



Технические знания для инженеров по безопасности дорожного движения – безопасность перекрестков дорог

Филип Джордан



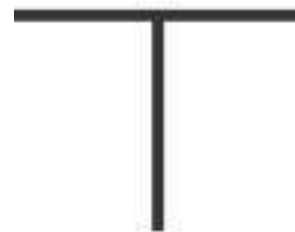


Цели презентации

- Объяснить важность безопасности перекрестков дорог.
- Познакомить с некоторыми деталями – на что следует обращать внимание, и как повысить безопасность движения на ваших перекрестках (новых и существующих).

Перекресток определяется, как:
“место, где на одном уровне
соединяются две или несколько
дорог ”.

Перекрестки представляют собой
места повышенного риска в связи с
тем, что разнообразным участникам
дорожного движения (грузовые
автомобили, автобусы, легковые
автомобили, пешеходы,
мотоциклисты) приходится
совместно использовать одно и то
же пространство.



Т-образное
примыкание



Y-образное
примыкание
(разветвление)



Четырех-
стороннее
(X-образное или
крестообразное
пересечение)



Много-
стороннее
пересечение
(площадь)

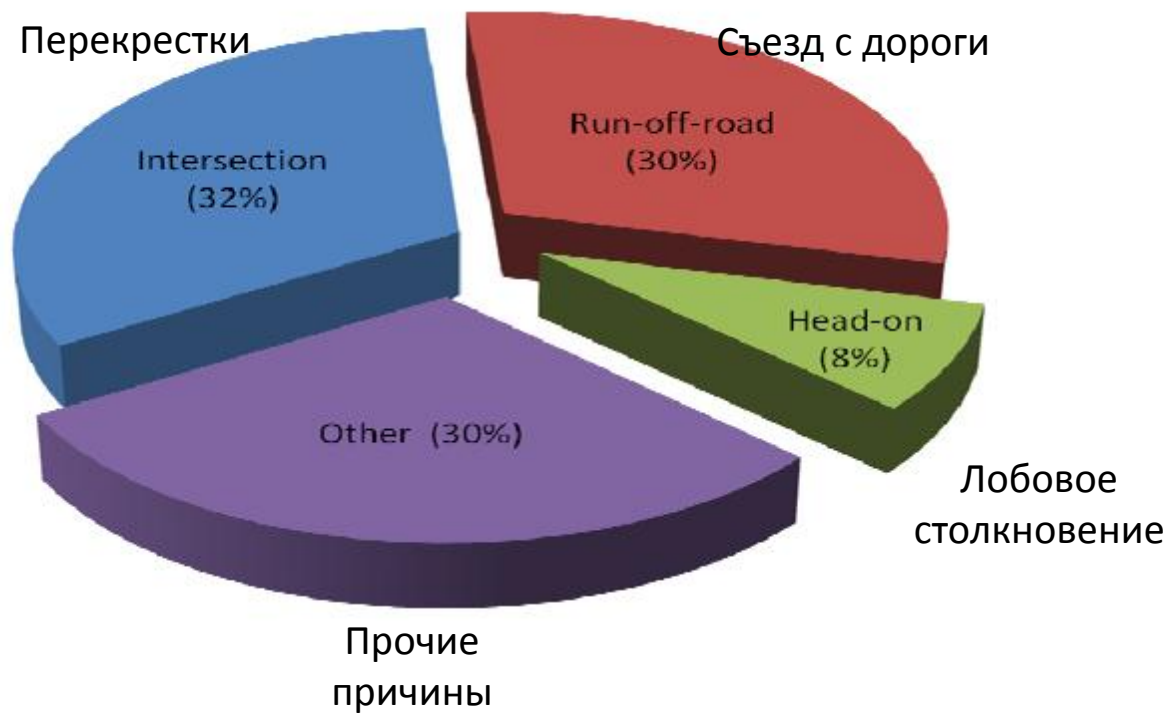
Перекрестки являются важными узлами дорожной сети с точки зрения их пропускной способности, уровня функциональности и безопасности.

Они представляют собой место, где противоположные потоки движения должны конкурировать за пространство и время.

Они являются местами повышенного риска ДТП, поскольку участники движения вынуждены использовать одно и то же пространство, двигаясь по конфликтным траекториям через перекресток; столкновения удается избежать только благодаря разделению потоков по времени!



СЕРЬЕЗНЫЕ ДТП С ТРАВМАТИЗМОМ – АВСТРАЛИЯ



**А В ВАШЕЙ
СТРАНЕ?**



Перекрестки сопряжены с высоким риском гибели или тяжелых травм в случае ДТП вследствие вероятной высокой относительной скорости транспортных средств при столкновении.

На перекрестки приходится до 50% зарегистрированных *городских аварий* в большинстве стран.

Перекрестки также являются местом, где происходят от 10 до 20% зарегистрированных *сельских* ДТП в большинстве стран.

Перекрестки: основы



- Важнейшим исходным требованием является безопасная геометрия.
- Принципиально важное значение имеет также регулирование движения.

Основные формы управления перекрестками
включают:

- Правила дорожного движения (без физического контроля, на основе правил преимущественного проезда, которые определяют право на движение).
- Приоритет дороги, устанавливаемый знаками "Уступите дорогу" или "Stop".
- Кольцевые транспортные развязки.
- Светофорное регулирование (с фиксированным временем, или активируемое транспортными средствами).



Базовые принципы безопасных перекрестков:

- Преимущественный проезд для главного транспортного потока.
- Ясное определение “права проезда”.
- Разделение конфликтов (в пространстве и времени).
- Минимизация конфликтных зон.
- Минимизация разницы относительных скоростей транспортных средств
- Определенные траектории движения транспортных средств
- Обеспечение возможности движения для всех транспортных и не транспортных участников движения.
- “Простая” и логичная планировка.

В соответствии с этими целями, мы с вами обсудим:

Минималь-
ное
количество
конфликтных
точек

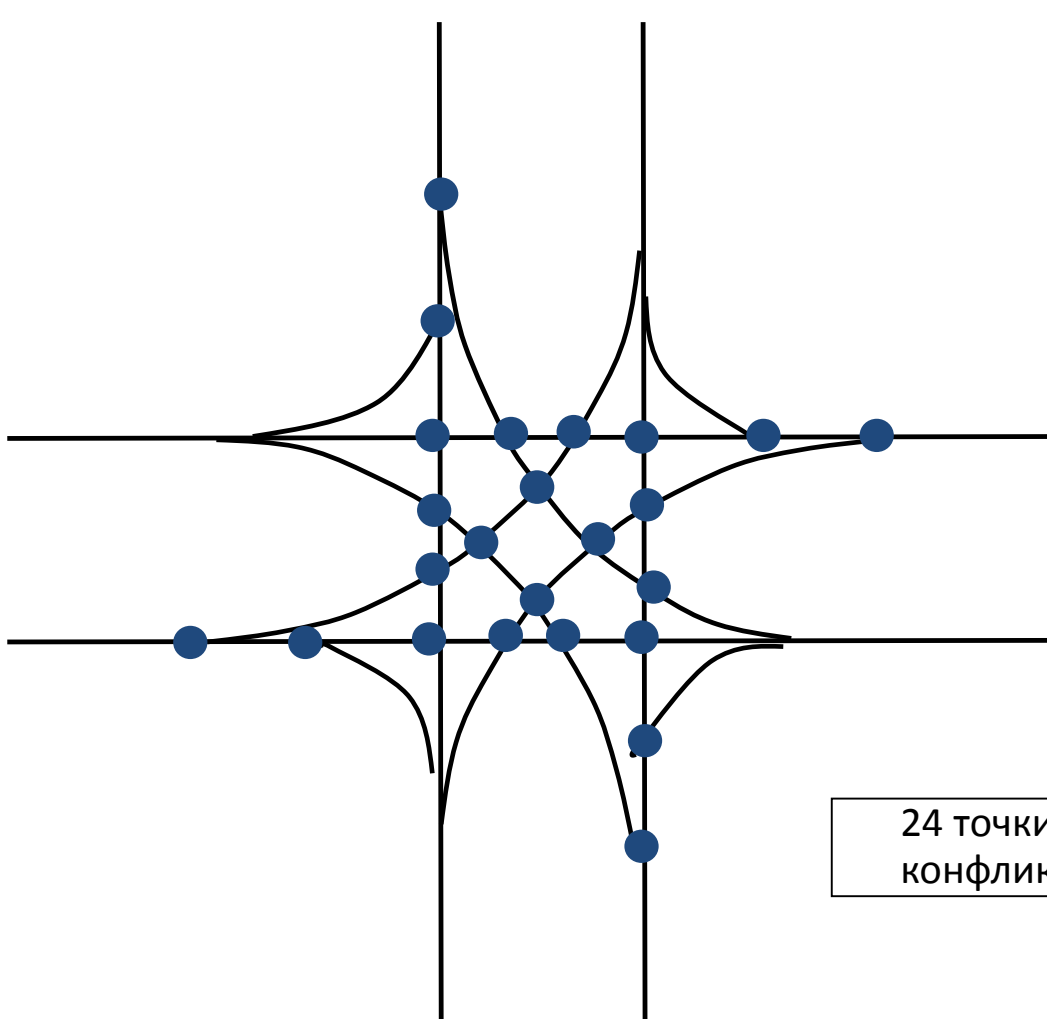
Относитель-
ные
скорости
при
столкнове-
ниях

Видимость
перекрестка
со стороны
подходов, и
видимость с
перекрестка

Управление
перекрестком
- правила,
знаки,
светофоры и
кольцевые
развязки.

Потребность
в защищен-
ной полосе
движения
для левого
поворота

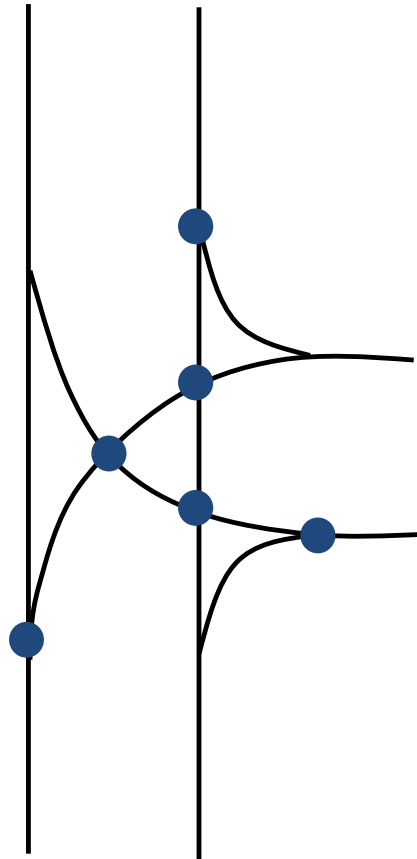
1 Конфликтные точки на перекрестках



Чем меньше
конфликтных
точек, тем
безопаснее!

