения по всем направлениям и определяют показатели, необходимые для расчета дисконтированных затрат:

- пробег автомобилей в пределах общих границ по каждому из направлений движения; (см. Приложение Е, пп. Е.3 и Е.4);
- средние скорости движения по каждому направлению с учетом интенсивности движения в каждый год периода сравнения вариантов (см. Приложение Е, п. Е.5);
- потери времени автомобилей с учетом интенсивности движения в каждый год периода сравнения вариантов;
- количество дорожно-транспортных происшествий с учетом интенсивности движения в каждый год периода сравнения вариантов;
- возможные виды неблагоприятного воздействия на окружающую среду и их уровень;

5) выполняют расчет дисконтированных затрат и выбирают вариант, характеризуемый наименьшей их суммой (см. Приложение Ж, п. Ж.1);

6) для варианта, рекомендуемого к строительству, определяют срок окупаемости по отношению к эталонному варианту; за эталонный вариант рекомендуется принимать при реконструкции пересечения – существующее пересечение, при новом строительстве – вариант с наименьшей стоимостью строительства (см. Приложение Ж, п. Ж.15).

Приложение А

Проектирование кольцевых пересечений с использованием систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог

Приложение А.1 Технология проектирования кольцевых пересечений загородных дорог с использованием САПР CREDO.

Проектирование кольцевого пересечения в программном комплексе CREDO осуществляется в следующей последовательности.

А.1.1 В зависимости от расчетной интенсивности движения и имеющихся ограничений определяют внешний диаметр кольцевого пересечения, количество полос движения и ширину проезжей части на кольце и на подходах, а также скорость движения автомобилей на кольце.

А.1.2 Вычисляют требуемую величину снижения скорости на подходе к кольцевому пересечению ΔV (разница скоростей на участке перед въездом на пересечение и на самом кольце).

А.1.3 Проектирование подходов выполняется таким образом, чтобы водитель, приближаясь к кольцевому пересечению, соблюдал безопасный и комфортный режим движения и вовремя начинал выполнять торможение. Для инициации и обеспечения безопасного снижения скорости автомобилей применяют переходные кривые переменной скорости движения (***VGV_Kurve***). Такой подход к кольцевому пересечению, как правило, состоит из трех *VGV_**Kurve***, гладко сопряженных между собой клотоидами (рисунок А.1.1).

А.1.4 Параметры переходных кривых переменной (***VGV_Kurve***) и постоянной скорости (клотоиды) определяют с учётом требуемой величины снижения скорости и допустимых норм комфортного и безопасного движения. Для этого применяют программы ***Compare_VGV_Kurve.exe*** и ***Design_VGV_Kurve.exe***.

Полученные в результате функционального проектирования параметры переходных кривых (рисунок А.1) определяют итоговую геометрию подхода к кольцевому пересечению.

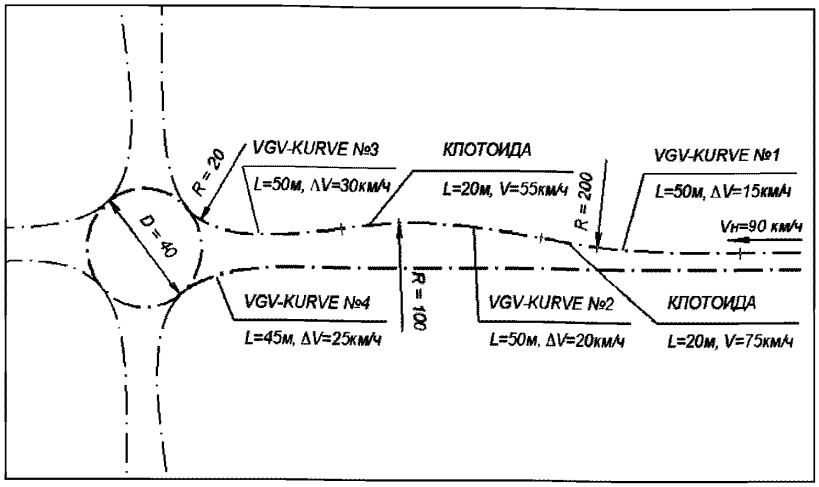
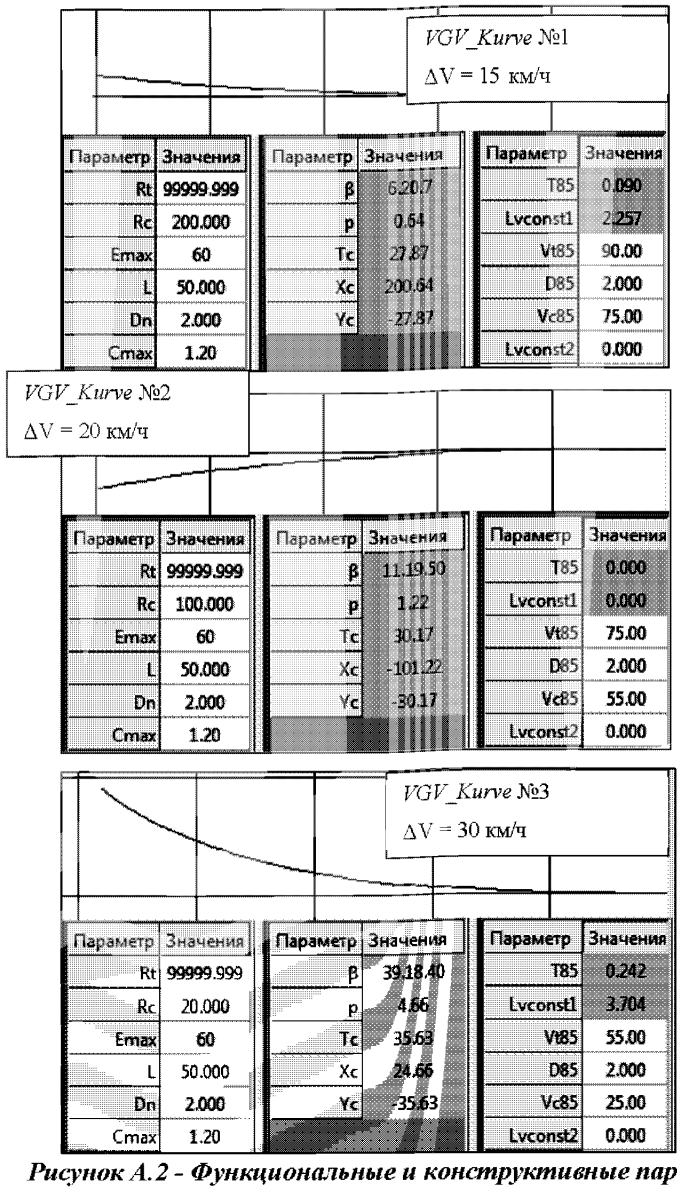


Рисунок А.1 - Проектирование основных элементов кольцевого пересечения и подходов к нему

А.1.5 По тем же критериям удобства и безопасности движения, учитывая скорость и радиус сопряжения клотоиды с ***VGV_Kurve***, определяют конструктивные параметры клотоид.

А.1.6 Окончательное геометрическое проектирование плана кольцевого пересечения выполняется в программном комплексе CREDO (рисунок А.3):

1. Вначале вычерчиваются оси полос движения примыкающих направлений и ось движения по кольцу (рисунок А.3, а).
2. С учетом рассчитанных параметров тормозных кривых и клотоид определяются точки начала и конца подхода, и выполняется построение въезда на кольцевое пересечение (рисунок А.3, б).
3. После построения въезда на кольцевое пересечение вычисляются параметры кривой ***VGV_Kurve*** для выезда с кольца, и выполняется ее построение (рисунок А.3, в). Закономерность кривизны траектории выезда с кольца, запроектированная при помощи кривой ***VGV_Kurve***, согласована со свойственным этому элементу режимом ускоренного движения автомобилей, который применяют водители для скорейшего выезда с кольцевого пересечения.



Параметр	Значения
Rt	99999.999
Rc	200.000
Emax	60
L	50.000
Dn	2.000
Cmax	1.20

Параметр	Значения
β	6.20.7
p	0.64
Tc	27.87
Xc	200.64
Yc	-27.87

Параметр	Значения
T85	0.090
Lvconst1	2.257
Vt85	90.00
D85	2.000
Vc85	75.00
Lvconst2	0.000

Параметр	Значения
Rt	99999.999
Rc	100.000
Emax	60
L	50.000
Dn	2.000
Cmax	1.20

Параметр	Значения
β	11.19.50
p	1.22
Tc	30.17
Xc	-101.22
Yc	-30.17

Параметр	Значения
T85	0.000
Lvconst1	0.000
Vt85	75.00
D85	2.000
Vc85	55.00
Lvconst2	0.000

Параметр	Значения
Rt	99999.999
Rc	20.000
Emax	60
L	50.000
Dn	2.000
Cmax	1.20

Параметр	Значения
β	39.18.40
p	4.66
Tc	35.63
Xc	24.66
Yc	-35.63

Параметр	Значения
T85	0.242
Lvconst1	3.704
Vt85	55.00
D85	2.000
Vc85	25.00
Lvconst2	0.000

Рисунок А.2 - Функциональные и конструктивные параметры VGV_Kurve

4. Далее, аналогичным образом происходит построение осей движения всех примыкающих направлений.
5. С учетом принятых геометрических параметров кольцевого пересечения и примыкающих дорог моделируется проезжая часть, обочины, пешеходные дорожки, пешеходные переходы и островки безопасности (рисунок А.4).

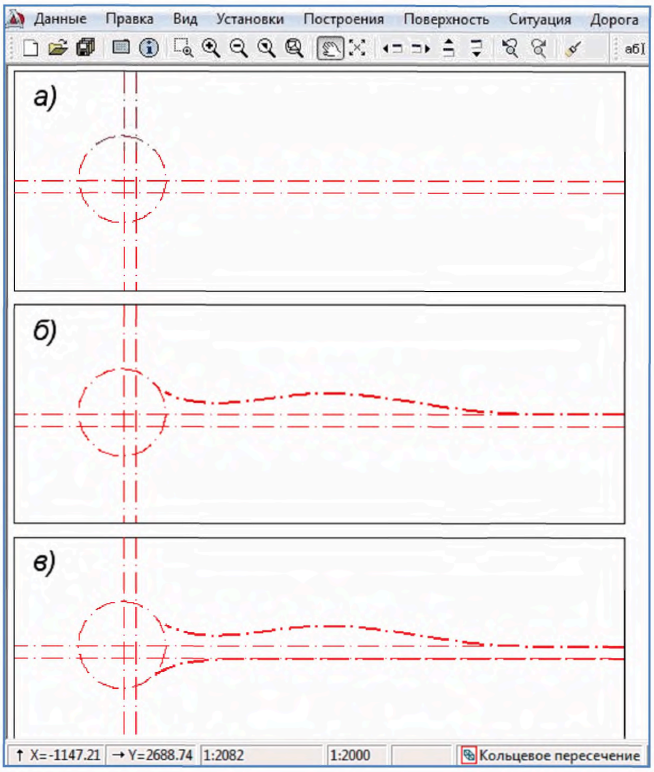


Рисунок А.3 - Этапы (а,б,в) геометрического проектирования в программном комплексе CREDO плана кольцевого пересечения и подходов к нему

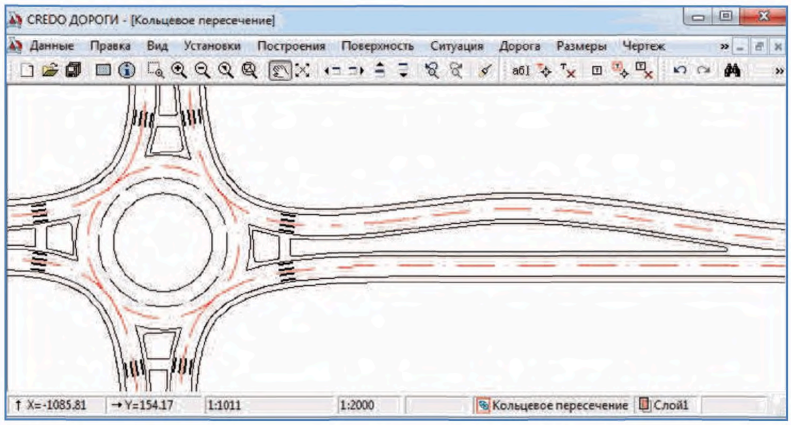


Рисунок А.4 - Кольцевое пересечение с подходами, обеспечивающими снижение скорости перед въездом на кольцо

Дополнительная информация для проектирования кольцевых пересечений в программном комплексе CREDO можете быть получена на сайте: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru адресу gost.e-ecolog.ru

Приложение А.2 Проектирование кольцевых пересечений в одном уровне в САПР IndorCAD/Road 8.0

Кольцевое пересечение, проектируемое в САПР IndorCAD/Road, представляет собой совокупность определённого количества трасс, увязанных между собой в единую цифровую модель проекта, что позволяет создавать совершенно различные конфигурации кольцевых пересечений.

