

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

«ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИТС»

(конспект лекций)



- подумай



- запиши, нарисуй



- почитай, изучи



- запомни



- обрати внимание



- посмотри



- перейди



- напиши со слов лектора,
дополни



- найди

Кафедра «Организация перевозок и
дорожного движения» , ДГТУ
доцент Поздняков М.Н.



Глоссарий

Литература





Программа курса

Раздел курса	Объем, ч
Теоретический курс (лекции)	
Общие сведения. Понятие эффективности	
Общие сведения. Параметры эффективности ИТС	
Параметры дорожного движения. Показатели ДТА	
Параметры дорожного движения (Характеристики транспортных потоков)	
Параметры дорожного движения (Характеристики движения пешеходов и велосипедистов)	
Методы исследования в дорожном движении	
Оценка эффективности проектных решений	
Применение моделирования для оценки эффективности проектных решений	
Эффективность мероприятий по повышению безопасности дорожного движения	
Практический курс (практические занятия)	
Оценка средней скорости движения на улично-дорожной сети города	
Оценка и характеристика условий функционирования тротуара по данным интенсивности движения пешеходов	
Оценка и характеристика условий функционирования участка улично-дорожной сети по данным скорости движения транспортных средств	
Оценка и характеристика условий функционирования участка улично-дорожной сети по критерию ТТИ	
Оценка и характеристика временной доступности территории города	
Расчет показателя перегруженности улично-дорожной сети	
Количественный анализ аварийности участка автомобильной дороги	
Оценка и характеристика уровня обслуживания велосипедной инфраструктуры	



Общие сведения. Термины и определения



Транспорт – важнейшая отрасль экономики, основная задача которой перевозка людей и грузов. Основная социально-экономическая задача транспорта – удовлетворение потребностей общества и экономики в перевозке людей и грузов

Автомобильный транспорт – это совокупность средств сообщения, путей сообщения, технологических сооружений и элементов обустройства. К средствам сообщения относятся автотранспортные средства, к путям сообщения – автомобильные дороги.

Автомобильная дорога – комплекс инженерно-технических сооружений, предназначенных для безопасного, быстрого и комфортного передвижения людей и грузов

Дорожное движение – комплекс общественных отношений, возникающих в процессе перемещения людей и грузов по автомобильным дорогам и в их пределах с использованием транспортных средств и без таковых

Безопасность движения – состояние процесса дорожного движения, отражающее степень вовлечения участников движения в ДТП

ДТП – событие, связанное с движением транспортных средств, в результате которого пострадали или ранены люди, нанесен материальный или иной ущерб

Участники дорожного движения: водители транспортных средств, пассажиры транспортных средств (включая пассажиров ТСОП), пешеходы, велосипедисты

Организация дорожного движения - комплекс организационных, правовых, технических мероприятий по управлению движением на дорогах

Документация по организации дорожного движения - документация, предусматривающая проведение мероприятий по организации дорожного движения и содержащая соответствующие инженерно-технические, технологические, конструктивные, экономические и иные решения

Мониторинг дорожного движения - сбор, обработка, накопление и анализ данных об основных параметрах дорожного движения

Эффективность организации дорожного движения - соотношение потерь времени (задержек) при движении транспортных средств и (или) пешеходов до и после реализации мероприятий по организации дорожного движения при условии обеспечения безопасности дорожного движения