24 точки серьезных
конфликтов

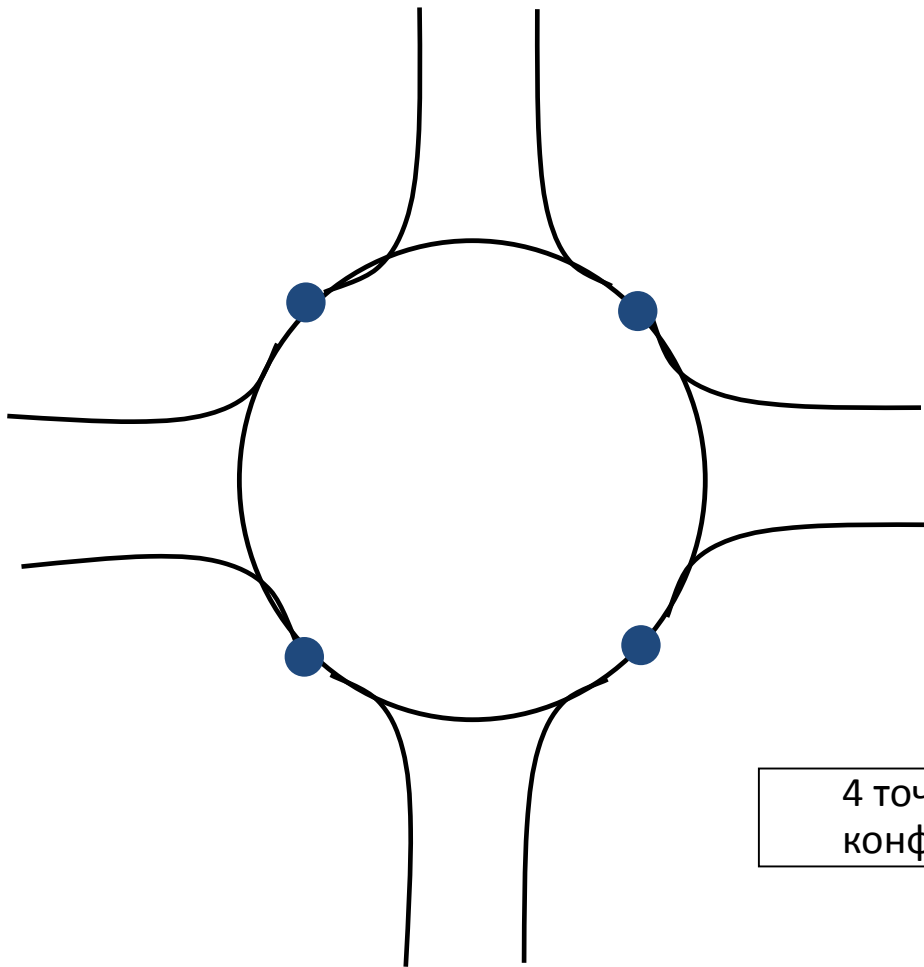
1 Конфликтные точки на перекрестках



Чем меньше
конфликтных
точек, тем
безопаснее!

6 точек серьезных
конфликтов

1 Конфликтные точки на перекрестках



Чем меньше
конфликтных
точек, тем
безопаснее!

4 точки серьезных
конфликтов

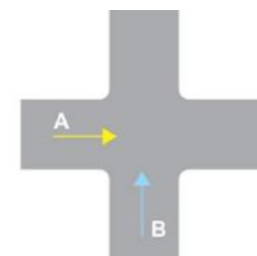
2 Относительные скорости при столкновении



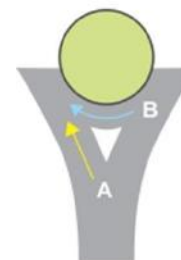
Figure 2.8 Относительная скорость



A = 80 km/h
B = 60 km/h
Rel. speed = 118 km/h



A = 60 km/h
B = 60 km/h
Rel. speed = 85 km/h



A = 20 km/h
B = 20 km/h
Rel. speed = 10 km/h



A = 60 km/h
B = 10 km/h
Rel. speed = 62 km/h

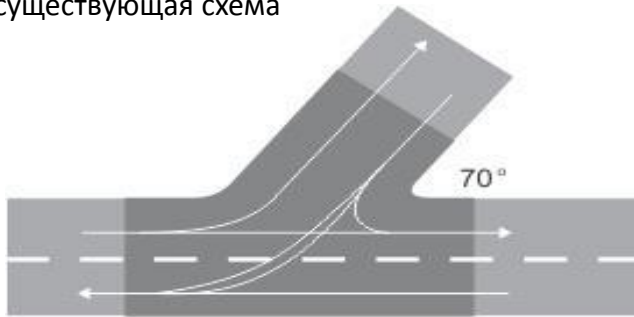
Figure 2.9 Относительная скорость на перекрестках

2 Относительные скорости при столкновении



Y-образные примыкания очень опасны

(a) существующая схема



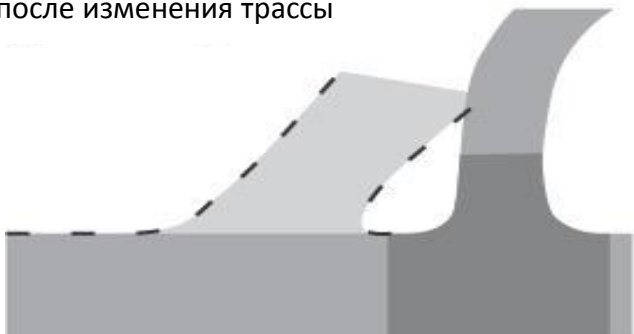
Неопределенные траектории транспортных средств и большая конфликтная зона

(b) после канализирования



Определение траекторий транспортных средств

(c) после изменения трассы



Уменьшенная конфликтная зона

Минимизация конфликтной зоны

Старайтесь устранить Y-образные примыкания. Преобразуйте их в T-образные. Это.....

- позволяет регулировать скорость поворота
- подкрепляет право преимущественного проезда
- улучшает линии видимости



Преобразование Y-образного примыкания в T-образное в сельской местности

В связи с тем, что второстепенная дорога примыкает к главной на внешней стороне кривой, обеспечьте, чтобы водители на второстепенной дороге могли видеть перекресток заблаговременно (ASD, расстояние видимости по условию остановки)

Всегда обеспечивайте видимость с примыкающих дорог

Т-образное
примыкание
безопаснее устраивать
на внешней стороне
кривой, чем на
внутренней



3 Видимость перекрестка со стороны подходов, и видимость с перекрестка

Каждый водитель должен иметь возможность различить пересечение за достаточный промежуток времени, чтобы безопасно отреагировать на это.

Каждый водитель должен иметь возможность различить и понять приоритеты проезда, применяемые на данном перекрестке.

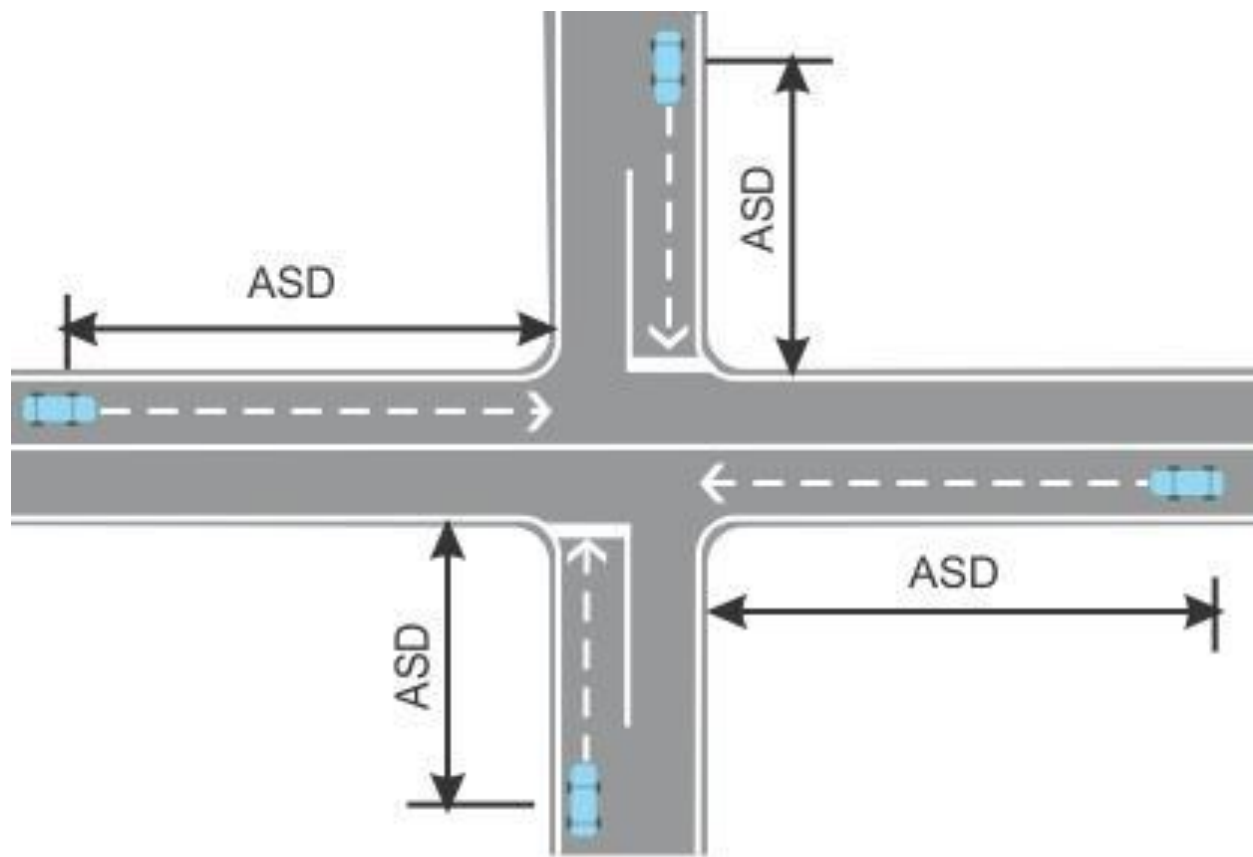
Обеспечение расстояния видимости по условию остановки (ASD) является наилучшим способом выполнения этих требований.

Расстояние видимости по условию остановки – это минимальное расстояние, которое должно быть обеспечено на подходе к пересечению дорог.

Оно определяется, как “расстояние, проезжаемое транспортным средством с момента времени, когда водитель получает воздействие, побуждающее его к остановке, до момента фактической остановки транспортного средства”.

Это расстояние является достаточным для того, чтобы водитель мог различить дорожную разметку на перекрестке.