А.2.1 Определяют основные параметры (исходные данные для проектирования) геометрических элементов кольцевого пересечения в зависимости от расчётной интенсивности движения (Раздел 5 «Методических рекомендаций»):

- радиус центрального островка;
- ширина проезжей части на кольце;
- количество полос движения;
- ширина въезда и выезда с кольца;
- количество полос движения на въезде и выезде.

А.2.2 Проектирование кольцевого пересечения осуществляется в следующей последовательности.

А.2.2.1 Трассируют оси пересекающихся автомобильных дорог для определения местоположения центра центрального островка.

А.2.2.2 Трассируют новую трассу (трасса 1) «кольцо» с постоянным радиусом и моделируют кольцевую проезжую часть (рисунок А.5), задавая ее проектные данные в инспекторе объектов.

А.2.2.3 С учётом рассчитанных параметров определяют точки начала и конца подхода, и выполняют построение въезда и выезда с кольцевого пересечения путём создания новых трасс (трассы 2 и 3) (рисунок А.6). Далее аналогичным образом производят построение остальных въездов и выездов с кольцевого пересечения.

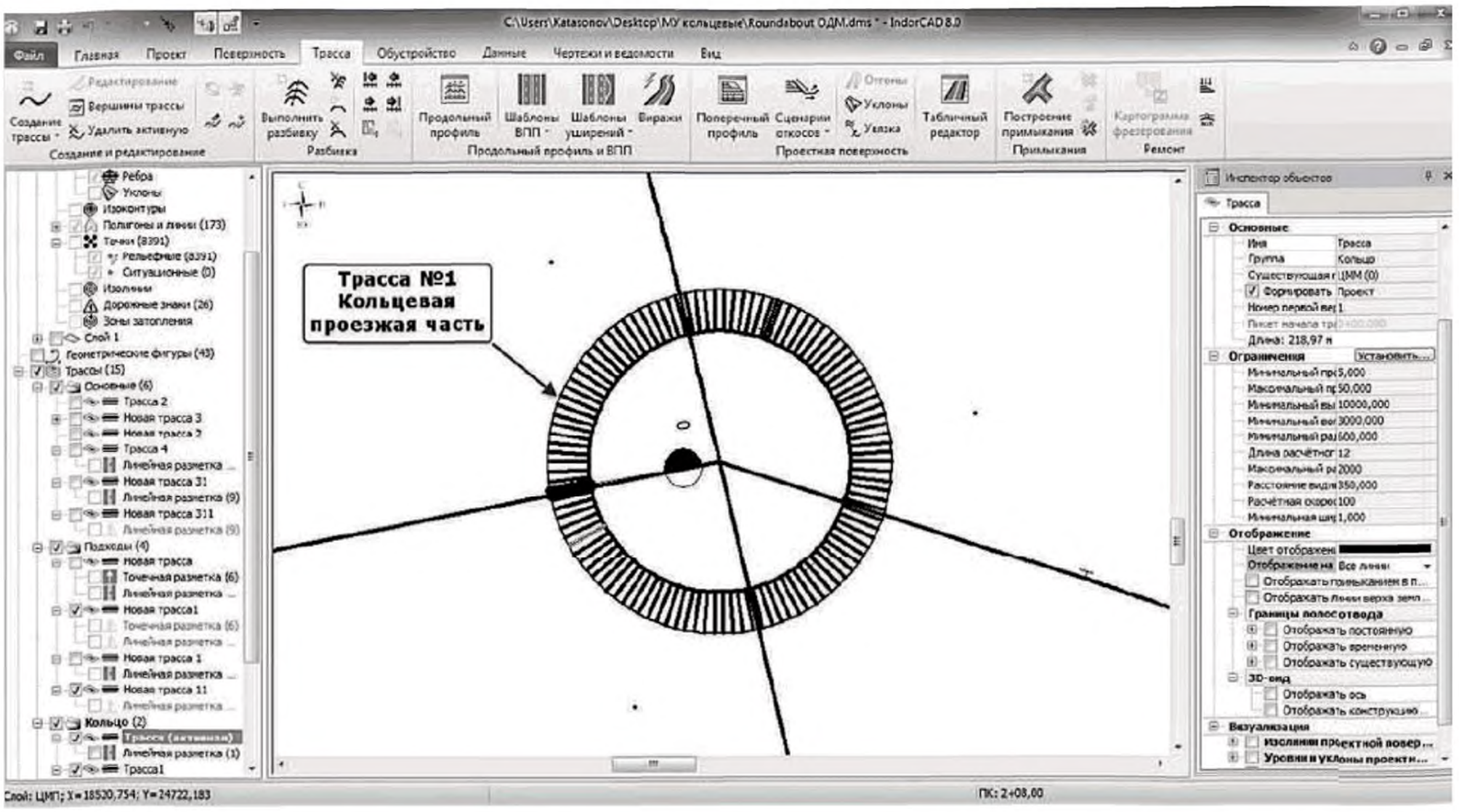


Рисунок А.5 – Трассирование осей пересекающихся дорог и кольцевой проезжей части

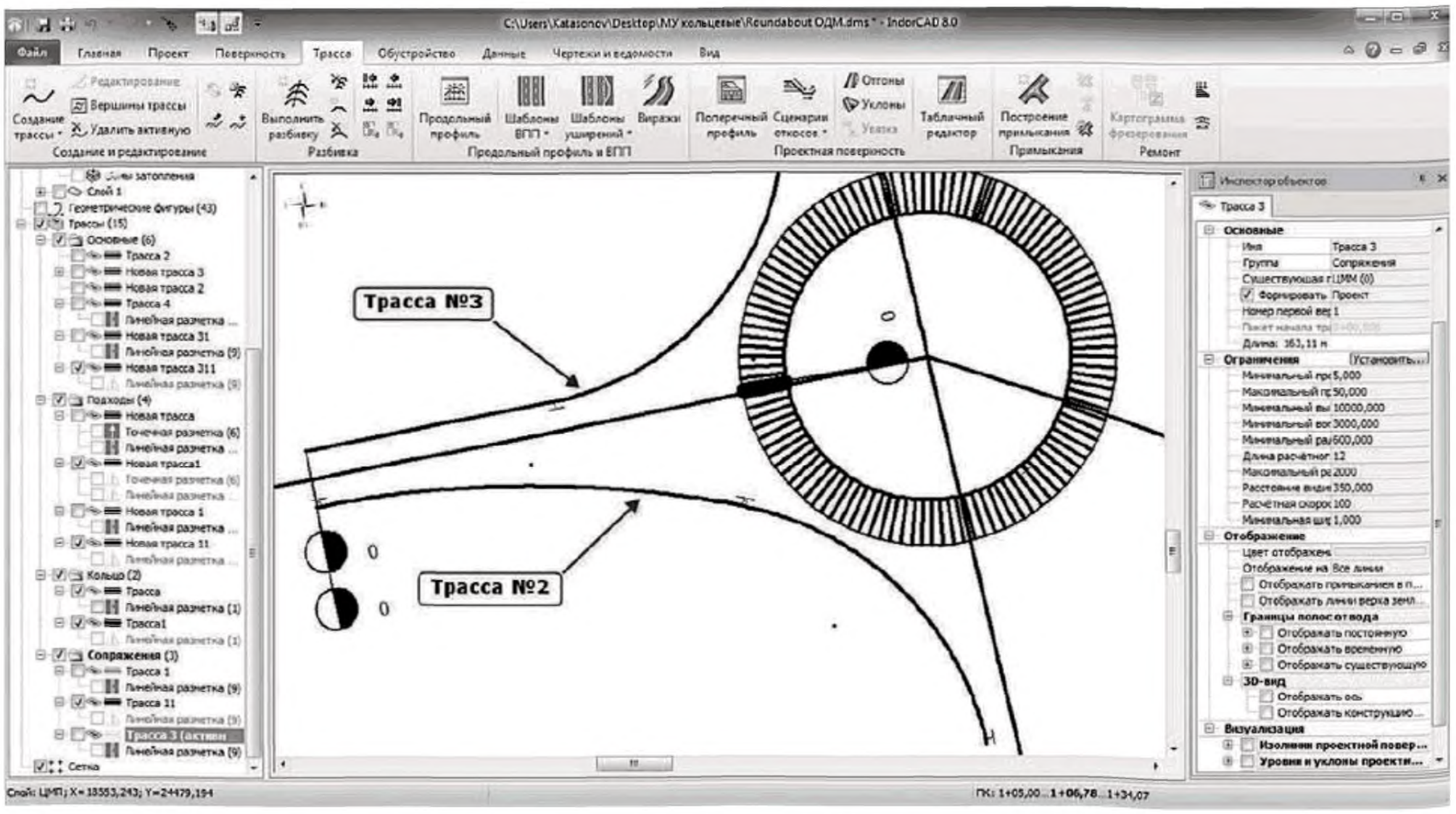


Рисунок А.6 – Трассирование въездов и выездов с кольцевого пересечения

А.2.2.4 После трассирования в плане при помощи редакторов продольного и поперечного профиля проектируют профили каждой трассы в отдельности. С учётом принятых геометрических параметров кольцевого пересечения и примыкающих дорог в редакторе поперечного профиля моделируют проезжую часть, обочины, островки безопасности и присыпные бермы (рисунок А.7).

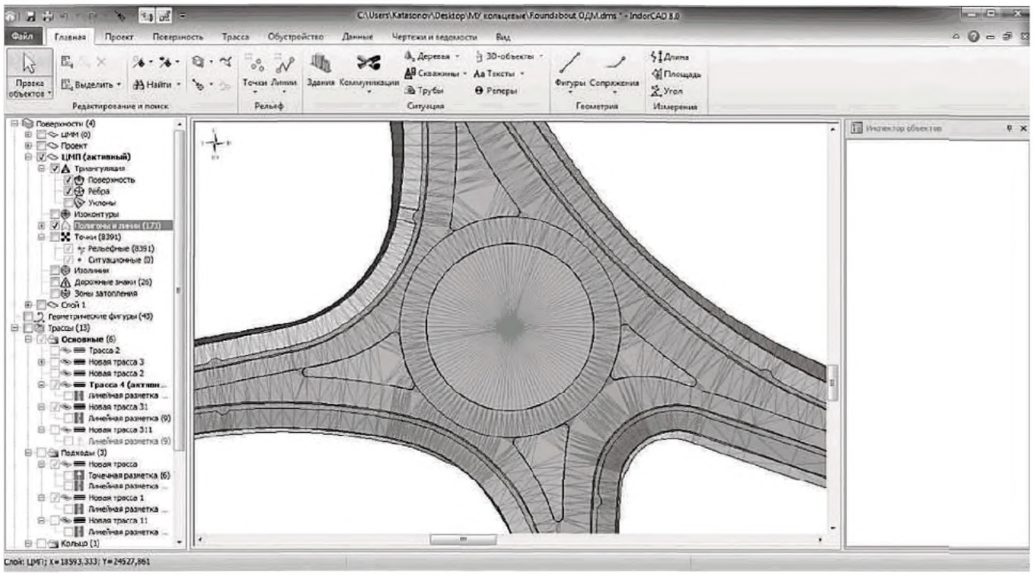


Рисунок А.7 – Модель кольцевого пересечения

А.2.2.5 При помощи специализированного инструмента увязывают поверхности созданных трасс между собой для получения оптимальной вертикальной планировки кольцевого пересечения. В САПР IndorCAD/Road имеется возможность на любом этапе проектирования видеть и анализировать проектную поверхность (рисунок А.8).

А.2.3 На основании раздела 12 «Методических рекомендаций» проектируют организацию движения в зоне кольцевых пересечений. В системе IndorCAD реализованы инструменты для проектирования технических средств организации дорожного движения: ограждений и сигнальных столбиков, дорожных знаков и разметки проезжей части.