Общие сведения. Понятие эффективности



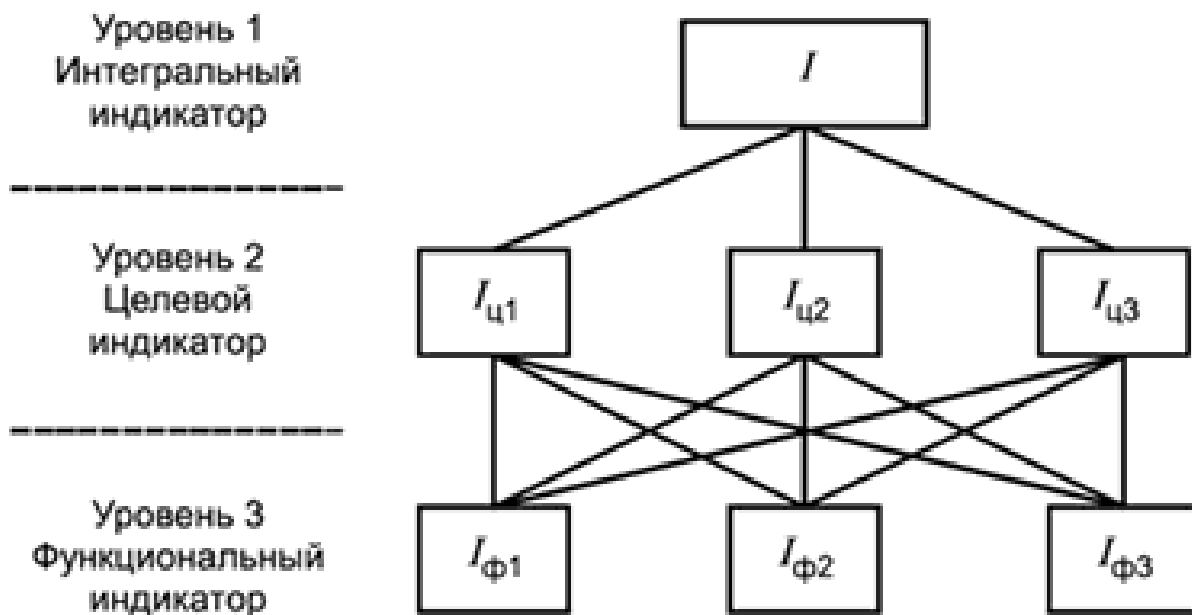
Выбор наиболее оптимального варианта проекта ИТС осуществляется экспертным методом путем сравнения эффективности ИТС с его расчетной стоимостью внедрения.

Оценку эффективности ИТС следует проводить с применением средств имитационного моделирования.

Оценку эффективности ИТС на этапе обоснования следует проводить путем сравнения значения индикаторов эффективности работы транспортного комплекса без внедрения ИТС, со значениями рассчитанных показателей.

Оценку эффективности ИТС на этапе эксплуатации следует проводить путем сравнения значений индикаторов эффективности за текущий период, со значениями показателей, рассчитанных в предыдущий период функционирования ИТС, и со значениями показателей, определенных на этапе обоснования.

Оценку эффективности ИТС на этапе эксплуатации следует проводить не реже чем раз в три года.





Общие сведения. Параметры эффективности ИТС



Архитектура индикаторов эффективности, применяемая при обосновании проектов ИТС, должна состоять из уровней:

- интегральных индикаторов по субъектам;
- целевых индикаторов;
- функциональных индикаторов.

Уровень интегральных индикаторов по субъектам включает три группы индикаторов:

- государственная группа – органы исполнительной власти государства, основное назначение которой организация практического исполнения Конституции и законов Российской Федерации в процессе управленческой деятельности, направленной на удовлетворение общественных интересов, запросов и нужд населения, соблюдая стратегические интересы страны в целом;

- социальная группа – население государства с собственными морально-этическими нормами и устоями, которое является основным пользователем ИТС, обеспечивающих повышение уровня качества транспортного обслуживания и жизни населения в целом;

- коммерческая группа – юридические лица, преследующие извлечение прибыли в качестве основной цели своей деятельности, получение которой происходит путем предоставления платных сервисных услуг, сокращения затрат и издержек на осуществление транспортных процессов.

Результатом формирования индивидуальной для каждого субъекта структуры индикаторов оценки эффективности проекта ИТС является выстроенная архитектура индикаторов. Разработка архитектуры индикаторов проекта ИТС проводится на основании целей и задач, указанных заказчиком на этапе обоснования.