Базовые элементы безопасности перекрестка



Расстояние видимости по условию
остановки (ASD)

На схеме показан
пример с
левосторонним
движением

Расстояние видимости на пересечениях для нулевого уклона

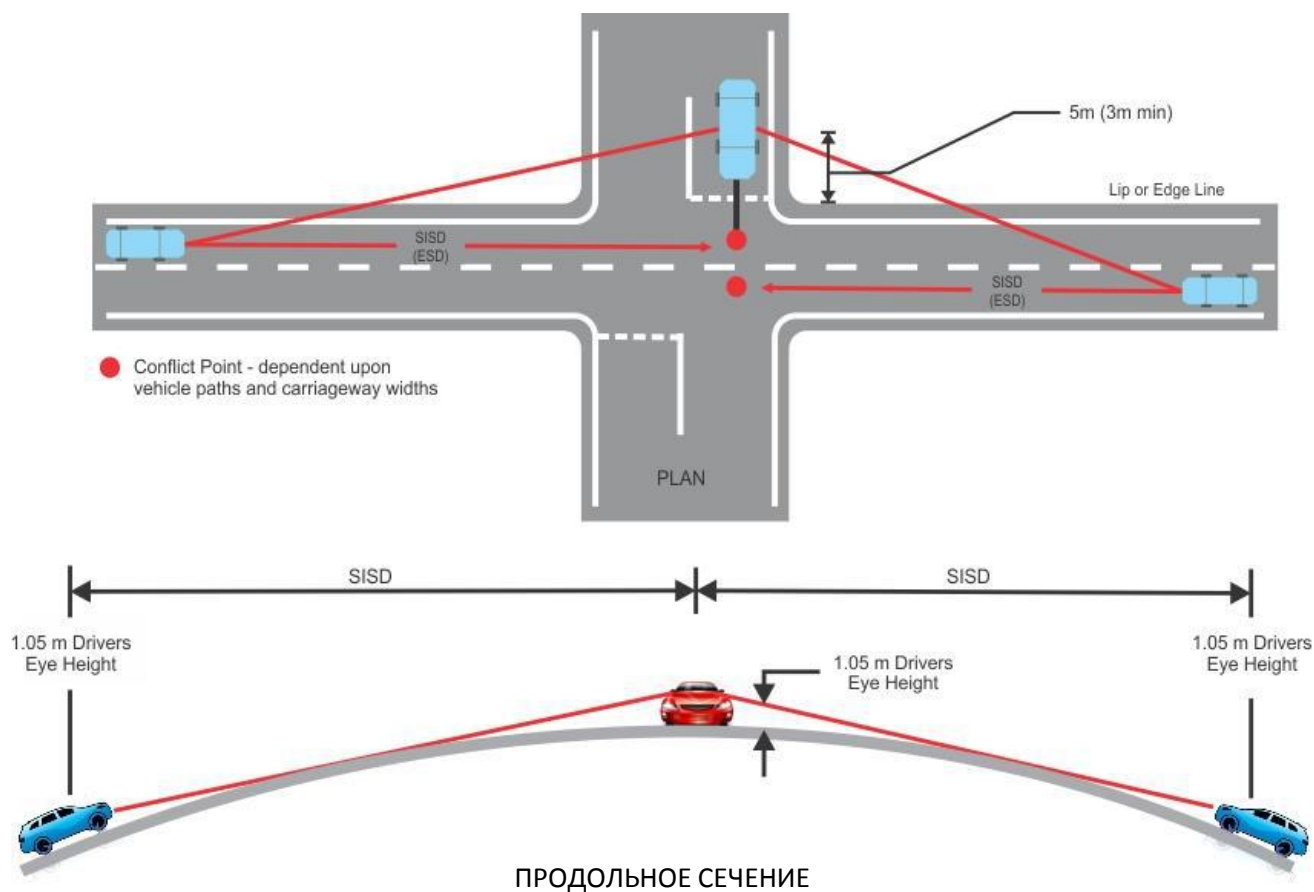
Проектная скорость (главная дорога), км/ч	Торможение (g) ⁽¹⁾	ESD - расстояние видимости для принятия решения на пересечениях (0.15 m to 1.05 m) (m)	ASD Approach Sight Distance (1.05 m to 0.0 m)				SISD Safe Intersection Sight Distance (1.05 m to 1.05 m)			
			Абсолютный минимум 2.0 secs		Желательное 2.5 secs		Абсолютный минимум 2.0 secs		Желательное 2.5 secs	
			m ⁽²⁾	min K	m ⁽²⁾	min K	m ⁽²⁾	min K	m ⁽²⁾	min K
40	0.56	100	33	5	39	8	66	5	72	5
50	0.52	125	47	11	54	14	89	9	96	11
60	0.48	160	63	19	71	25	113	15	121	17
70	0.45	220	82	32	91	40	140	23	149	27
80	0.43	305	103	51	114	63	170	34	181	39
90	0.41	400	103	51	114	63	170	34	181	39
100	0.39	500 ⁽³⁾	103	51	114	63	170	34	181	39
110	0.37	500 ⁽³⁾	103	51	114	63	170	34	181	39
120	0.35	500 ⁽³⁾	103	51	114	63	170	34	181	39

Примечания:

1. Принималось среднее значение ускорения торможения, выраженное через ускорение свободного падения (g)
2. Расстояние, используемое для проектирования, должно округляться до ближайших 5 м.
3. Предельные значения ESD рассчитаны исходя из предположения, что водители не будут ожидать просветов в транспортном потоке, превышающих 500 м.
4. K = расстояние, на котором уклон изменяется на 1% на параболической кривой в профиле.

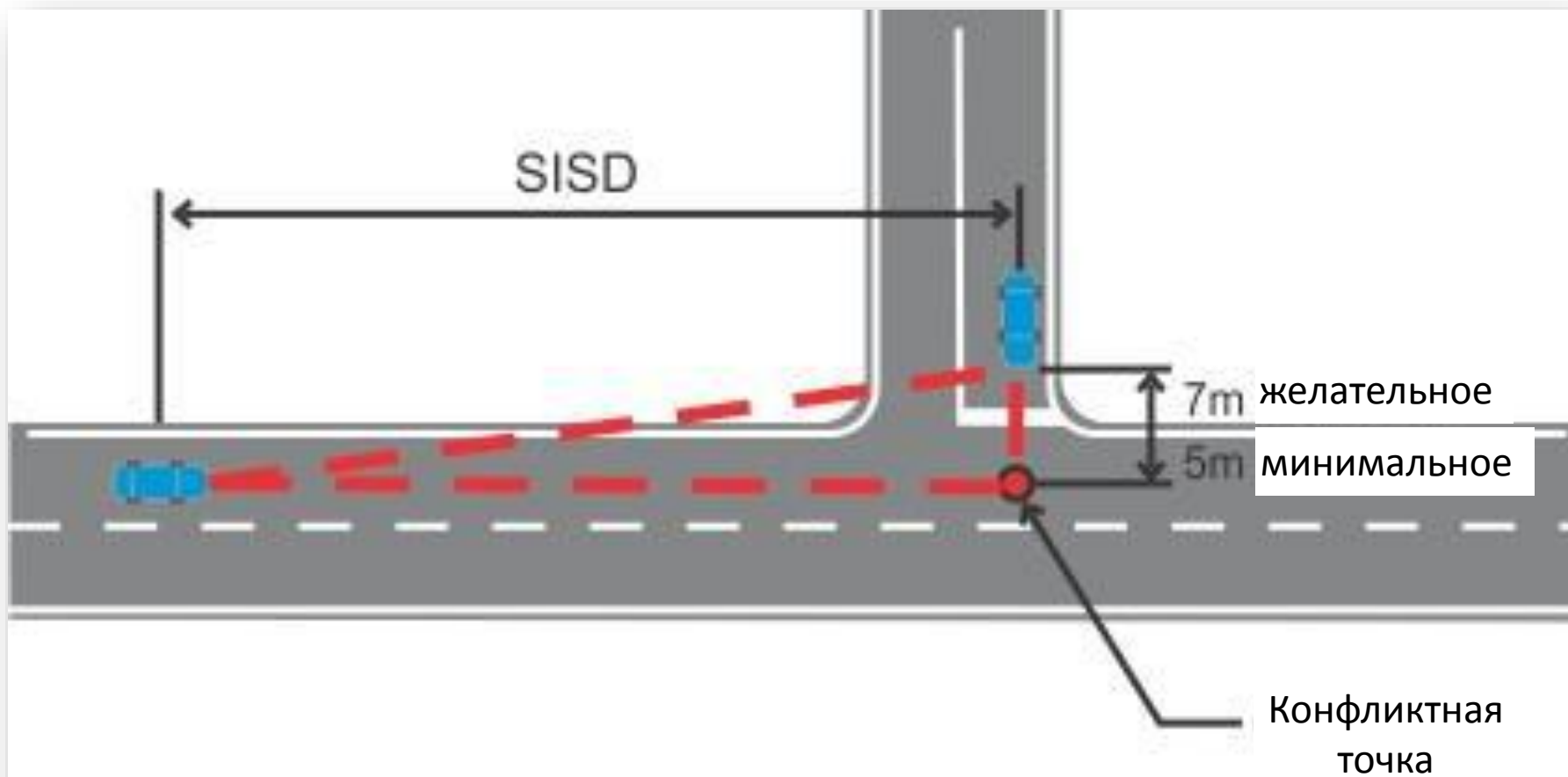
- ASD – Расстояние видимости по условию остановки
- SISD – боковое расстояние видимости на транспортных пересечениях

- ASD – для предотвращения ДТП, когда водители не успевают остановиться перед пересечением
- SISD – для предотвращения ДТП, когда водители останавливаются, но несвоевременно трогаются с места



Безопасное расстояние видимости на перекрестках

На схеме показан пример с левосторонним движением



Безопасное расстояние видимости на перекрестках

На схеме показан
пример с
левосторонним
движением

Table 2.2 Безопасное расстояние видимости на перекрестках

СКОРОСТЬ НА ГЛАВНОЙ ДОРОГЕ, КМ/Ч	БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ ВИДИМОСТИ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ, м
40	66
50	89
60	113
70	140
80	170
90	203
100	240



Грузовой автомобиль не уступил дорогу. Но почему? Не успел остановиться, или рано тронулся?

При столкновениях под прямым углом на пересечениях – нам необходимо определить, является ли ДТП результатом того, что водитель не остановился своевременно, или остановился, но слишком рано начал движение

Не остановился – водитель не знал, что впереди перекресток

Рано начал движение – знал, что впереди перекресток, но выбрал “не тот” разрыв в транспортном потоке

Почему?