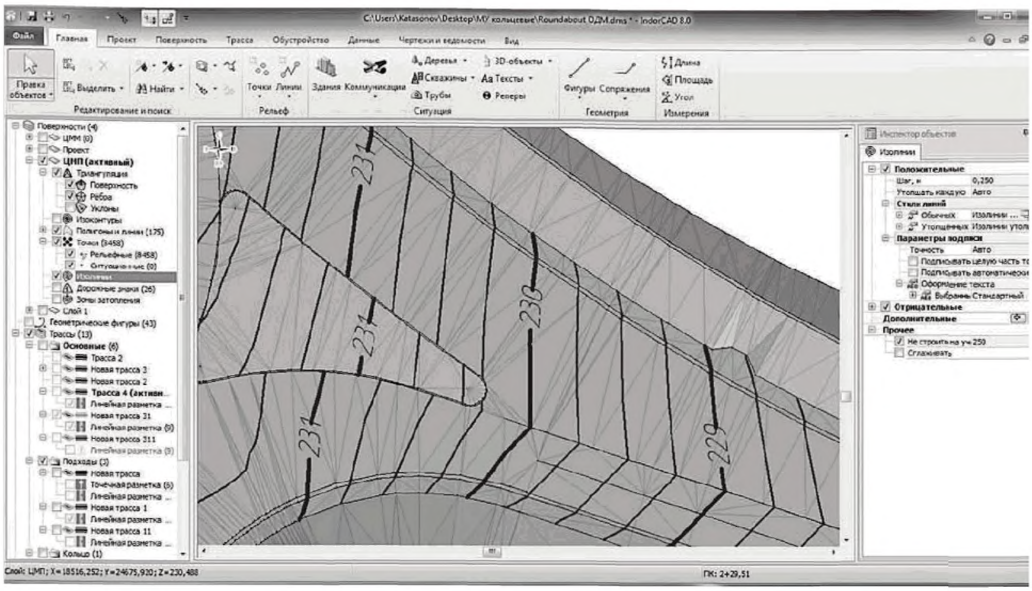


Рисунок А.8 – Вертикальная планировка кольцевого пересечения

А.2.4 На любом этапе проектирования кольцевого пересечения в САПР IndorCAD/Road можно формировать, просматривать, оценивать и при необходимости записывать видеоролики (рисунки А.9 и А.10).

А.2.5 Система IndorCAD предлагает широкий спектр инструментов подготовки бумажной версии проекта: создание чертежей и расчётных ведомостей. В системе IndorCAD все чертежи формируют по единому принципу. В окне предварительного просмотра настраиваются различные параметры чертежа, и оценивается результат их применения. Затем подготовленный чертёж может быть распечатан или передан в различные чертёжные системы для дальнейшей компоновки. Чертёж можно экспортировать напрямую в системы IndorDraw, AutoCAD, MicroStation или сохранить в файлы форматов RDW, DWG/DXF, 2D DWF, 3D DWF, PDF, W3C SVG.

Ведомости, формируемые в системе IndorCAD, могут быть экспортированы в программу Microsoft Excel или Open Office Calc в зависимости от того, какая из них установлена на компьютере пользователя, либо распечатаны непосредственно из системы.

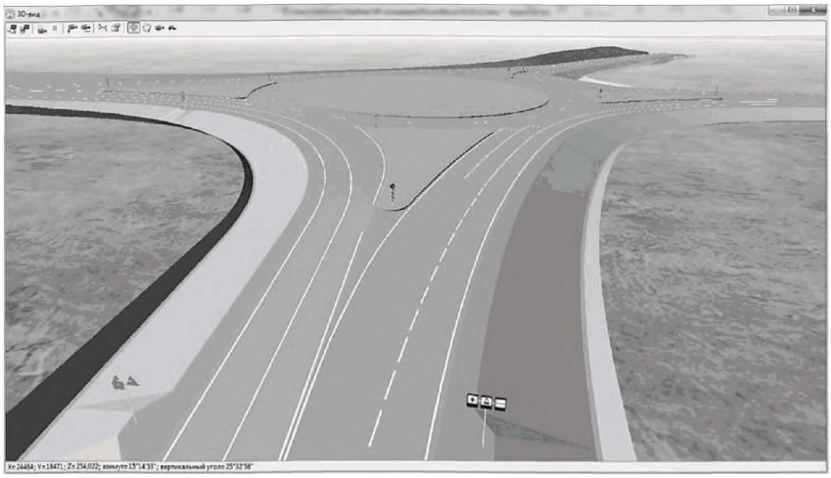


Рисунок А.9 – 3D-вид кольцевого пересечения (цифровая модель)

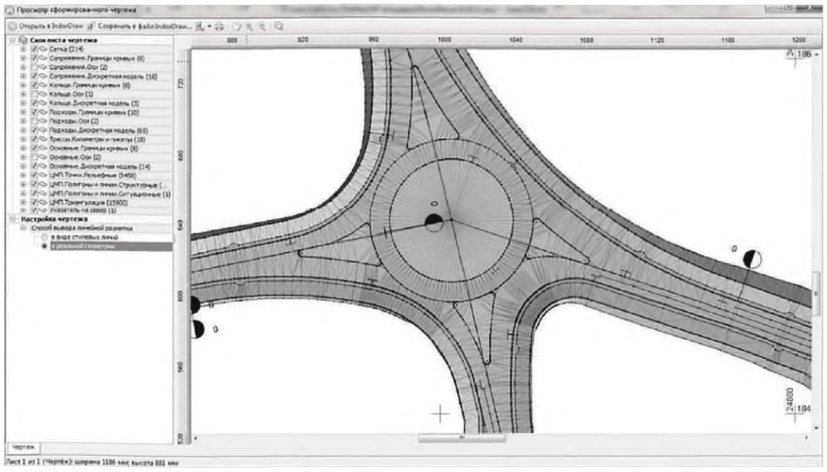


Рисунок А.10 – Окно предварительного просмотра

При необходимости, дополнительная информация для проектирования кольцевых пересечений в программном комплексе «IndorCAD/Road 8» можете быть получена по адресам:

1. ftp://ftp.indorsoft.ru/public/Examples/roundabout/roundabout.zip - Исходный проект кольцевого пересечения, для его открытия необходим «IndorCAD/Road 8», демо-версия на сайте: http://www.indorsoft.ru/products/cad/road
2. ftp://ftp.indorsoft.ru/public/Examples/roundabout/roundabout.avi - Анимационный ролик визуализации проекта кольцевого пересечения
3. http://www.indorsoft.ru/products/cad/road - Обзор возможностей «IndorCAD/Road 8»

Приложение А.3 Проектирование кольцевых пересечений в программном комплексе «Топоматик Robur»

В программном комплексе «Топоматик Robur» для проектирования кольцевых пересечений используется тот же самый функционал, что и для проектирования развязок в разных уровнях. Пространственная модель кольцевого пересечения состоит из набора *подобъектов* и связанных с ними *проектных поверхностей*. Подобъект в терминологии Robur – это структура данных, которая определяет план, продольный и поперечный профили трехмерного объекта коридорного типа. Проектирование ведется в единой многооконной среде, позволяющей работать одновременно с планом, профилем и поперечниками (рисунок А.11). При редактировании плана изменяется продольный профиль; изменение профиля влечет за собой вертикальное смещение поперечников; при работе с поперечниками результат тут же отображается на плане. ПК «Топоматик Robur» автоматически обеспечивает целостность пространственной модели объекта.

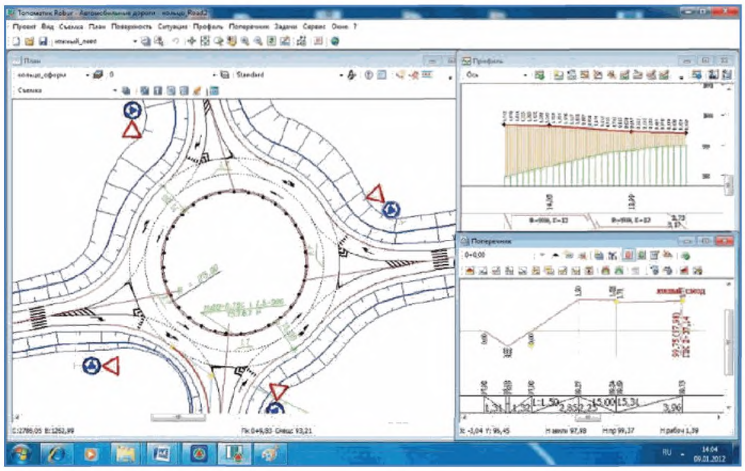
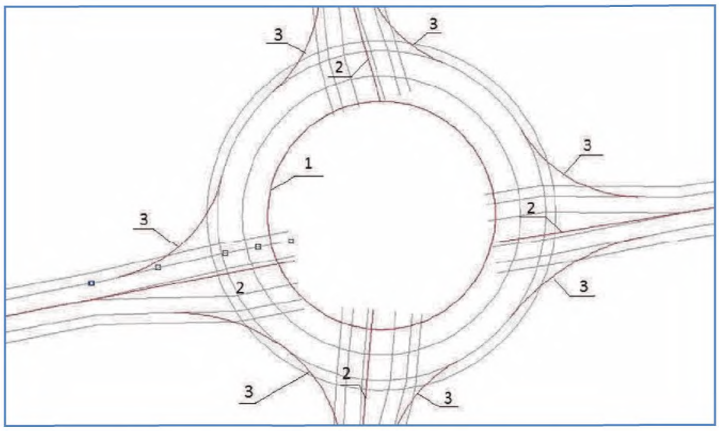


Рисунок А.11 – Интерфейс программного комплекса «Топоматик Robur»

А.3.1 Горизонтальная геометрия кольцевого пересечения задается набором осевых линий, состоящих из сопряженных отрезков прямых, дуг и клотоид. Для построения основных геометрических элементов пересечения, обеспечивающих непрерывное движение в зоне кольцевого пересечения (въезд, движение по кольцевой проезжей части, выезд) предназначен обширный функционал плановых построений.

А.3.2 Кольцевую проезжую часть определяет центральный подобъект, ось которого идет по радиусу центрального островка (рисунок А.12), Радиус центрального островка определяют на основании п. 5.2.1.2 «Методических рекомендаций». На примыкающих подобъектах задаются промежуточные полосы, образующие направляющие островки (п.

5.2.3.2 «Методических рекомендаций»). Наиболее трудоемкой является планировка участков въездов и выездов. Здесь чрезвычайно эффективен механизм плановых построений, позволяющий автоматизировать проектирование участков уширения на подходе к пересечению. В результате, создаются сопрягающие подобъекты по кромкам съездов.



1 – центральный островок; 2 – примыкающие объекты; 3 – сопрягающие подобъекты

Рисунок А.12 – Оси подобъектов горизонтальной планировки кольцевого пересечения

Рекомендуемая последовательность планировки кольцевого пересечения представлена в таблице А.1.

Таблица А.1 - Последовательность планировки кольцевого пересечения в программном комплексе «Топоматик Robur»

Этап	Содержание этапа	Краткое описание операций
1	Создание подобъекта (кромка центрального островка)	Задание оси кольцевого подобъекта (команда **«План» – «Создать ось из примитивов»**). Если пересечение имеет форму окружности, то исходный примитив создается при помощи команды **«Ситуация» – «Рисовать» – «Дуга»**. В более сложных случаях используется механизм трассирования, реализуемый командой **«План» – «Наметить/продлить ось»**.
2	Назначение геометрических параметров центрального островка	При помощи **«Мастера верха земляного полотна»** в табличном виде задаются ширины кольцевой проезжей части, разделительных полос и обочин. Одновременно с ширинами задаются и уклоны полос кольцевой проезжей части.
3	Планировка участков походов к кольцевой проезжей части	Аналогично созданию центрального островка, при помощи команд **«План» – Наметить/продлить ось»**, **«План – Создать ось из примитива»** и **«Мастера верха земляного полотна»**.

Механизм плановых построений является универсальным. Сопрягаться могут как отдельные примитивы, так и комплексные линии, состоящие из множества сопряженных отрезков, дуг и клотоид. При этом выполняется автоматический подбор первого

приближения и имеется возможность визуально (при помощи мыши) редактировать параметры сопряжений.

А.3.3 Вертикальную планировку пересечения определяет совокупность продольных и поперечных профилей кольцевого, примыкающих и сопрягающих подобъектов. Многооконный интерфейс ПК «Топоматик Robur» позволяет значительно упростить взаимную увязку составляющих подобъектов. Это достигается за счет механизма динамических рассекаемых поверхностей. Например, при увязке продольных уклонов примыкающих или сопрягающих подобъектов проектировщик видит в рабочем окне сечение поверхности центрального (кольцевого) подобъекта и имеет возможность привязаться к нему с заданным уклоном. Если, по каким либо причинам, в процессе проектирования изменяется планировка кольцевой части (например, для обеспечения водоотвода), то динамическая поверхность мгновенно перестраивается. Также перестраиваются и сечения, что информирует проектировщика о необходимости корректировки сопряженных профилей. Таким образом, обеспечивается динамика, что крайне важно при многовариантном проектировании.