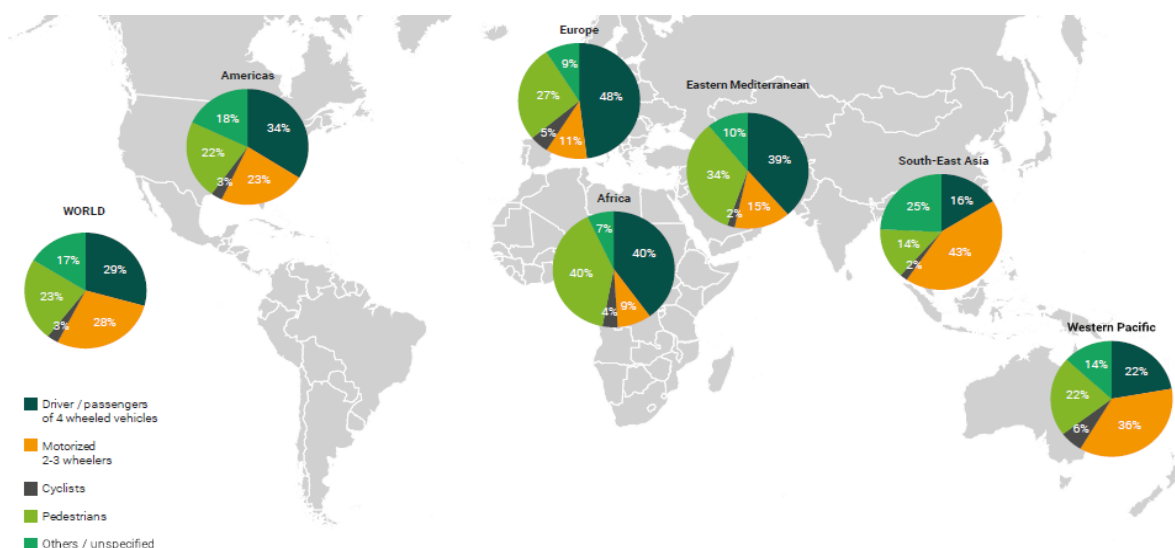
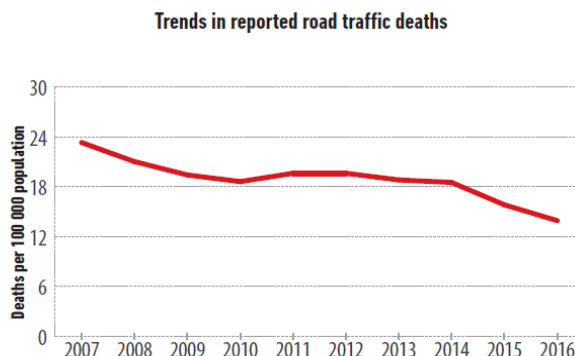
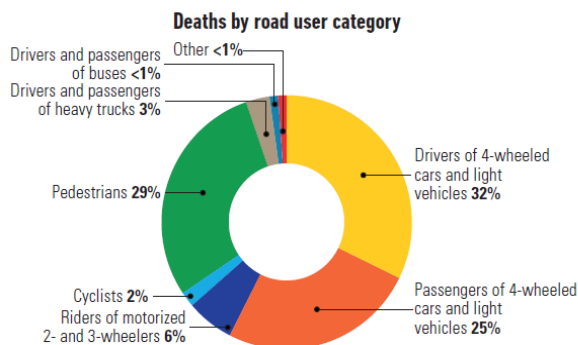
Проведение анализа изменения индикаторов эффективности рассматриваемого проекта ИТС в рамках представленной архитектуры каждой группы пользователей ИТС необходимо осуществлять с учетом изменения индикаторов эффективности остальных групп. На стадии обоснования следует оценить изменения индикаторов эффективности и определить возможное отрицательное влияние проекта ИТС на каждую группу пользователей ИТС для предотвращения внедрения несоответствующих государственной транспортной стратегии проектов ИТС.