Потому что ваши контрмеры могут быть совершенно разными



Не остановился – водитель не знал, что впереди перекресток

- Улучшить расстояние видимости на подходе
- Сделать пересечение более заметным
- Возможно, канализировать
- Предварительные предупреждающие знаки
- Предварительные информационно-указательные знаки
- Дублирующие знаки "Уступи дорогу" или "Stop"
- Освещение (если ДТП происходят ночью)
- Организовать круговое движение или установить светофоры

Рано начал движение – знал, что впереди перекресток, снизил скорость, возможно остановился, но выбрал “не тот” разрыв в транспортном потоке

Улучшить безопасное расстояние видимости на пересечении

Максимизировать обзор

Снизить скорости

Изменить регулирование движения

Изменить геометрию

Удалить деревья/траву

Уменьшить значение ограничения скорости

Организовать круговое движение или установить светофоры



4 Управление перекрестками



Кольцевые пересечения являются самой безопасной формой управления перекрестками. Почему?

4 Управление перекрестками

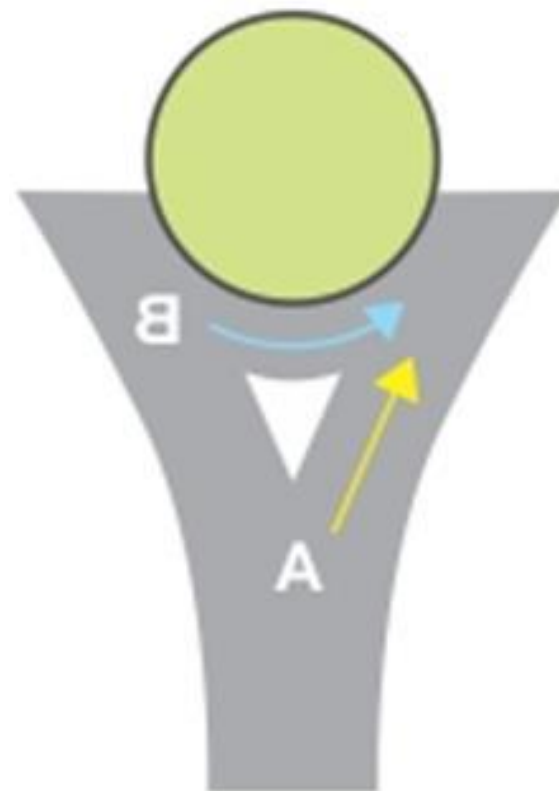


Кольцевые пересечения являются самой безопасной формой управления перекрестками. Почему?

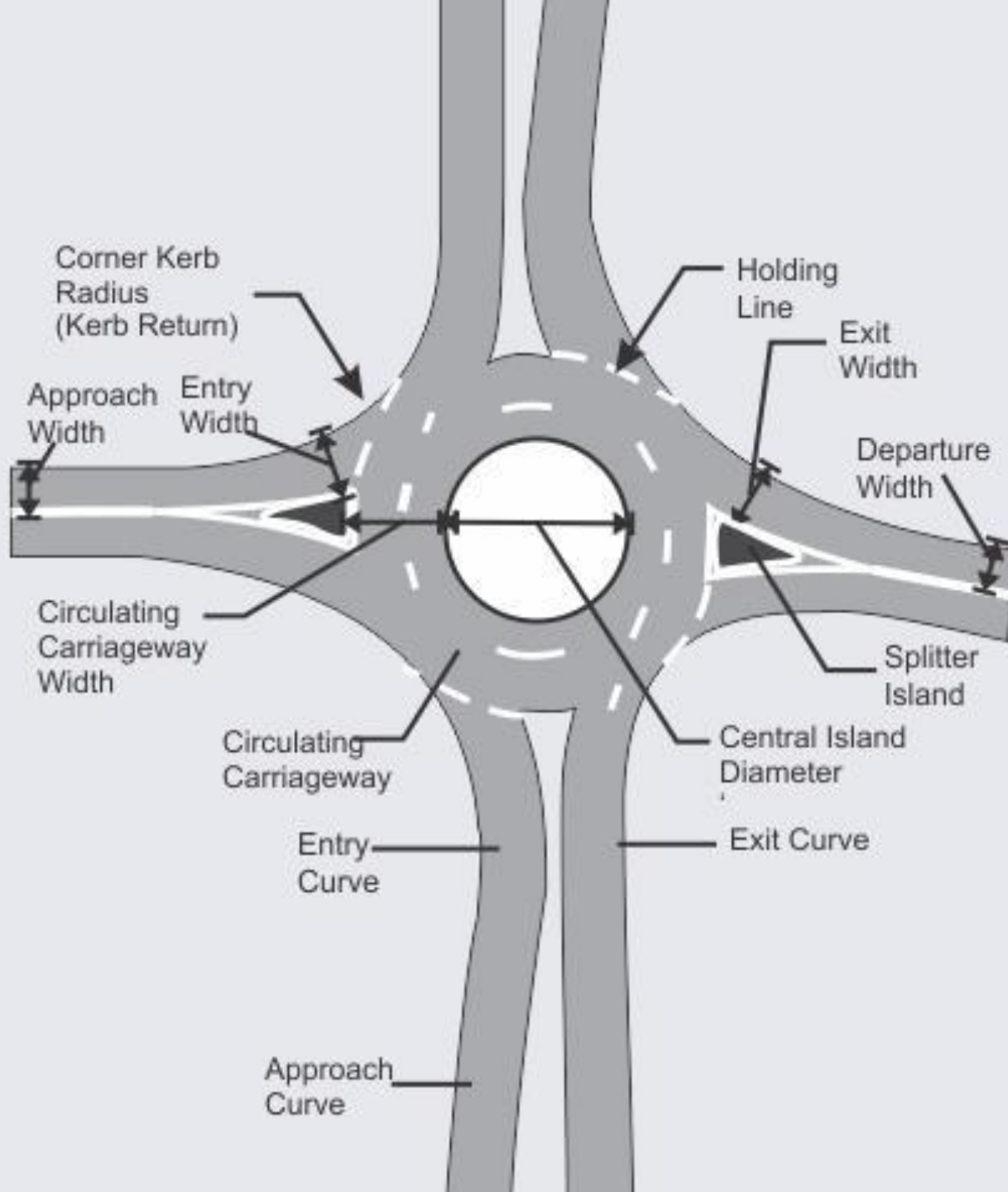
На схеме показан пример с левосторонним движением

Почему кольцевые пересечения “безопасны”?

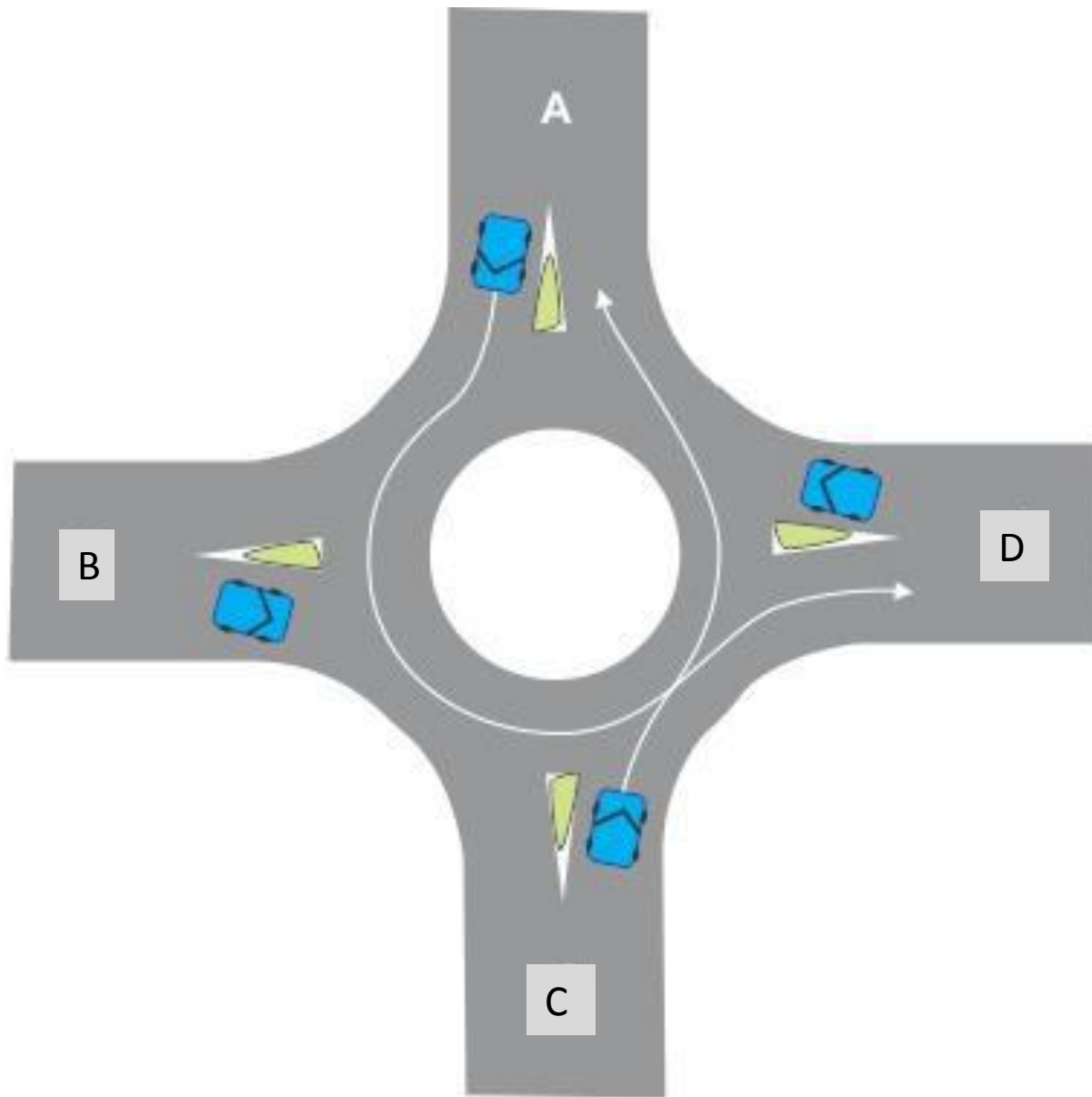
- Небольшое количество конфликтных точек (всего четыре)
- Хорошая геометрия стимулирует снижение скорости при въезде
- Ясно определено “право проезда”
- Простой процесс принятия решения водителем
- Низкие относительные скорости столкновения (если оно все же произойдет)



A = 20 km/h
B = 20km/h
Отн. скорость = 10km/h



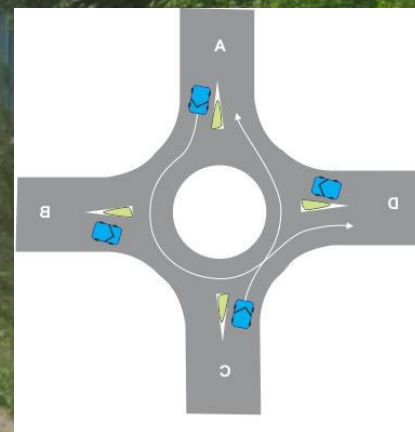
На схеме показан
пример с
левосторонним
движением



Кольцевые развязки хорошо работают только со
"сбалансированными потоками"



Кольцевые развязки хорошо работают только с достаточными углами отклонения потоков (хорошая геометрия)





Что вы можете сказать об этой кольцевой развязке на автомагистрали ЦАРЭС?