Границы составляющих подобъектов определяются в плане положением линии сопряжения уклонов, изначально задаваемой в зависимости от схемы и геометрических характеристик кольцевого пересечения. В итоге, создается комплексная проектная поверхность кольцевого пересечения и отображается в окне 3D-просмотра (рисунок А.13).

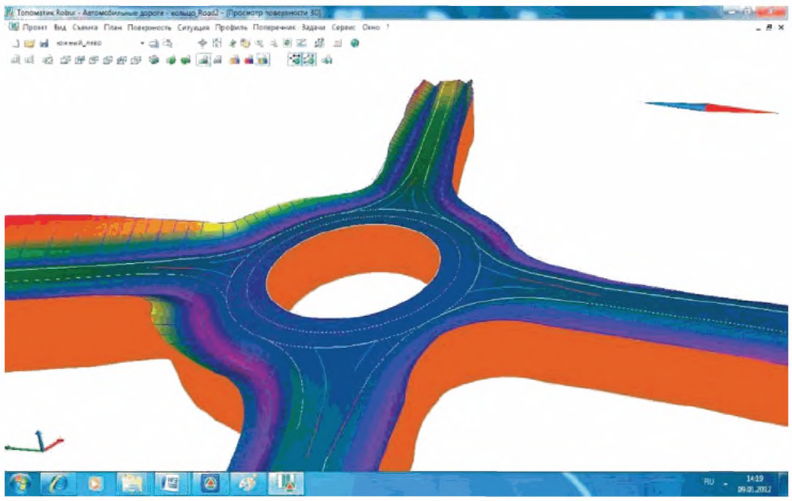


Рисунок А.13 - Комплексная проектная поверхность кольцевого пересечения

А.3.4 Анализ комплексной поверхности позволяет контролировать совпадение отметок и уклонов по линиям сопряжения составляющих подобъектов. Также легко осуществляется контроль водоотвода. Генерируемые ПК «Топоматик Robur» проектные

поверхности могут напрямую загружаться в бортовой компьютер грейдера или фрезы с целью их выноса в натуру при помощи автоматической 3D-системы управления строительной техникой.

А.3.5 Объемы работ считаются раздельно по составляющим подобъектам, а затем могут быть суммированы в итоговые ведомости по кольцевому пересечению в целом. ПК «Топоматик Robur» выполняет подсчет планировочных, укрепительных, земляных работ, а также объемов конструктивных слоев дорожной одежды. При реконструкции или ремонте кольцевого пересечения возможны учет существующей конструкции и построение картограммы выравнивания покрытия.

А.3.6 ПК «Топоматик Robur» позволяет нанести элементы обустройства на запроектированную поверхность кольцевого пересечения. Дорожную разметку проектировщик назначает по автоматически генерируемым линиям и специально создаваемым контурам. Расстановка дорожных знаков производится с использованием специальной библиотеки. По элементам обустройства генерируются ведомости объемов и работ

А.3.7 Основным документом проекта кольцевого пересечения является чертеж плана с отметками. Базовая часть чертежа ПК «Топоматик Robur» создает автоматически по проектной поверхности. Наряду с этим, проектировщику предоставляется набор средств для нанесения отметок, подписей, размеров и других элементов оформления чертежей.

При необходимости могут быть созданы чертежи продольного и поперечных профилей, как по центральному (кольцевому), так и по сопрягающим подобъектам.

А.3.8 Финальная стадия процесса проектирования – это создание реалистичной трехмерной сцены кольцевого пересечения, ее динамический просмотр и запись анимационного ролика. ПК «Топоматик Robur» позволяет визуализировать 3D-модель проектной поверхности, элементы обустройства и ситуации.

Дополнительная информация по проектированию кольцевых пересечений в программном комплексе «Топоматик Robur» можно получить по адресам:

http://www.topomatic.ru/download/temp/Road.rar.	-	Исходный проект кольцевого пересечения, для его открытия необходим «Топоматик Robur – Автомобильные дороги, 7.5», демо-версия на сайте: gost.e-ecolog.ru
http://gost.e-ecolog.ru emp/rbviz.rar	-	Анимационный ролик визуализации проекта кольцевого пересечения
http://gost.e-ecolog.ru -Ispolzovanie-kompleksa-Robur-dlja-upravlenija-dorozhnoi-tehnikoi	-	Обзор возможностей «Топоматик Robur» для выноса проекта в натуру с использованием 3D-систем управления дорожной техникой

Приложение А.4 Автоматизированная планировка кольцевых пересечений с использованием ACAD Civil 3D

А.4.1 В российской локализованной версии ACAD Civil 3D кольцевое пересечение определено как ***«круговой перекресток»*** и его плановое положение проектируется с использованием внутренней команды ***«CreateRoundabout»***. Предусмотрено добавление примыкающих направлений и правоповоротной полосы, команды ***«_AddApproach»*** и ***«_AddTurnSlipLane»***, рисунок А.14.

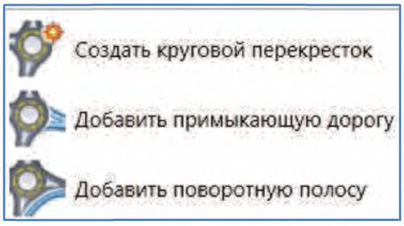


Рисунок А.14 - Фрагмент интерфейса ACAD Civil 3D 2012 интерактивного проектирования кольцевых пересечений

А.4.2 Интерактивное проектирование кольцевых пересечений осуществляется в последовательности, изложенной ниже.

Чтобы задать центральную точку кольцевого пересечения на вкладке ***«Главная»*** панели ***«Создать проектные данные»*** из раскрывающегося списка ***«Перекрестки»*** выбирается ***«Создать круговой перекресток»***, рисунок А.15.

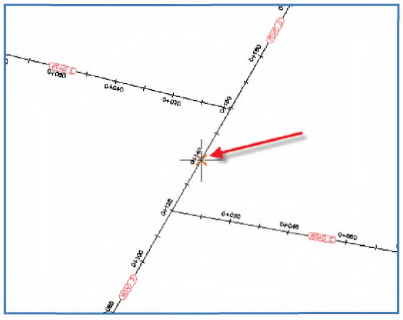


Рисунок А.15 - Выбор центра кольцевого пересечения (на данном и последующих рисунках раздела стрелками показаны положения фиксации курсора)

Указывают примыкающие направления, рисунок А.16.

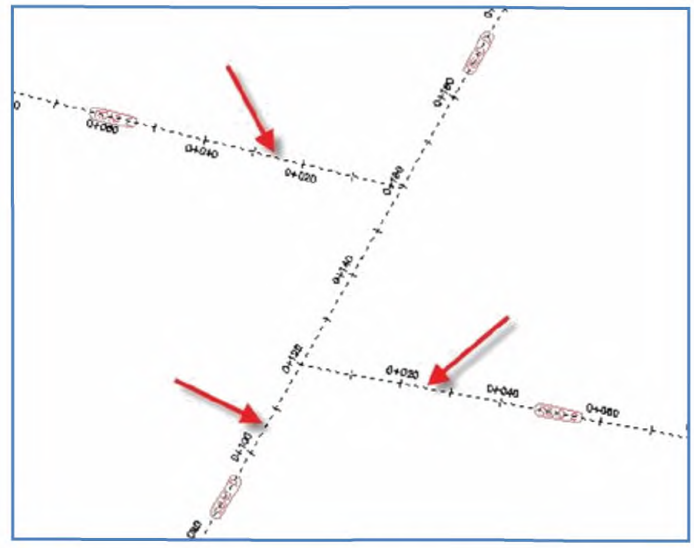


Рисунок А.16 - Обозначение дорог, примыкающих к кольцевому пересечению

В диалоговом окне ***«Создать круговой перекресток»*** (рисунок А.17) назначаются геометрические размеры элементов проектируемого пересечения.

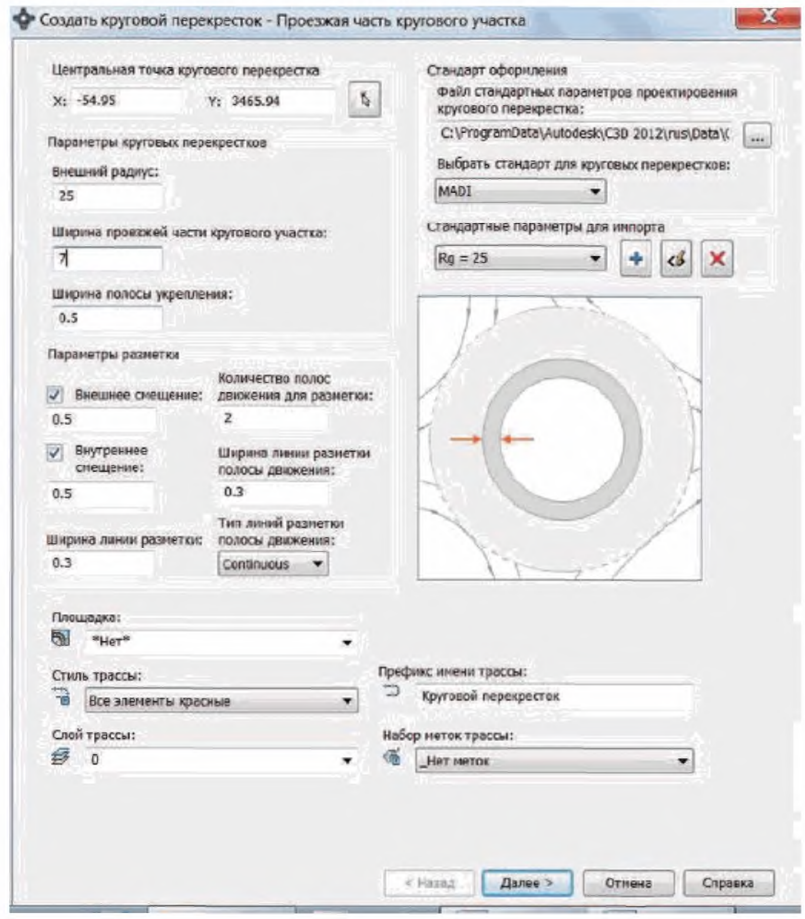


Рисунок А.17 - Диалоговое окно «Создать круговой перекресток – проезжая часть кругового участка» для назначения геометрически характеристик проезжей части кольцевого пересечения

На данном этапе, на основании разделов 5 и 12 «Методических рекомендаций», указывают:

- внешний радиус кольцевой проезжей части;
- ширину кольцевой проезжей части;
- при необходимости ширина краевая полоса центрального островка для движения грузовых автомобилей *(«ширина полосы укрепления»);*

- ширины разделительных полос, отделяющие кольцевую проезжую часть от обочины (бордюрного камня тротуара) и от разделительно-направляющих островков;
- линии разметки проезжей части;
- положение дорожных знаков;
- стиль отображения на плане характерных линий.

Аналогично указывают геометрические параметры примыкающих направлений (ширина проезжей части, длина и геометрические характеристики участка изменения ширины). Полученное плановое решение кольцевого пересечения представлено на рисунке А.17.

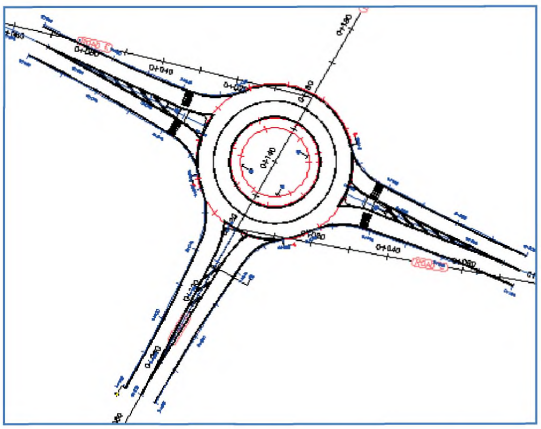


Рисунок А.17 - Плановое решение кольцевого

Для добавления участка, примыкающего к кольцевой проезжей части на вкладке ***«Главная»*** ➤ панели ***«Создать проектные данные»*** ➤ в раскрывающемся списке ***«Перекрестки»*** выбирается ***«Добавить примыкающую дорогу»***, указывается примыкающее направление. Окончательное плановое решение показано на рисунке А.18.