Целевые индикаторы	Интегральный индикатор эффективности		
	Государственная группа пользователей	Социальная группа пользователей	Коммерческая группа пользователей
	Функциональные индикаторы эффективности		
Обеспечение БДД	<ul style="list-style-type: none">- Количество ДТП- Количество раненых- Количество погибших- Объемы повреждений ТС- Объемы повреждений ТИ- Объемы повреждений грузов		<ul style="list-style-type: none">- Объемы повреждений ТС- Объемы повреждений ТИ- Объемы повреждений грузов
Обеспечение экологической безопасности	<ul style="list-style-type: none">- Объемы выбросов загрязняющих веществ (Окиси углерода, окиси азота, углеводороды)- Объемы пылевого загрязнения (от износа шин, тормозных систем и сцепления)- Уровень шумового загрязнения		-
Повышение грузооборота	<ul style="list-style-type: none">- Объем перевозки- Эксплуатационные расходы- Скорость движения	-	<ul style="list-style-type: none">- Объем перевозки- Эксплуатационные расходы- Скорость движения
Повышение пассажирооборота	<ul style="list-style-type: none">- Объем перевозки- Эксплуатационные расходы- Скорость движения	-	<ul style="list-style-type: none">- Объем перевозки- Эксплуатационные расходы- Скорость движения
Повышение финансовой привлекательности ИТС	<ul style="list-style-type: none">- Прибыль- Эксплуатационные расходы	-	<ul style="list-style-type: none">- Прибыль- Эксплуатационные расходы
Повышение комфорта пользователей	<ul style="list-style-type: none">- Время в пути- Надежность информации- Стоимость поездки- Мобильность пользователей		
Повышение качества работы транспортного комплекса	<ul style="list-style-type: none">- Пропускная способность дороги- Уровень загрузки движением- Протяженность участков дорог, обслуживающих движение в режиме перегрузки		

Показатели дорожно-транспортной аварийности



Абсолютные

- число ДТП
- число погибших
- число раненых

Показатели ДТА

Относительные

- отношение числа ДТП или погибших к 100 тыс. жителей
- отношение числа ДТП или погибших к 10 тыс. ТС
- отношение числа ДТП или погибших к 10 тыс. водителей
- отношение числа ДТП или погибших к 1 км дороги
- !отношение числа ДТП или погибших к 1 млн. авт-км пробега ТС
- тяжесть последствий в ДТП (к-во погибших/к-во пострадавших)
- социальный риск
- транспортный риск





Контрольные вопросы



- Каковы мировые тенденции изменения уровня автомобилизации и уровня аварийности?

Ответ:

- Как связаны основные показатели уровня и качества жизни населения с показателями дорожно-транспортной аварийности?

Ответ:

Задание для самостоятельной работы

Из отчета «GLOBAL STATUS REPORT ON ROAD SAFETY 2018» выбрать 8 стран в соответствии с вариантом (1-й вариант – первые 5 стран, 2-й вариант – следующие 5 и т.д.). Для каждой из стран выполнить характеристику:

- Общее количество зарегистрированных транспортных средств
- Общее количество погибших в ДТП
- Доля водителей ТС, погибших в ДТП
- Доля пассажиров ТС, погибших в ДТП
- Доля пешеходов, погибших в ДТП
- Доля велосипедистов, погибших в ДТП

Результаты свести в одну таблицу. Охарактеризовать страны по выбранным показателям

Задание выполнить в рабочей тетради на дополнительном листе

<https://cloud.mail.ru/public/NmoV/f5Atxfd8g> - статистика по ссылке 



«МАДИ(ГТУ) - ДГТУ. Каков счет?» / Журнал «Организация движения и транспортное планирование», №2(7), 2022