Что вы можете сказать об этой кольцевой развязке на автомагистрали ЦАРЭС?



Что вы можете сказать об этой кольцевой развязке на автомагистрали ЦАРЭС?



Что вы можете сказать об этой кольцевой развязке на автомагистрали ЦАРЭС?

Безопасность перекрестков

Кольцевые развязки на пересечениях целесообразно использовать в следующих случаях:

- если применение знаков "Stop"/"Уступите дорогу" приводит к неприемлемым задержкам
- если применение светофоров приводит к более значительным задержкам
- если значительная часть транспортного потока совершает левый поворот
- если пересечение имеет более четырех сторон

Безопасность перекрестков

Кольцевые развязки на пересечениях целесообразно использовать в следующих случаях:

- на крестообразных перекрестках, на которых регистрируется много ДТП при проезде или совершении поворота
- на перекрестках в сельской местности, характеризующихся высокими скоростями движения
- на перекрестках улиц
- на перекрестках (в особенности в небольших населенных пунктах), где трасса главной дороги поворачивает влево (т.е., основной поток движения совершает поворот)

Безопасность перекрестков

Кольцевые развязки на пересечениях целесообразно использовать в следующих случаях:

- на Y- или Т-образных перекрестках (которые обычно характеризуются большим количеством транспортных средств, поворачивающих налево)
- если ожидается значительный рост интенсивности движения, однако структура потоков точно не известна
- на местных и магистральных дорогах, когда придание приоритетности одному из маршрутов не желательно (из соображений успокоения движения)

Безопасность перекрестков

Кольцевые развязки на пересечениях **не целесообразно** использовать в следующих случаях:

- если невозможно обеспечить удовлетворительную геометрическую планировку
- если транспортные потоки “не сбалансированы”
- на пересечениях главных автомагистралей со второстепенными дорогами
- в зонах со значительным движением пешеходов #
- на отдельном пересечении, находящемся внутри взаимосвязанной сети дорог со светофорным регулированием #

- этот критерий является переменным, и не может использоваться, чтобы автоматически отказаться от кольцевого перекрестка

Безопасность перекрестков

Кольцевые развязки на пересечениях **не целесообразно** использовать в следующих случаях:

- если в часы пиковой нагрузки требуется реверсирование движения по некоторым полосам
- если через это место часто проезжают очень крупные транспортные средства
- если находящиеся поблизости средства регулирования движения могут создавать очереди транспортных средств, достигающие кольцевой развязки

Достоинства кольцевых перекрестков

Характеристики безопасности кольцевых пересечений

- Безопасны, благодаря уменьшенному количеству конфликтных точек.
- Безопасны, благодаря общему снижению скорости транспортных потоков.
- Безопасны, благодаря устранению прямых углов пересечения траекторий в конфликтных точках.
- Безопасны, благодаря относительной простоте принятия решений при въезде на перекресток.

Достоинства кольцевых перекрестков

Характеристики безопасности кольцевых пересечений

- Безопасны, благодаря тому, что длинные разделительные островки на участках с высокой скорости служат хорошим предупреждением о наличии перекрестка.
- Безопасны, благодаря тому, что разделительные островки обеспечивают безопасное место для пешеходов.
- Безопасны, благодаря тому, что круговое движение требует "осознанных действий" от водителей при проезде, независимо от наличия других автомобилей.

Наиболее важно то, что кольцевые развязки **СОКРАЩАЮТ** количество тех типов ДТП, которые связаны с серьезными травмами или гибелью людей на 78-82%, по сравнению с традиционными перекрестками, управляемыми знаками "Stop" и светофорами (согласно Руководству по безопасности автомобильных дорог AASHTO).

Достоинства кольцевых перекрестков

Однако ваши кольцевые развязки будут работать только в том случае, если...

- Они спроектированы с соответствующим геометрическим отклонением транспортных потоков со всех подходов.
- Водители снижают скорость и уступают дорогу перед въездом.
- Могут потребоваться кампании по информированию общественности.
- Дорожная полиция обеспечивает исполнение ПДД для перекрестков с круговым движением.
- Кто будет заниматься этим в вашей стране?

Наиболее важно то, что кольцевые развязки **СОКРАЩАЮТ** количество тех типов ДТП, которые связаны с серьезными травмами или гибелью людей на 78-82%, по сравнению с традиционными перекрестками, управляемыми знаками "Stop" и светофорами (согласно Руководству по безопасности автомобильных дорог AASHTO).