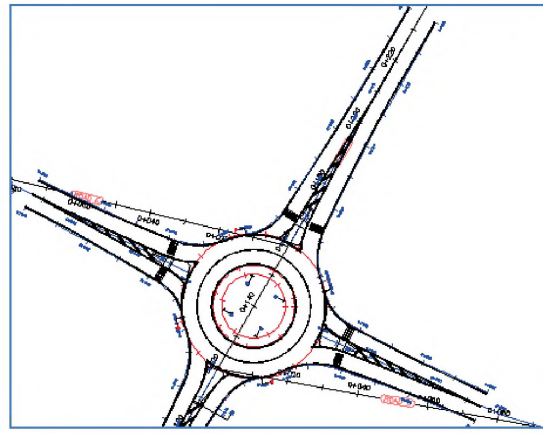


Рисунок А.18 - Плановое решение кольцевого пересечения с добавленным примыкающим направлением

В случае необходимости возможно добавление обособленной правоповоротной полосы: выбирается вкладка ***«Главная»*** ▶ панели ***«Создать проектные данные»*** ▶ в раскрывающемся списке ***«Перекрестки»*** выбирается ***«Добавить поворотную полосу»***. В процессе работы происходит автоматизированное нанесение дорожной разметки и установка дорожных знаков, результат показан на рисунке А.19.

А.4.3 Для объемного проектирования и создания 3D-модели кольцевого пересечения используется функционал программы по созданию коридоров, диалоговое окно команды создания коридоров показано на рисунке А.20.

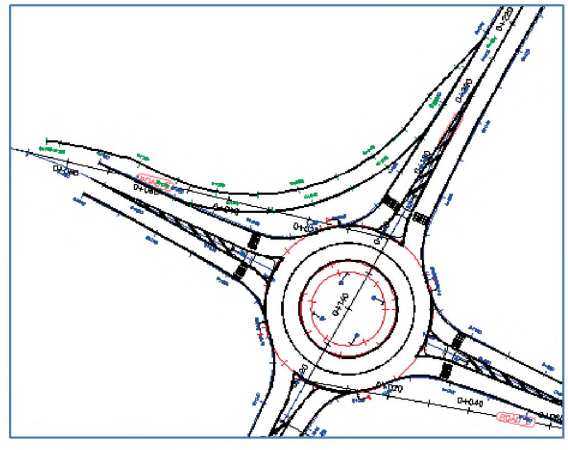


Рисунок А.19 - Плановое решение кольцевого пересечения с обособленной правоповоротной полосы

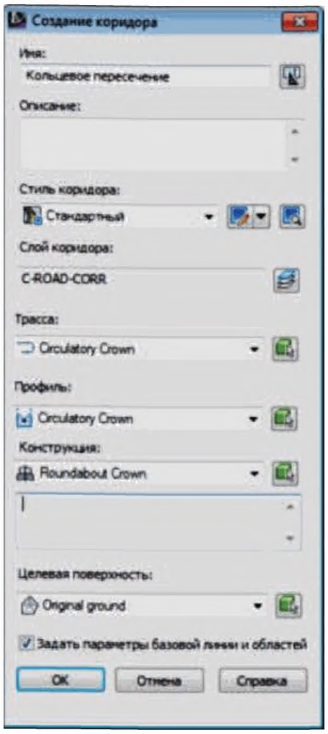


Рисунок А.20 - Диалоговое окно команды создания коридоров

Построение коридора кольцевого пересечения выполняют в следующей последовательности:

1. Создают трассы по примыкающим и круговому направлениям.
2. Строят профили по созданным трассам.
3. Создают конструкции (поперечные профили) для участков кольцевого пересечения.
4. Строят коридор (рисунок А.21).

Для отображения проектных горизонталей на вертикальной планировке кольцевого пересечения создается динамическая поверхность со стилем отображения «проектные горизонтали».

А.4.4 Для вычисления объемов земляных работ используются поверхности коридора и существующей земли.

Результат вычисления объемов земляных работ можно представить в табличном виде или в виде картограммы. Для вычисления объемов материалов дорожной одежды используется модель коридора с содержащимися в ней кодами слоев конструкций дороги.

Результаты расчета объемов материалов дорожной одежды представляются в табличном виде.

А.4.5 При необходимости корректировки положения кольцевого пересечения или его элементов для улучшения условий отвода воды и согласования его вертикальной планировки с существующим рельефом или ситуацией возможно корректировка (редактирование) трассы осей подходов и основных геометрических элементов кольцевого пересечения.

Любые изменения модели коридора или конструкций (поперечных профилей) будут приводить к автоматическому перестроению поверхностей и пересчету объемов земляных работ, картограммы и обновлению всех таблиц с объемами материалов дорожной одежды.

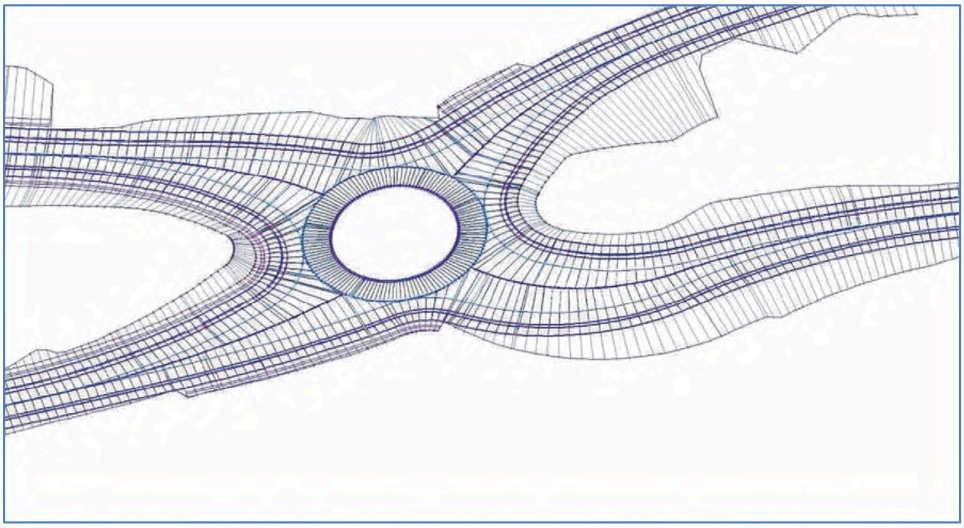


Рисунок А.21 – Цифровая модель коридора кольцевого пересечения

При необходимости корректировки положения кольцевого пересечения для улучшения согласования его вертикальной планировки с существующим рельефом и ситуацией возможно корректировка редактирование трассы осей подходов и основных геометрических элементов кольцевого пересечения.

Дополнительная информация по проектированию кольцевых пересечений с использованием ACAD Civil 3D можно получить по адресам: M gost.e-ecolog.ru , andrey. gost.e-ecolog.ru .

Приложение Б

Варианты устройства мини-кольцевых пересечений при реконструкции нерегулируемых пересечений с последующей организацией кольцевого движения

До реконструкции	После реконструкции
	
	
	

Рисунок Б.1 - Нерегулируемые пересечения (слева) и организация кольцевого движения после реконструкции [13]

Приложение В

Варианты кольцевых пересечения неполных транспортных развязок



Рисунок В.1 - Кольцевая организация движения в зоне транспортных узлов на примыканиях съездов с магистральных дорог к второстепенному направлению на дорогах Франции и США [7]

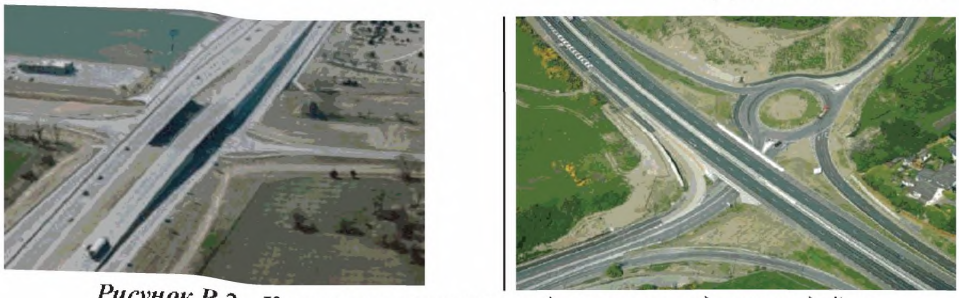


Рисунок В.2 - Кольцевая организация движения под эстакадой на второстепенном направлении [7]

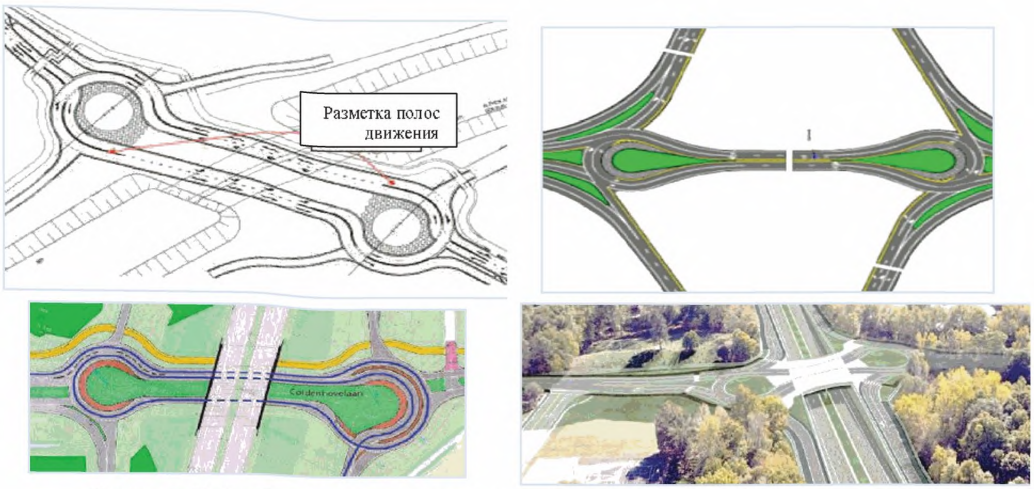


Рисунок В.3 - Схемы примыкания съездов к второстепенному направлению с использованием турбо-кольцевой организации движения [23]

Приложение Г

Примеры архитектурно-ландшафтного оформления кольцевых пересечений

а.



б.



в.



г.



д.



е.







Рисунок Г.1 - Примеры использования малых архитектурных форм и озеленения в зоне кольцевых пересечений.



Рисунок Г.2 - Центральный островок малых кольцевых пересечений

Приложение Д

Программные продукты моделирования динамических габаритов и маневрирования при проезде кольцевых пересечений.

Таблица Д.1 – Программные продукты моделирования динамических габаритов и маневрирования при проезде кольцевых пересечений.

Програм-мный продукт	Основные функциональные возможности программного продукта	Разработчик, контактная информация	Приме-чание (совмес-тимость с САПР)
1	2	3	4
AutoTURN 8	- моделирование движения и маневрирования транспортных средств со скоростями до 60 км/час; - трехмерное движение по 3D поверхности; - возможность локализации под различные транспортные средства; - графическое представление динамических габаритов с указанием траекторий: внешних и внутренних колес, характерных точек кузова; - генерация угловых траекторий; - генерация траектории пути по дуге; - создание «шаблонов» разворота транспортных средств.	**Transoft Solutions Inc.** E-mail: alr@transoftsolutions.com Веб-сайт: nsoftsolutions.com	Autodesk 2007-2014, Micro-station V 8 1, V8.5, V8XM, V8i
IndorCAD Road 9	- графическое представление динамических габаритов; - возможность выбора разных моделей транспортных средств; - возможность редактирование параметров транспортных средств; - анализ траектории движения.	**IndorSoft** E-mail: support@indorsoft.ru Веб-сайт: .ru	Indor/ Road 9
Vehicle Tracking AutoCAD	- трехмерное движение по 3D поверхности; - библиотека разных типов модели; - возможность редактирование параметров транспортных средств; - возможность применение анимации у нескольких транспортных средств одновременно; - видимость; - моделирование движения и маневрирования транспортных средств с учетом скорости.	Autodesk Веб-сайт: odesk.com/education/free-software/vehicle-tracking	Autodesk 2013-2016

gost.e-ecolog.ru

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4
MS Turn	- моделирование поворота транспортных средств с учетом скорости; - возможность выбирать типы транспортерных средств; - возможность редактировать параметры автомобилей; - визуальный отчет расположение угла колеса и элементов.	**Glamsen** E-mail: ars.karlsson @ glamsen.se Веб-сайт: http://gost.e-ecolog.ru lamsen.se/MSTurn.htm	Micro-station V 8.
CadTools (ToolBox)	- трехмерное движение по 3D поверхности; - моделирование поворота транспортных средств с учетом скорости; - возможность выбира типов транспортерных средств; - возможность редактировать параметры автомобилей; - визуальный отчет расположение угла колеса и элементов.	**Glamsen** E-mail: ars.karlsson @ glamsen.se Веб-сайт: http://gost.e-ecolog.ru lamsen.se/MSTurn.htm	Autodesk 2001-2014
	- моделирование поворота транспортных средств с учетом скорости; - возможность выбирать типы транспортерных средств; - возможность редактировать параметры автомобилей; - визуальный отчет расположение угла колеса и элементов.	**Glamsen** E-mail: ars.karlsson @ glamsen.se Веб-сайт: http://gost.e-ecolog.ru lamsen.se/BricsTurn.htm	Bricscad V10
AutoTrack	- возможность редактировать параметры автомобилей; - учитывается вираж; - учитываться сцепления; - показывает угол поворота колеса. - показывает угол расположение прицепа.	**Savoy Computing Services Limited** E-mail: sales@SavoyComputing.com Веб-сайт: gost.e-ecolog.ru omputing.com	Micro-Station 95 - XM

Окончание таблицы Д.1

1	2	3	4
GeoniCS Траектории движения (Autopath)	- интеллектуальная технология поворота; - динамическое изменение траектории; - вертикальный просвет (клиренс); - настраиваемая библиотека транспортных средств; - графические результаты анализа; - расчет угла сочленения между транспортным средством и прицепом; - учет скорости движения; - учет сцепления колес покрытием.	CSoft E-mail: sales@csoft.ru Веб-сайт: soft.ru	AutoCAD 2010-2016
Autopath **CGS plus**	- моделирование движения и маневрирования транспортных средств с учетом скорости; - возможность выбора типов транспортерных средств.	**CGS plus LLC** E-mail:info.usa@cgsplus.com Веб-сайт: gsplus.com	Autodesk 2010-2016, Bricscad V12, 13 и V13;

gost.e-ecolog.ru

Приложение Е

Исходные данные для технико-экономического сравнения вариантов пересечения

Е.1 В качестве исходной информации для расчета составляющих дисконтированных затрат по каждому из вариантов необходимо определить:

1. Капитальные вложения в строительство. Они должны включать в себя все затраты в пределах границ, принятых для сравнения вариантов, и определяться на основе сметных расчетов.
2. Сроки строительства варианта пересечения и в случае продолжительности 2 года и более – распределение строительных затрат по годам.
3. Сроки и стоимость реконструкции пересечения
4. Интенсивности движения на пересекающихся дорогах и по отдельным направлениям движения.
5. Темпы прироста интенсивности движения.
6. Продолжительность периода сравнения вариантов (периода суммирования дисконтированных затрат), которую следует назначать в пределах 30-35 лет.
7. Средние скорости движения автомобилей в t-м году для каждого направления движения на пересечении.
8. Суммарные потери времени автомобилей в t-м году по каждому направлению движения.
9. Пробег автомобилей по каждому направлению движения в пределах общих границ сравнения вариантов.
10. Количество дорожно-транспортных происшествий на пересечении в t-м году в пределах общих границ сравнения вариантов.
11. Уровни вредного воздействия строительства и эксплуатации пересечения на окружающую среду в t-м году.

Е.2 Интенсивность движения в t-м году при росте интенсивности движения по сложным процентам рассчитывают по формуле:

$$N_{t=}N_0(1+\frac{q}{100})^{t-1}, \qquad (Е.1)$$

где N_o - интенсивность движения на начальный период эксплуатации, авт./сутки;

q - ежегодный прирост интенсивности движения, %.

При линейном росте интенсивности движения должна использоваться зависимость:

$$N=\left[1+\frac{q}{100}(t-1)\right]. \qquad (Е.2)$$

Е.3 Пробег автомобилей по отдельным направлениям следует определять по формулам:

– для автомобилей, двигающихся в прямом направлении:

$$l = 0{,}001(L_н - L_к), \text{ км}, \quad (Е.3)$$

где $L_н$, $L_к$ - пикетажные положения створов начальной и конечной границ сравнения вариантов пересечений, м.

– для поворачивающих автомобилей:

$$l = l_{д1} + l_{пк1} + l_с + l_{д2}, \text{ км} \quad (Е.4)$$

где $l_{д1}$ - расстояние от начальной границы на пересекающей дороге до начала участка изменения скорости, км

$l_{пк1}$ - длина участка изменения скорости на пересекающей дороге, км;

$l_с$ - длина участка в пределах пересечения, км;

$l_{пк2}$ - длина участка изменения скорости на пересекаемой дороге, км;

$l_{д2}$ - расстояние от конца участка изменения скорости до границы сравнения вариантов на пересекаемой дороге, км.

Следует учитывать, что ряд величин, входящих в формулу (Е.4), могут принимать значения, равные 0.

Е.4 Средние скорости движения транспортных потоков прямых направлений и на подходах к пересечению следует определять по методикам, приведенным в «Рекомендациях по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» ОДМ Министерства транспорта РФ (ОДМ 218.4.005–2010) [21].

Е.5 Средние скорости автомобилей на пересечениях в одном уровне в зависимости от планировки пересечения, интенсивностей пересекающихся потоков могут быть определены по рисунку Е.1. Скорости движения автомобилей в пределах кольцевой проезжей части следует определять в соответствии с рекомендациями п. 14.1.4 «Методических рекомендаций».

Е.6 Средние скорости движения поворачивающих автомобилей для каждого направления движения в пределах общих границ могут быть рассчитаны по формулам:

$$V = \frac{l}{\frac{l_{д1}}{V_{д1}} + \frac{l_{пк1}}{V_{пк1}} + \frac{l_с}{V_с} + \frac{l_{пк2}}{V_{пк2}} + \frac{l_{д2}}{V_{д2}}}, \quad (Е.5)$$

где l - пробег автомобилей определенного направления в пределах общих границ, км;

$l_{д1}$, $l_{пк1}$, $l_с$, $l_{пк2}$, $l_{д2}$ - составляющие пробега поворачивающих автомобилей, приведенные в формуле (Е.4);

$V_{д1}, V_{д2}$ - средние скорости движения соответственно на участках длиной $l_{д1}$ и $l_{д2}$, определяемые согласно п. Е.4;

$V_с$ - средняя скорость автомобилей на съезде пересечения в разных уровнях назначается в зависимости от расчетной скорости для съезда:

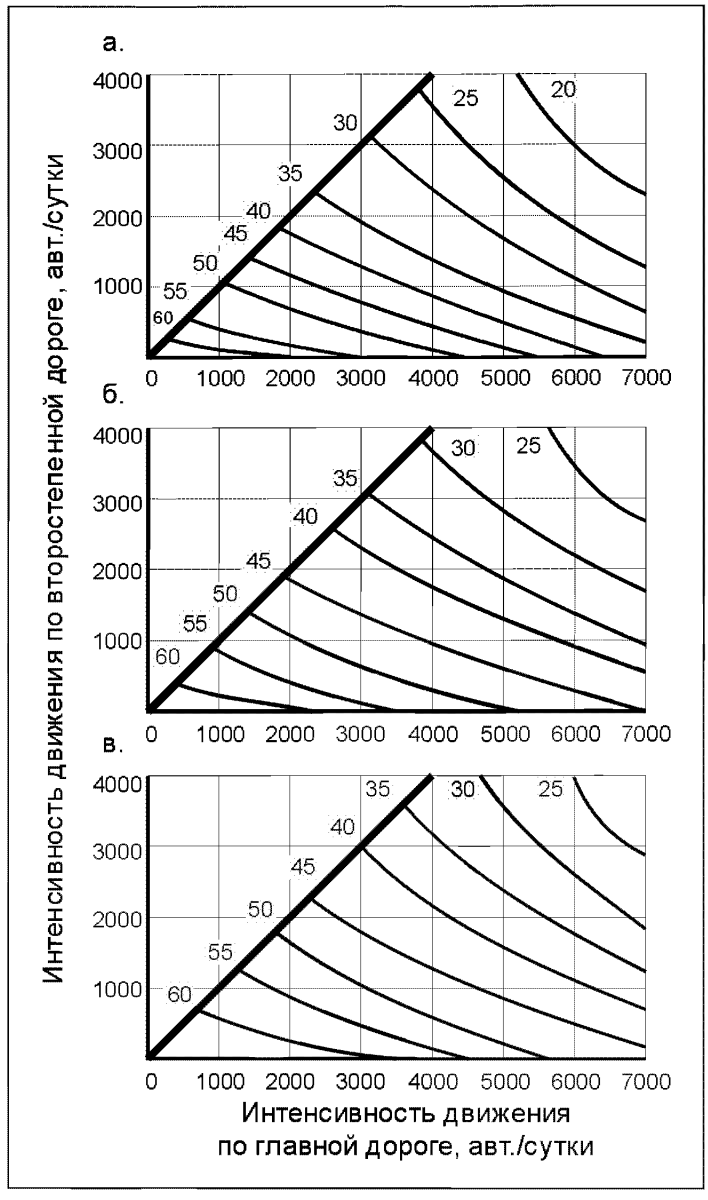
расчетная скорость, км/ч	30	40	50	60	70	80	90;
средняя скорость, км/ч	40	47	54	58	63	65	70.

В пределах кольцевой проезжей части среднюю скорость следует определять с учетом рекомендациями п. 14.1.4.

$V_{пк1}, V_{пк2}$ - средние скорости движения автомобилей в пределах участков изменения скорости:

$$V_{пк1} = 0{,}5 * (V_{д1} + V_с), \quad (Е.6)$$

$$V_{пк2} = 0{,}5 * (V_с + V_{д2}). \quad (Е.7)$$



а – необорудованные пересечения; **б** – частично канализированные пересечения; **в** – полностью канализированные пересечения. Цифры на кривых – скорость движения, км/ч.

Рисунок Е.1 - Средние скорости движения автомобилей на пересечении в зависимости от планировки пересечения и интенсивности пересекающихся потоков

Е.7 Для определения годовых потерь времени автомобилей, вызванных простоями автомобилей и снижением скоростей движения, рекомендуется использовать формулу:

$$T_{пр} = \frac{25 t_w}{K_t K_г}, \quad (Е.8)$$

где t_w - транспортные потери времени за 1 ч, авт./ч, определяемые для пересечений в одном уровне по рисунку Д.2 в зависимости от соотношения часовых интенсивностей движения на пересекающихся дорогах, а на пересечениях в разных уровнях для участков примыканий съездов к основной дороге по рисунку Д.3 при отсутствии переходно-скоростной полосы для разгона и по таблице Е.1 – при их наличии;

K_t - коэффициент неравномерности движения для часа «пик», принимаемый равным 0,1 при проектировании новых пересечений и устанавливаемый на основе наблюдений – при реконструкции пересечений;

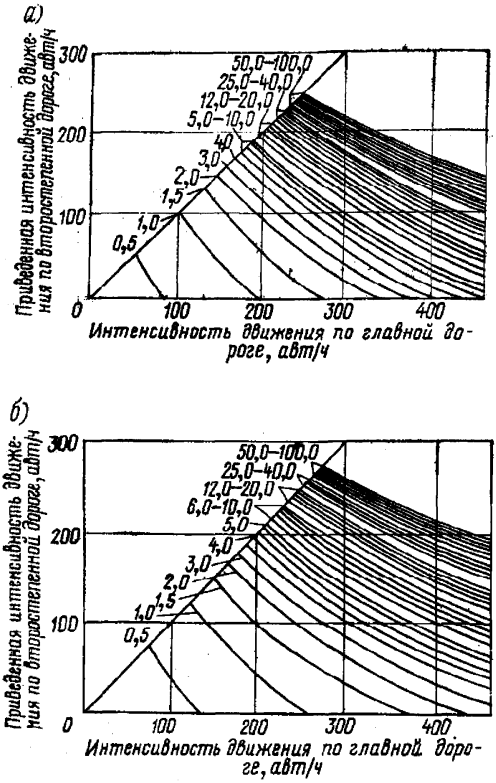
$K_г$ - коэффициент годовой неравномерности движения, принимаемый равным 0,0833, если при определении t_w были использованы данные о среднегодовой среднесуточной интенсивности движения; в случае использования при реконструкции пересечения данных об интенсивности движения, измеренных в определенный период года, значения K следует принимать по таблице Е.2.