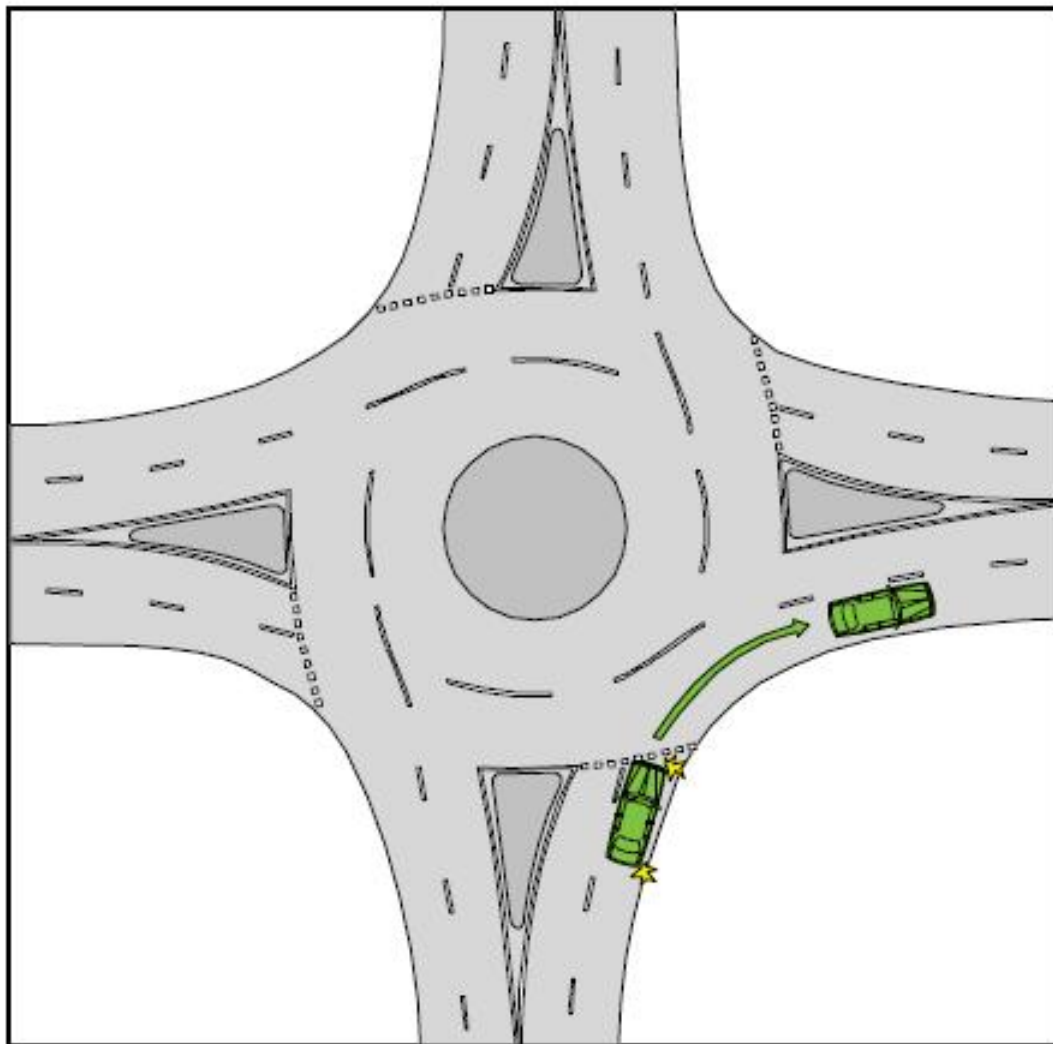




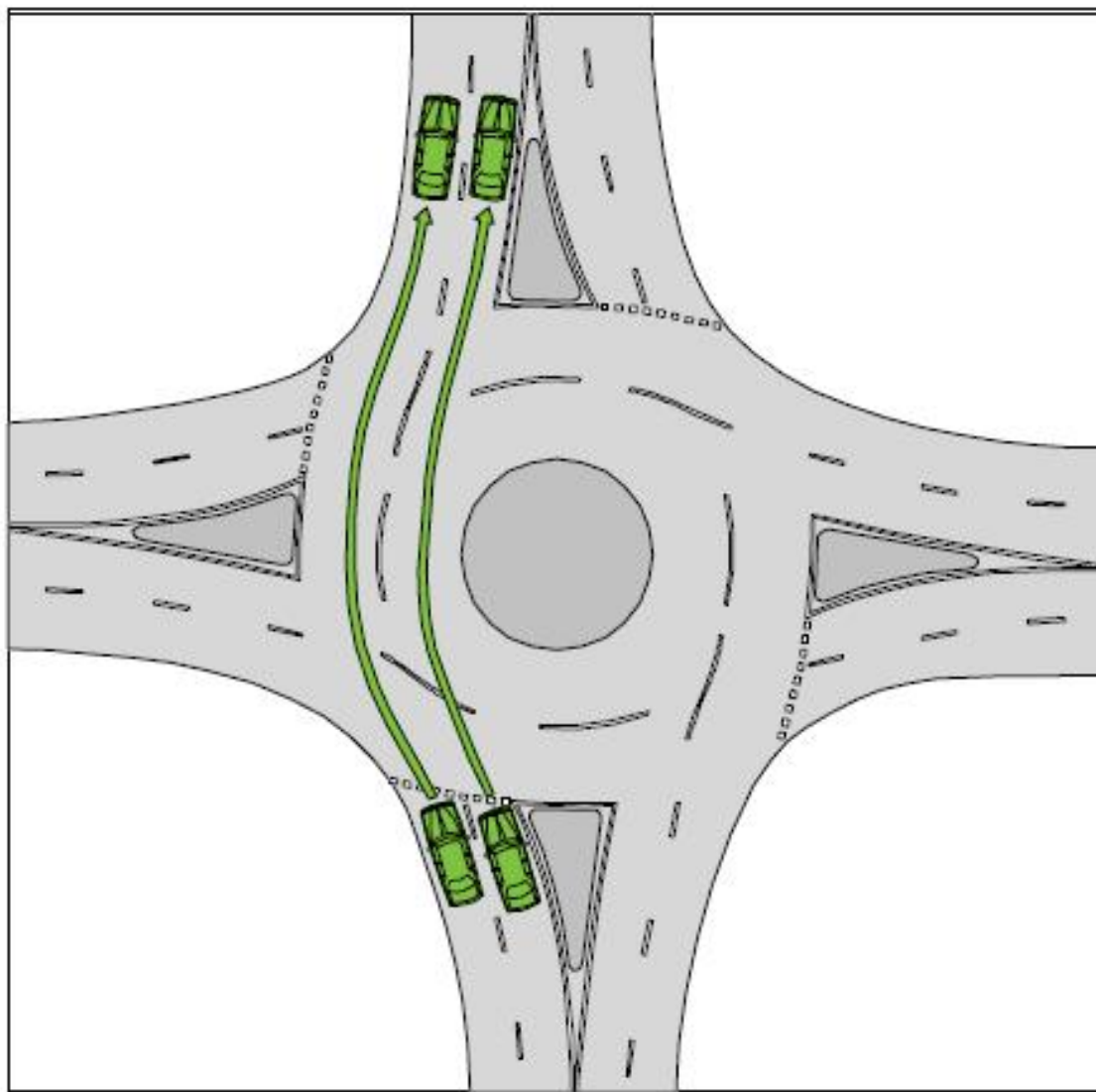




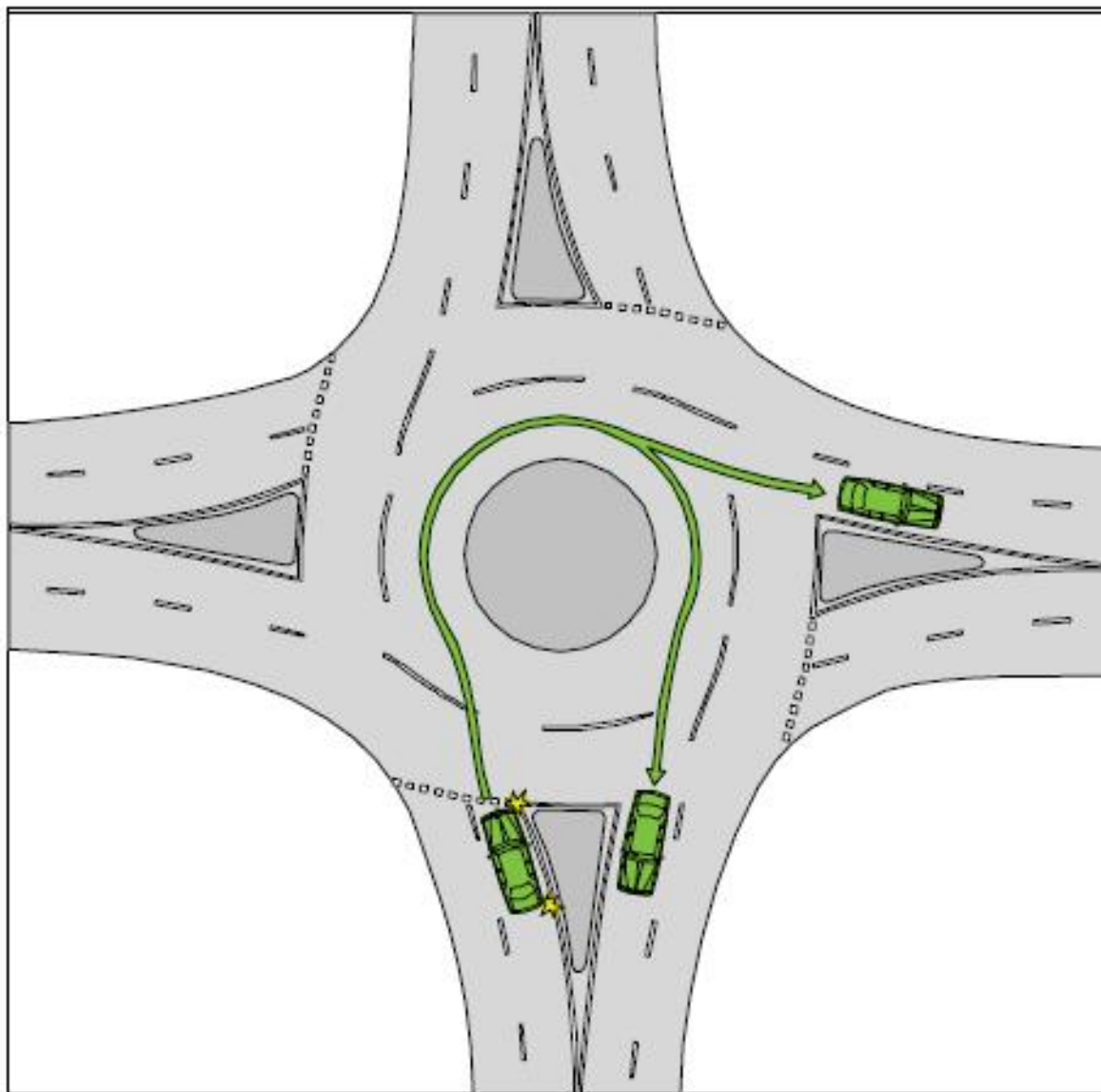
Маркировка съезда на многополосных кольцевых развязках



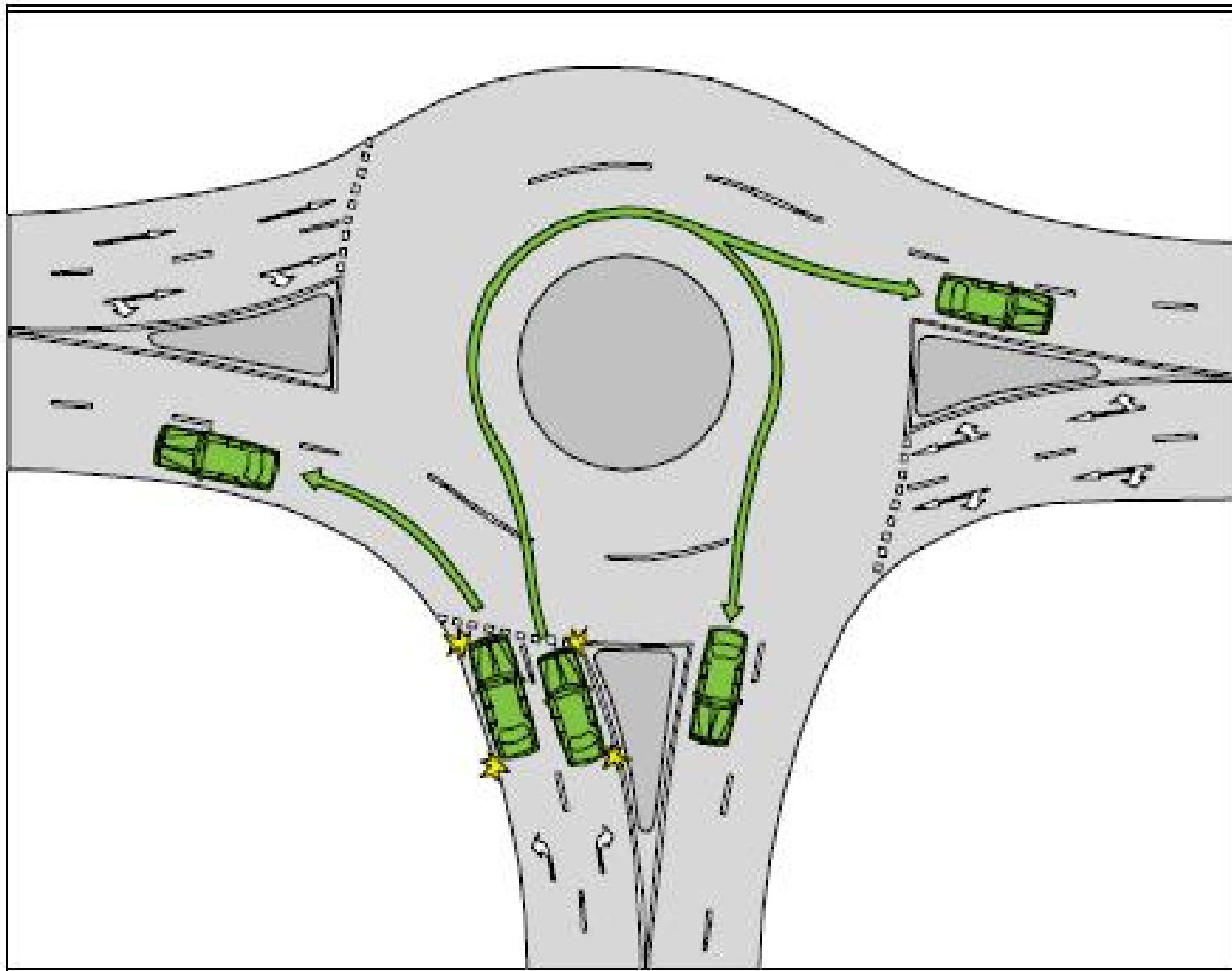
Маркировка съезда на многополосных кольцевых развязках