Таблица Е.1 - Суммарные потери времени при наличии переходно-скоростной полосы для разгона

Интенсивность движения по основной полосе, авт./ч	Суммарные потери времени, авт.-ч/ч, при интенсивности движения по съезду, авт./ч			
	200	300	400	500
300	0.3	0.7	1.3	1.8
500	0.6	1.3	1.8	2.2
700	1.0	1.6	2.1	2.6
900	1.3	2.0	2.5	3.0
Примечание - При интенсивностях движения по основной полосе менее 300 авт./ч, а также в случае примыкания съезда к дополнительной полосе проезжей части суммарные потери времени не учитываются.				

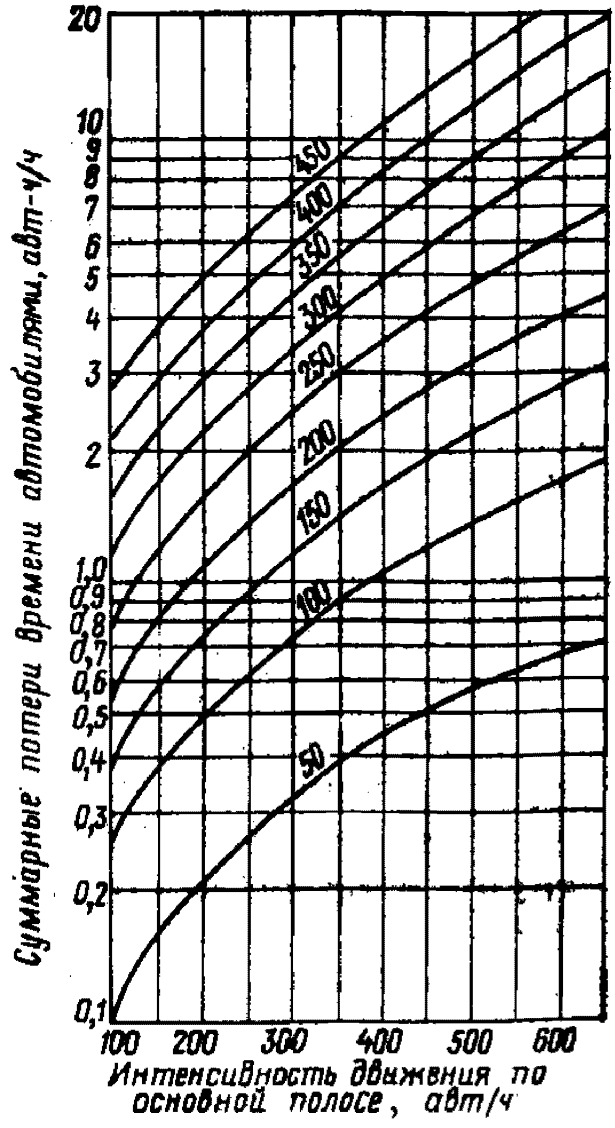
Таблица Е.2 - Значения коэффициента годовой неравномерности движения (К), измеренные в определенный период года,

Месяцы года	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
Значения $K_г$	0,025	0,03	0,045	0,07	0,1	0,15
Месяцы года	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Значения $K_г$	0,165	0,14	0,12	0,1	0,035	0,02



а - необорудованные пересечения, **б** – канализированные. Цифры на кривых – потери времени авт./ч.

Рисунок Е.2. - Суммарные потери времени автомобилей на пересечении в одном уровне на обеих пересекающихся дорогах



Цифры на кривых - интенсивность движения по съезду, авт./ч.

Рисунок Е.3 - Суммарные потери времени автомобилями в зоне примыкания съезда пересечения к основной проезжей части при отсутствии переходно-скоростной полосы

Е.8 При определении потерь времени на пересечениях в разных уровнях для каждого съезда пересечения, определив в зависимости от интенсивностей движения по основной проезжей части и на съезде суммарные потери времени t_w в течение 1 часа, по формуле (Е.8) рассчитывают годовые потери времени автомобилей $T_{пр}$.

Е.9 Виды неблагоприятного воздействия строительства и последующей эксплуатации пересечения, подлежащие учету при сравнении вариантов пересечения,

зависят от конкретных условий в районе строительства. При расположении пересечения в населенном пункте или в непосредственной близости от него, в первую очередь, должна быть выполнена оценка уровня транспортного шума и загрязнения воздушной среды, при проложении дороги по сельскохозяйственным угодьям – загрязнения почв, при размещении пересечения вблизи от водных объектов - загрязнения воды.

Расчет уровня загрязнения окружающей среды и транспортного шума может быть выполнен по методикам, приведенным в «Рекомендациях по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов» Федерального дорожного департамента Министерства транспорта РФ [26].

Приложение Ж

Экономические показатели для сравнения вариантов

Ж.1 Для каждого из вариантов пересечения суммарные дисконтированные затраты рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$P = К_{пр} + \frac{K_{рек}}{(1+E)^{t-1}} + \sum_{j=1}^{m} \frac{365ClN_{0j}}{T_{авт}V}\left(1 + \sum_{1}^{T} \frac{N_{tj} - N_{(t-1)j}}{N_0}\right) + \\ + \sum_{1}^{T} \frac{(A + D_t + Э_{пасст} + n_t + У_t)}{(1+E)^t}. \quad (Ж.1)$$

где

E - норма дисконта, устанавливаемая органом, по заданию которого ведется разработка проекта;

T - период суммирования дисконтированных затрат, принимаемый в пределах от 30 до 35 лет;

$K_{пр}$ - дисконтированные капиталовложения в строительство варианта пересечения, руб.;

$t_{рек}$ - год реконструкции или капитального ремонта варианта пересечения, отсчитываемый от начала его эксплуатации;

$K_{рек}$ - капиталовложения в реконструкцию или капитальный ремонт варианта пересечения, руб.;

m - количество направлений движения на пересечении;

$N0j$, $N(t-1)j$ и Ntj - интенсивности движения по j–му направлению в начальный, (t-1)-й и t-й годы, авт./сут;

C - удельные капиталовложения в расчете на 1 автомобиль, приведенные к текущим ценам, руб.;

$T_{авт}$ - средняя продолжительность использования одного автомобиля в течение года, ч;

A_t - автотранспортные расходы на пересечении в t-м году, определяемые по формуле (Ж.7) руб.;

D_t - затраты на содержание и ремонты варианта пересечения в t-м году, руб.;

$Э_{пасст}$ - экономическая оценка времени пребывания в пути пассажиров в t-м году;

$П_t$ - потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий в t-м году;

$У_t$ - экономические потери в t-м году, связанные с неблагоприятным воздействием строительства и эксплуатации варианта пересечения на окружающую среду, руб.

Ж.2 Для выбора экономически эффективного варианта, возможно, использовать из числа показателей, указанных в “Методических рекомендациях по оценке инвестиционных проектов”, чистый дисконтированный доход и индекс доходности, рассчитываемые по формулам:

$$ЧДД = \sum_{1}^{T} \frac{(R_t - Z_t}{(1+E)^t}, \quad (Ж.2)$$

$$ИД = \frac{\sum_1^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1+E)^t}}{\sum_1^T \frac{\Delta K_t}{(1+E)^t}}, \quad (Ж.3)$$

где R_t - результаты (эффект) от произведенных инвестиций, полученные в год;

Z_t - изменение затрат по объекту инвестирования в год по сравнению с эталонным вариантом (отказ от проведения шумозащитных мероприятий);

ΔK_t - размер дополнительных инвестиций, в первую очередь, капитальных вложений в год по сравнению с эталонным вариантом;

T - период суммирования дисконтированных затрат;

E - норма дисконта.

Результаты от произведенных инвестиций для каждого из вариантов могут быть определены по формуле:

$$R_t = \Delta A_t + \Delta У_t + \Delta C_t^{пасс} + \Delta П_t, \quad (Ж.4)$$

где ΔA_t - уменьшение величины автотранспортных затрат в год по сравнению с эталонным вариантом, за который рекомендуется принимать при реконструкции пересечения – существующее пересечение, при новом строительстве – вариант с наименьшей стоимостью строительства;

$\Delta У_t$ - снижение экономического ущерба году, связанного с неблагоприятным воздействием строительства и эксплуатации варианта пересечения на окружающую среду в год t по сравнению с эталонным вариантом;

$\Delta C^{пасс}{}_t$ - уменьшение по сравнению с эталонным вариантом экономической оценки времени пребывания пассажиров в пути в год;

$\Delta П_t$ - снижение по сравнению с эталонным вариантом потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий.

Изменение затрат для каждого из вариантов в год может быть рассчитано как разность затрат для рассматриваемого и эталонного вариантов:

$$Z_t = D_t - D_{эт t} + \Delta K_t \quad (Ж.5)$$

где $D_t, D_{эт}$ - отнесенные к одному году затраты на содержание, текущие и средние ремонты дороги, соответственно для рассматриваемого и эталонного вариантов.

Дополнительный размер инвестиций в рассматриваемый вариант по сравнению с эталонным вариантом рассчитывают по формуле:

$$\Delta K_t = K_t - K_t^{ЭТ} \quad (Ж.6)$$

где $K_t, K_t^{ЭТ}$ - капитальные вложения в год, соответственно для рассматриваемого и эталонного вариантов.

Капитальные вложения в каждый из вариантов определяют путем дисконтирования следующих составляющих:

$K_c, K_{рек}, K_{кр}$ - капитальные вложения, соответственно в строительство, реконструкцию и капитальные ремонты дороги;

$П_{зем}$ - потери народного хозяйства от изъятия сельскохозяйственных земель под основные сооружения дороги;

$K_0^{АТ}$ - капитальные вложения в автомобильный транспорт на начальный год;

$\Delta K_t^{АТ}$ - дополнительные капитальные вложения в автомобильный транспорт в год.

Расчет показателей единовременных и текущих затрат, связанных со строительством и эксплуатацией основных сооружений автомобильной дороги, выполнением заданных объемов перевозок грузов и пассажиров, рекомендуется выполнять по общепринятой методике, приведенной в отраслевых дорожных методических документах.

Ж.3 При расчете автотранспортных расходов в t-м году на пересечениях в разных уровнях в пределах общих границ сравнения вариантов следует учитывать возможности существенных различий в пробеге и скоростях движения автомобилей, двигающихся в различных направлениях. В связи с этим определение автотранспортных расходов производится отдельно для каждого направления движения на пересечении с последующим их суммированием для всего пересечения в целом. При этом рекомендуется использовать формулу:

$$A_t = \sum_{j=1}^{m} \left(365 N_{tj} l_j S_{cpj} + T_{пр\,j} S_{пр}\right) \quad (Ж.7)$$

где j номер направления движения автомобилей на пересечении;

m - количество направлений движения автомобилей на пересечении;

N_{tj} - интенсивность движения по j–му направлению в t-м году, авт./сутки;

l_j - пробег автомобилей по по j–му направлению в пределах общих границ, км;

$S_{срj}$ - средняя себестоимость 1 км пробега автомобиля по j-му направлению.

$$S_{\text{ср}j} = S_{\text{пер}} + \frac{S_{\text{помт}}}{V_j} \quad \text{(Ж.8)}$$

$S_{пер}$ - средняя величина переменных расходов на 1 авт-км, руб./авт-км;

$$S_{\text{пер}} = K_y \sum_1^n S_{\text{пер}i}\, h_i \quad \text{(Ж.9)}$$

где

K_y - коэффициент, учитывающий влияние дорожных условий на величину переменных расходов;

n - количество типов автомобилей в составе транспортного потока;

$S_{пер i}$ - величина переменных затрат для соответствующего типа автомобиля, руб./авт-км;

h_i - доля автомобилей i-го типа в составе транспортного потока;

$S_{пост}$ - средняя величина постоянных расходов, руб./авт-ч;

$$S_{\text{пост}} = \sum_{i=1}^{n} S_{\text{пост}i}\, h_i \quad \text{(Ж.10)}$$

где

$S_{пости}$ - величина постоянных расходов, руб./авт-ч;

V_j - средняя скорость движения автомобилей по j-му направлению в t–м году;

$T_{прj}$ - суммарные годовые потери времени автомобилей, двигающихся по j-му направлению в t–м году, определяемые согласно п..2.8;

$S_{пр}$ - среднее значение себестоимости 1 ч простоя на пересечении автомобиля с работающим двигателем, руб./авт-ч.