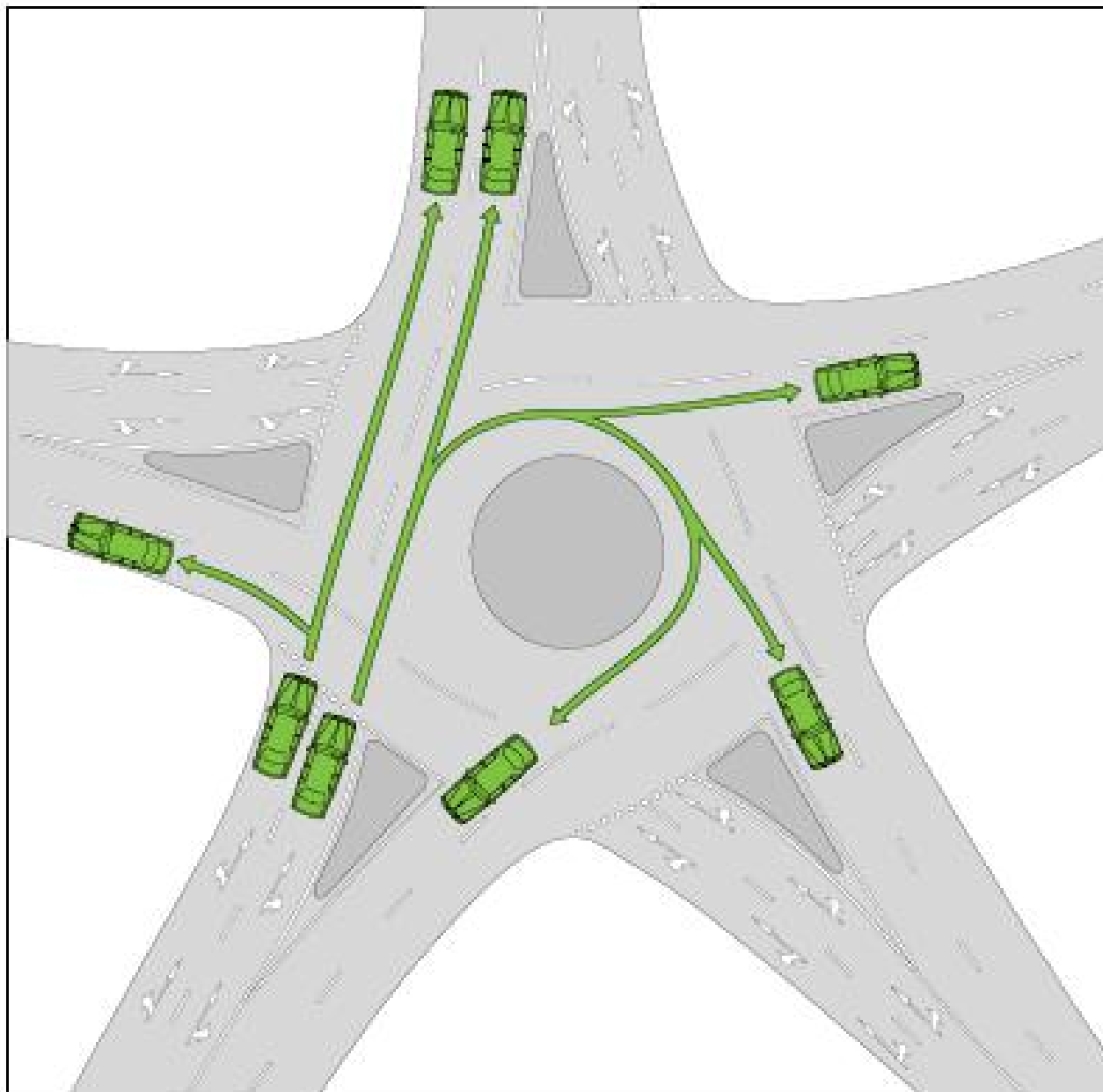
Маркировка съезда на многополосных кольцевых развязках



Маркировка съезда на многополосных кольцевых развязках



Маркировка съезда на
многополосных кольцевых
развязках





Эта многополосная кольцевая развязка могла бы быть
улучшена путем нанесения маркировки “Съезд”



Эта многополосная кольцевая развязка могла бы быть
улучшена путем нанесения маркировки “Съезд”



Эта многополосная кольцевая развязка могла бы быть
улучшена путем нанесения маркировки “Съезд”



Эта многополосная кольцевая развязка могла бы быть
улучшена путем нанесения маркировки “Съезд”



Эта многополосная кольцевая развязка могла бы быть
улучшена путем нанесения маркировки “Съезд”



Эта многополосная кольцевая развязка могла бы быть улучшена путем геометрического отклонения потока на примыкании



Эта многополосная кольцевая развязка могла бы быть улучшена путем геометрического отклонения потока на примыкании



Эта многополосная кольцевая развязка могла бы быть улучшена путем геометрического отклонения потока на примыкании



Эта многополосная кольцевая развязка могла бы быть улучшена путем геометрического отклонения потока на примыкании

Практический пример

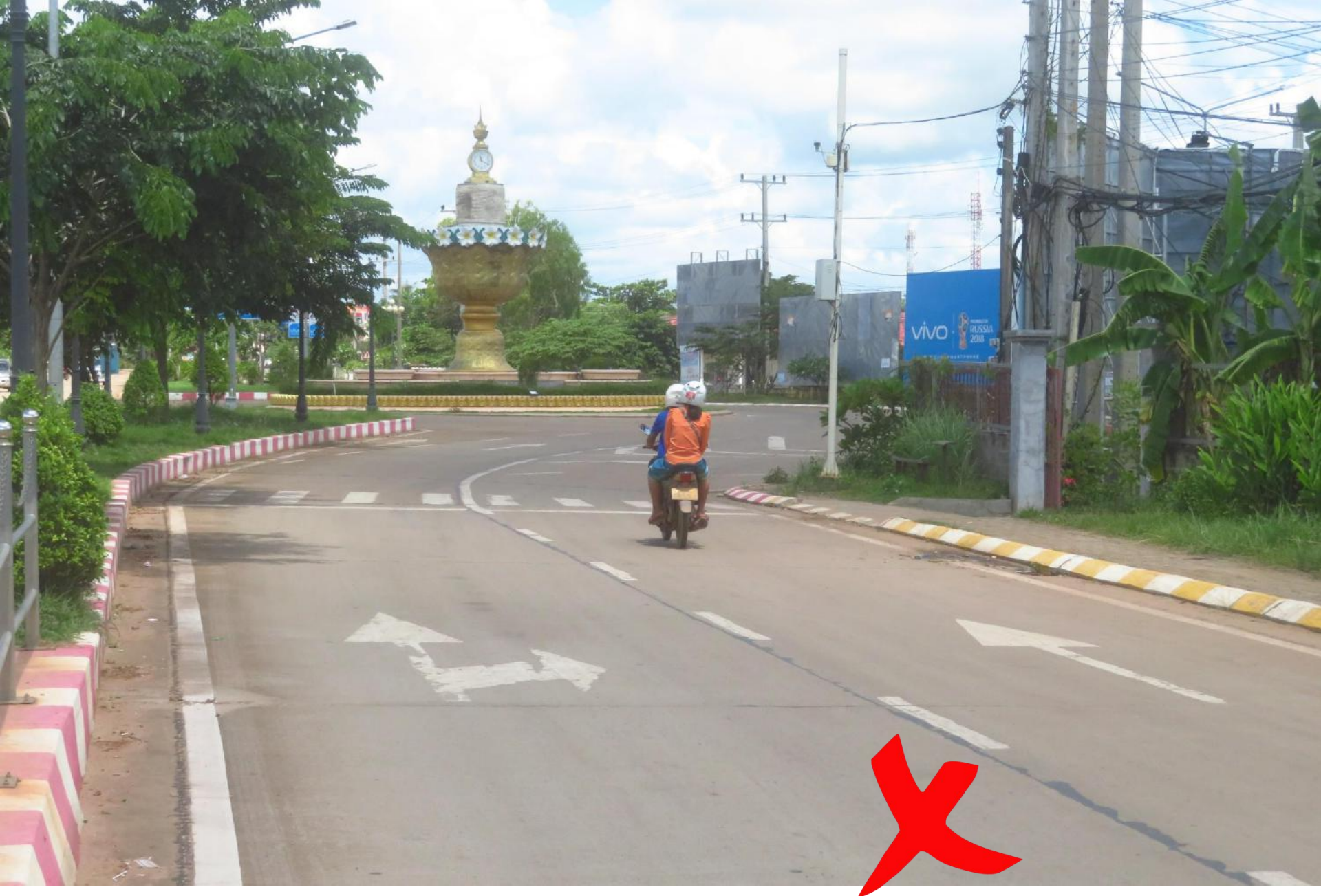




Практический пример



Практический пример



Практический пример

Светофоры



Светофоры снижают количество ДТП на 45%

(Victoria CRF)

Светофоры, активируемые транспортным средством, более безопасны и эффективны. Для них требуются датчики обнаружения транспортных средств

- Датчики на каждом подходе подают сигнал контроллеру о приближении транспортного средства.
- Контроллер определяет, на каком из походов большее количество автомобилей ожидает проезда, и включает на нем зеленый сигнал.
- Фазировка сигналов обеспечивает полный контроль над разрешенными поворотами (обычно, левые повороты).

Светофоры с фиксированным временем дешевле, однако могут стимулировать проезд "под красный свет"

- Светофоры с фиксированным временем могут работать в нескольких режимах, которые могут переключаться в течение суток/недели.
- Однако они не в состоянии распознавать случаи скопления транспортных средств на одном из подходов.
- Случаи, когда множество автомобилей стоят в ожидании, а незначительное число проезжает, могут вызывать повышенное недовольство.



Для максимальной эффективности, сигналы светофоров должны активироваться транспортными средствами.

Они снабжены датчиками на каждом из подходов.

Датчики сообщают контроллеру, на каком из подходов имеются транспортные средства, и он предоставляет этому подходу больший промежуток времени.

Более эффективно, чем светофоры с фиксированным временем – и более безопасно!

Почему? Потому что водители знают, что задержка будет короткой, и большинство из них будет подчиняться красному сигналу.









Оборудование для светофорного управления, строительные работы и выдержки времени сигналов

Оборудование:

- Хорошо заметное
- Ясные сигналы
- Датчики пешеходов и транспортных средств
- Ясная дорожная разметка
- Бордюры с пандусом для пешеходов
- Большие островки безопасности

Выдержки времени

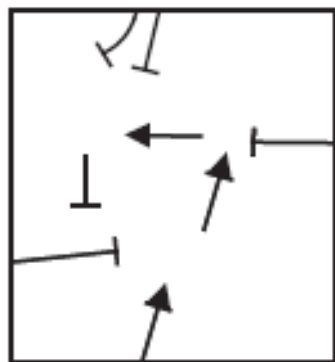
- Отсутствие конфликтов между встречными потоками
- Достаточное время для объемов транспортных потоков
- Выдержка между фазами для съезда транспортных средств
- Время для выхода пешеходов
- Полностью контролируемые повороты



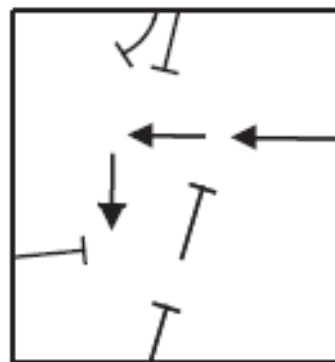




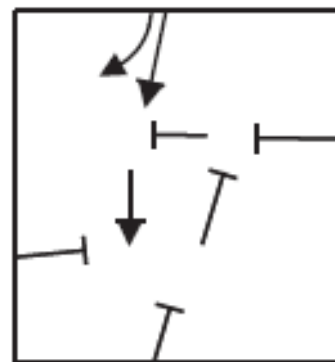




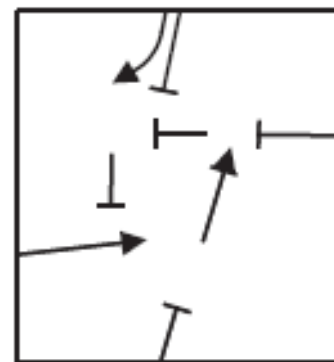
1.



2.