Ж.4 Затраты на ремонт и содержание варианта пересечения в пределах общих границ складываются из затрат на ремонт и содержание земляного полотна, дорожной одежды, путепроводов и инженерного оборудования дороги. В связи с изменением в зоне пересечения ширины проезжей части и земляного полотна, наличием съездов применение обычных методов их расчета практически невозможно. Рекомендуется применение упрощенного метода, основанного на использовании понятия приведенной длины дороги. Все пересечение, имеющее в пределах общих границ сравнения площадь дорожной одежды

F, приводится к автомобильной дороге с шириной проезжей части 7 м, длина которой равна:

$$L = 0{,}000143F, \text{ км} \qquad (Ж.11)$$

где F - площадь дорожной одежды на пересечении, м^2.

Затраты на ремонт и содержание варианта пересечения в t–м году следует определять по формуле:

$$D_t = 0{,}000143F + 0{,}0031C_{\text{пут}} \qquad (Ж.12)$$

где R - приведенные к одному году затраты на ремонт и содержание 1 км автомобильной дороги 3-й технической категории, руб.;

$C_{пут}$ - стоимость пролетных строений путепровода, руб.

Ж.5 Экономическую оценку времени пребывания пассажиров в пути для каждого варианта пересечения следует определять по формуле:

$$Э_{пассt} = S_{пасс}\left[\sum_{j=1}^{m} T_{\text{пр}\,j}\left(\sum_{i=1}^{n} G_{ai}\,Q_{ai}h_{ai} + \sum_{i=1}^{p} G_{лi}Q_{лi}h_{лi}\right) + 365\sum_{j=1}^{m}\frac{l_j N_{tj}}{V_j}\left(\sum_{i=1}^{n} G_{ai}\,Q_{ai}h_{ai} + \sum_{i=1}^{p} G_{лi}Q_{лi}h_{лi}\right)\right], \qquad (Ж.13)$$

где $S_{пасс}$ - стоимостная оценка 1 ч пребывания пассажира в пути, руб./ч;

n - количество типов автобусов в составе транспортного потока;

G_{ai}, Q_{ai}, h_{ai} - пассажировместимость, коэффициент наполнения, доля автобусов i-го типа в составе транспортного потока;

p - количество типов легковых автомобилей в составе транспортного потока;

$G_{лi}$, $Q_{лi}$, $h_{лi}$ - пассажировместимость, коэффициент наполнения, доля легковых автомобилей i-го типа в составе транспортного потока.

Ж.6 Потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий в t–м году для каждого из вариантов рассчитываются по формуле:

$$П_t = G_t S_{дтп} t \qquad (Ж.14)$$

где G_t - количество дорожно-транспортных происшествий на пересечении в пределах общих границ, определяемое в соответствии с «Рекомендациями по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» Министерства транспорта РФ;

$S_{дтпt}$ - средняя величина потерь от одного дорожно-транспортного происшествия в t–м году, руб., определяется в соответствии с «Методикой оценки и расчетов нормативов социально-

экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий» Р-031 121999-0502-00 Министерства транспорта РФ.

Ж.7 Экономические потери в t-м году, связанные с неблагоприятным воздействием строительства и эксплуатации варианта пересечения на окружающую среду, следует определять с использованием «Практического пособия к СП 11-101-95 по разработке раздела «Оценка воздействия на окружающую среду при обосновании инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений» [27] и «Рекомендаций по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов» [26].

Ж.8 Для варианта, рекомендуемого к строительству, определяют срок окупаемости по отношению к эталонному варианту; за эталонный вариант рекомендуется принимать при реконструкции пересечения – существующее пересечение, при новом строительстве – вариант с наименьшей стоимостью строительства.

Для расчета срока окупаемости капиталовложений в строительство пересечения, за который принимается период, по истечении которого чистый дисконтированный доход становится положительным, следует использовать зависимость:

$$\sum_{1}^{T_{ок}} \frac{R_t}{(1+E)^t} = \sum_{1}^{T_{ок}} \frac{Z_t}{(1+E)^t}, \qquad (Ж.15)$$

где $T_{ок}$ - срок окупаемости;

R_t - результаты (эффект) от произведенных инвестиций, полученные в год;

Z_t - изменение затрат по объекту инвестирования в год по сравнению с эталонным вариантом (отказ от проведения шумозащитных мероприятий);

E - норма дисконта.

Приложение И

Интернет-ресурсы по вопросам проектирования кольцевых пересечений

gost.e-ecolog.ru

http://www.designroundabouts.com/

http://www.roundabouts.us/roundaboutServices.php

http://www.ksdot.org/burtrafficeng/roundabouts/roundabout_guide/roundaboutguide.asp

http://www.dot.wisconsin.gov/safety/motorist/roaddesign/roundabout-design.htm

http://roundabout.kittelson.com/

http://www.k-state.edu/roundabouts/research.htm

gost.e-ecolog.ru

http://transport.ksu.edu/center

gost.e-ecolog.ru

px

http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/roundabouts/

http://docs.autodesk.com/CIV3D/2013/ENU/index.html?url=filesCUG/GUID-оценEB4D9D84-EEEC-4E07-BAED-BDD61FAB50F0.htm,topicNumber=CUGd30e21177

http://reussirpermis.com/carrefours-giratoires

gost.e-ecolog.ru om/RAB.html

http://teachamerica.com/RAB.html

Приложение К

Список участников разработки «Методических рекомендаций»

В подготовке «Методических рекомендаций» принимали участие: д-р техн. наук, П.И. ПОСПЕЛОВ, канд. техн. наук А.П.ШЕВЯКОВ, канд. техн. наук В.И.ПУРКИН, канд. техн. наук В.П.ЗАЛУГА, канд. техн. наук Б.А.ЩИТ, инж. Ю.Х. ЮСУПОВА, инж. ШЕВЕЛЕВ Н.А., инж. ЛОМАКИН Д.П., инж. АБДУНАЗАРОВ Ж.Н. (МАДИ), канд. техн. наук М.А. ОВЧИННИКОВ, инж. А.А. ВЕРШКОВ (НПФ «Топоматик»), М.Н. Зобнин, А.В. ЖУКОВ (Autodesk CIS), канд. техн. наук П.А. ЕЛУГАЧЕВ, М.А. КАТАСОНОВ (Группа компаний «Индор»), канд. техн. наук Г.В. ВЕЛИЧКО, Л. И. СИКОРСКАЯ («Кредо»).

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] Постановление Правительства РФ от 10 мая 2010 г. №316 О внесении изменений в постановление Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090 [Электронный ресурс] / Режим доступа: gost.e-ecolog.ru
Загл. с экрана.

[2] Roundabouts: An Informational Guide [Text] // U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. – Publication Number : FHWA–RD–00–67. June, 2000. – p. 277.

[3] Методические указания по проектированию кольцевых пересечений автомобильных дорог [Текст] // В. В. Сильянов, Б. К. Каюмов. – М.: Транспорт, 1980. – 69 с.

[4] СП 42.13330.2011 Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов (Urban development. Urban and rural planning and development) [Текст] // Актуализированная редакция СНиП 2.07.01.89*. Дата введения 2011-05-20 - М.: ОАО «ЦПП», 2011.- 110 с.

[5] John van Rijn ROAD CAPACITIES [Electronic resource] / John van Rijn - INDEVELOPMENT Edition 2004 – P. 18. gost.e-ecolog.ru ɔment.nl/PDFfiles/CapacityOfRroads.pdf. Viewed on 01.03.2012

[6] Roundabout Guide to Road Design. Part 4B [Text] // Austroads Publication No. AGRD08, Second edition 2011. – 108 p.

[7] Roundabouts: An Informational Guide. Second Edition [Text] // NCHRP Report 672. Transportation Research Board. National Research Council. Washington, D.C. 2010. – 407 pp.

[8] ОДМ 218.4.005–2010 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [Текст] // Федер. дор. агентство (Росавтодор). – М.: 2011. – 264 с.

[9] Amenagement des carrefours interurbains sur les routes principales [Text] // Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes / Carrefours plans – Guide technique. – Decembre, 1998. – p. 138. – ISBN 2–11–085847–8.

[10] Jacquemart, G. Modern Roundabout Practice in the United States [Text] // G. Jacquemart. – NCHRP Synthesis of Highway. – Washington, DC : Transportation Research Board, 1998. – Practice 264. – P. 82.

[11] Geometric Design of Roundabouts [Text] // Design Manual for Roads and bridges. Road geometry. – TD 16/07. Volume 6, Section 2; Junctions, 2007. – P. 51.

[12] ГОСТ Р 41.107-99 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двухэтажных пассажирских транспортных средств большой вместимости в отношении общей конструкции (Uniform provisions concerning the approval of double-deck large passenger vehicles with regard to their general construction) [Текст]. – Введ. 2000–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 50 с.

[13] Steinbrück P. Empfehlungen zum Einsatz und zur Gestaltung von Mini-Kreisverkehrsplätzen [Text] // Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen 1999 p.38.

[14] Анализ норм и правил для строительства автомагистралей. Нормы и правила для строительства автомагистралей R1 [Текст] // Richtlinien für die Anlage von Autobahnen. – Зарег. 2010–09–30. – М.: Стандартинформ, 2010. – № 5110/ RAA.

[15] Decision Sight Distance. [electronic resource] // Discussion Paper #2 by Robert Layton Kiewit - 2012/03 March 2012 Prepared for Oregon Department of Transportation. URL:

gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru ewed on: 03.08.2014).

[16] СП 34.13330.2012 Свод правил. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ (Automobile roads) [Текст] // Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* Дата введения 2013 -07-01 М.: Стандартинформ, 2012.- 111 с.

[17] СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение (Day lighting and artificial lighting) [Текст] / Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* Дата введения 2011—05—20 – М.: ОАО «ЦПП» 2011.- 75 с.

[18] ГОСТ Р 52289–2004. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Текст]. – Введ. 2006–01–01. – М.: Стандартинформ, 2005. – 100 с.

[19] Roundabout accessibility summit. [Electronic resource] // Draft proceedings. Version 2.0 October 28-29, 2002 Location: Institute of Transportation Engineers Headquarters. Washington, DC Annotated with Attendee Comments http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/roundabouts/roundaboutsummit/ Viewed on 18.05.2012

[20] Roundabouts. Road planning and design manual [Text] // Australia : Department of Main Roads. – Australia, 2006. – Chapter 14. – P. 101.

[21] ОДМ 218.2.020-2012 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог» [Текст] // Федер. дор. агентство (Росавтодор). – М.:. - М.: Росавтодор. 2012. -141 с.

[22] Kansas Roundabout Guide [Electronic resource] // A supplement to FHWA's Roundabouts: An Informational Guide gost.e-ecolog.ru daboutguide.asp Viewed on 10.02.2012

[23] Fortuijn, L.G.H. Turbo–Roundabouts; Development and experiences. 25 Seminar «Aktuelle Themen der Strassen planung», «Vereinigung der Strassenbau – und Verkehrsingenieure in Nordrein–Westfalen» (VSVI–

NRW), Jan. 2007 [Text] / L.G.H. Fortuijn. – Nordrein–Westfalen, 2007. – P. 61.

[24] Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (утв. Госстроем России, Минэкономики РФ, Минфином РФ, Госкомпромом России 31 марта 1994 г. № 7-12/47) [Электронный ресурс] / – Режим доступа: gost.e-ecolog.ru . с экрана.

[25] ОДМ «Руководство по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса» (введено в действие распоряжением Минтранса России от 10.12.2002 № ОС-1109-р) [Электронный ресурс] / – Режим доступа: http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/579517/rukovodstvo_po_otsenke_ekonomicheskoi_effektivnosti_ispolzovaniya_v_dorozhn.pdf – Загл. с экрана.

[26] Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов (Одобрены Минтрансом РФ, протокол от 26.06.1995) [Электронный ресурс] / – Режим доступа: gost.e-ecolog.ru - Загл. с экрана.

[27] Практическое пособие к СП 11-101-95 по разработке раздела «Оценка воздействия на окружающую среду при обосновании инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений» Москва 1998 г. [Электронный ресурс] / – Режим доступа: http//www.gostrf.com/Basesdoc/2/2106/index.htm - Загл. с экрана.

ОКС: 93.080

Ключевые слова: автомобильные дороги, пересечения в одном уровне, кольцевые пересечения.

Руководитель организации разработчика:

Проректор Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) по научной работе А.М.Иванов

gost.e-ecolog.ru