3.



4.

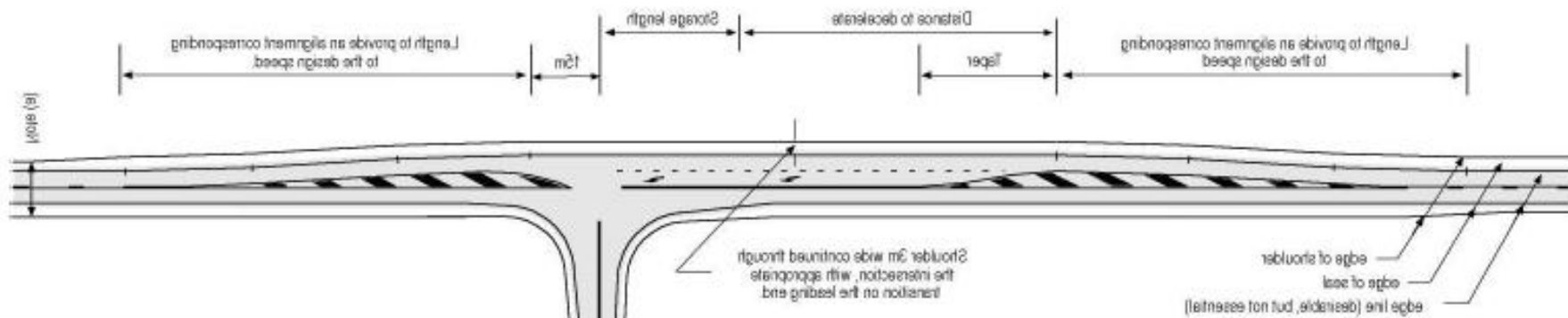
Проверьте фазировку
горения огней

↑ – движение разрешено
Т – движение запрещено



5 Обеспечьте
защищенные
полосы движения
для левого
поворота, в
особенности на
скоростных
дорогах

- Это снижает риск столкновения с наездом сзади
- Обеспечьте безопасность полосы для накопления транспортных средств
- Требуется разделительная полоса шириной >5 м
- Необходима достаточная длина полосы для беспрепятственного торможения плюс накопления транспортных средств



ЗАЩИЩЕННАЯ ПОЛОСА ДЛЯ ЛЕВОГО ПОВОРОТА



Разрыв разделительной полосы
с очень высоким риском





**Разрыв разделительной полосы
с очень высоким риском**



**Разрыв разделительной полосы
с очень высоким риском**





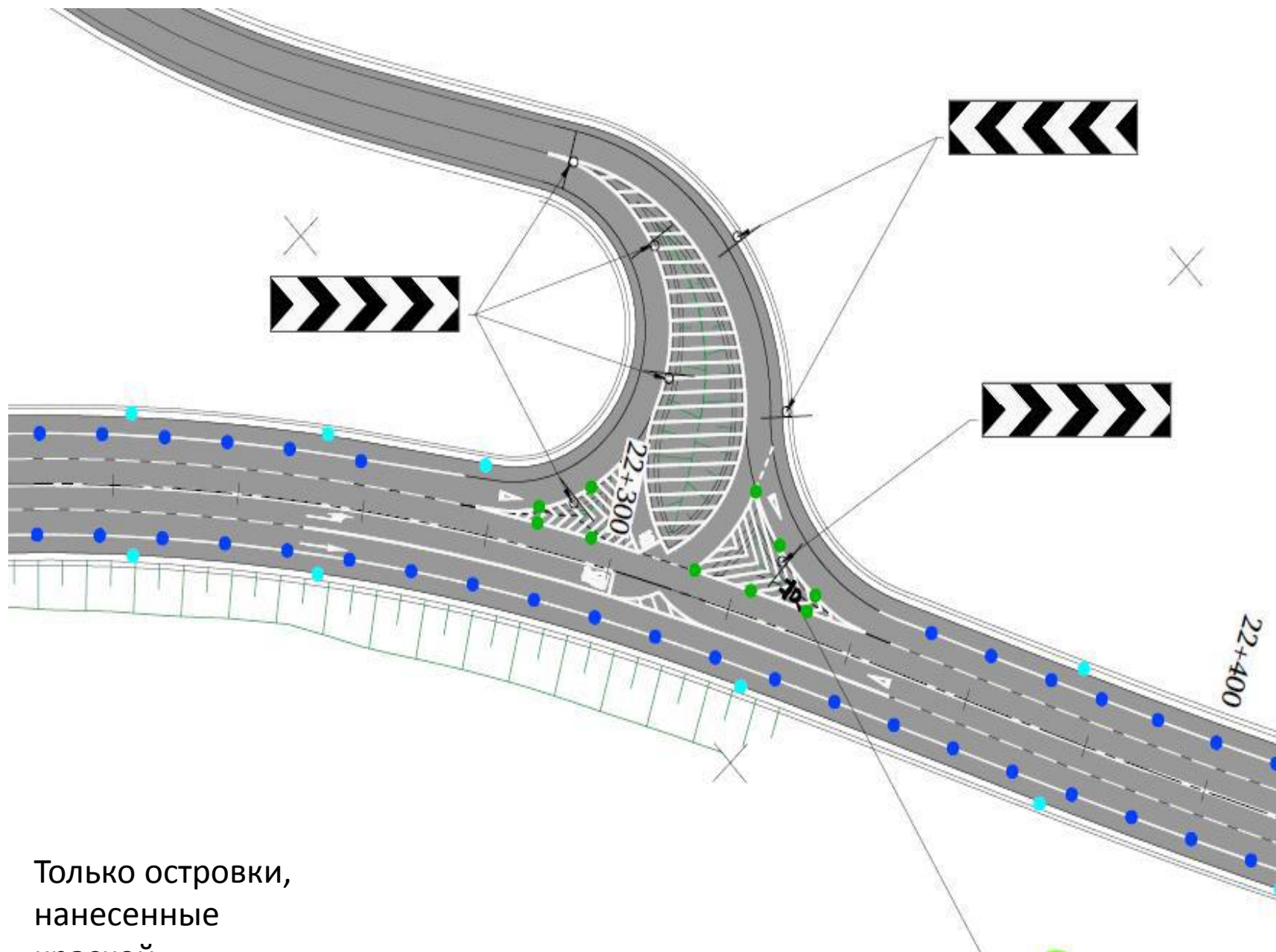
**Защищенная полоса для
левого поворота с низким
уровнем риска**



**Защищенная полоса для
левого поворота с низким
уровнем риска**

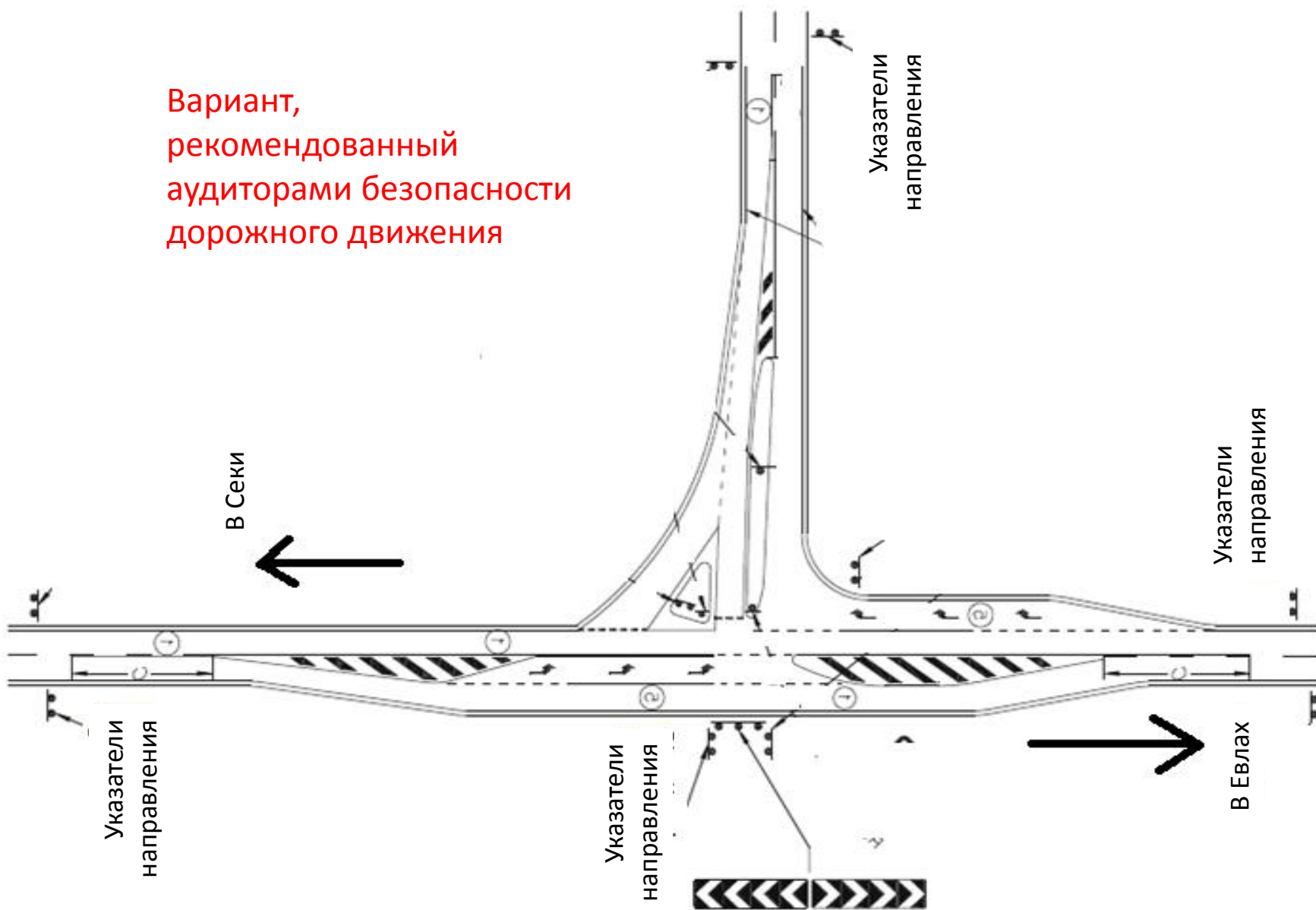
Практический пример

- Небольшая второстепенная дорога примыкает к автомагистрали
- Интенсивность движения по примыкающей дороге - 200 авт. в сутки
- Интенсивность движения по автомагистрали - 3000 авт. в сутки
- Скорости на автомагистрали - 80 км/ч
- План перекрестка показан на следующем слайде
- Что вы можете сказать относительно безопасности на этом участке?



Только островки,
нанесенные
краской

Вариант,
рекомендованный
аудиторами безопасности
дорожного движения





Пожалуйста, задавайте вопросы