<http://tepcenter.ru/page29690785.html>



«Россия:Чехия!». Сравнение систем подготовки бакалавров» / Журнал «Организация движения и транспортное планирование», №1(2), 2021



<http://tepcenter.ru/page24861017.html>



Е.И. Бабенко, П.Д. Герасимова «Организация движения в наших руках» / Журнал «Организация движения и транспортное планирование», №4(9), 2022



<http://tepcenter.ru/page33519240.html>



Информация о дорожном движении преимущественно состоит из характеристик транспортного и пешеходного потока. Номенклатура характеристик постоянно развивается. Выделим часто применяемые.

Интенсивность движения - это количество транспортных средств (пешеходов, велосипедистов), проходящих через поперечное сечение автомобильной дороги (пешеходных, велосипедных путей сообщения) в единицу времени (год, месяц, сутки или один час).

Применяемые методы учета интенсивности движения (транспортных средств, пешеходов, велосипедистов) и состава транспортных средств предназначены для получения и накопления информации об общем количестве транспортных средств (пешеходов, велосипедистов) и составе транспортного потока, проходящих в единицу времени через поперечное сечение дороги (путей сообщения пешеходов, велосипедистов) в каждом из разрешенных направлений движения.

Применимы 2 группы методов мониторинга интенсивности движения (транспортных средств, пешеходов, велосипедистов) и состава транспортных средств (натурные, отчетно-статистические), к которым относятся:

1. Визуальный ручной учет на временных пунктах учета
2. Визуальный учет по видеоизображениям (в режиме реального времени или видеозаписям) на стационарных или временных пунктах мониторинга

3 Автоматизированный учет с применением транспортных детекторов

Обследование интенсивности движения и состава транспортных средств рекомендуется в дни и часы наибольшего транспортного спроса. Определять пиковые дни и периоды суток следует предварительным круглосуточным мониторингом интенсивности движения на характерных участках и в узлах дорожной сети.

Визуальный учет по видеоизображениям (в режиме реального времени или видеозаписям) на стационарных или временных пунктах мониторинга повышает эффективность работы за счет возможности одновременной работы учетчиков.

Первичные видеоматериалы, результаты обработки (с использованием карточек учета интенсивности) подлежат обязательной регистрации в системе документационного учета предприятия, хранения и передачи заказчику работ (при необходимости). Хранить видеоматериалы (при выполнении периодических и систематических работ по мониторингу интенсивности движения) следует до поступления следующих результатов учета. Все видеоизображения должны иметь индикацию даты и времени с обязательной астрономической синхронизацией.

Любые визуальные методы учета интенсивности движения и состава транспортных средств предусматривают необходимость подготовки пунктов мониторинга, с оценкой возможности работы на них наблюдателей, необходимости автомобилей технической поддержки.



Параметры дорожного движения



Легковой фургон



Легковой автомобиль с прицепом (легковой автопоезд)



«Легкие» двухосные грузовые автомобили



Одиночные грузовые автомобили - двухосные



Одиночные грузовые автомобили - трехосные



Одиночные грузовые автомобили - четырехосные



«Легкие» грузовые автопоезда



Прицепной автопоезд шестисосный



Седельный автопоезд пятиосный



Прицепной автопоезд трехосный



Прицепной автопоезд четырехосный



Седельный автопоезд четырехосный



Седельный автопоезд с числом осей 6 и более



Тяжеловоз (трал) с числом осей более шести



Малые автобусы



Средние автобусы



Большие автобусы





Параметры (характеристики) дорожного движения



Состав транспортных средств – это процентное соотношение различных типов транспортных средств в потоке.

Мониторинг состава транспортных средств предусматривает выделение в транспортном потоке транспортных средств различного типа. Доля транспортных средств каждой расчетной категории рассчитывается по формуле:

$$S_i = \frac{100 \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n N_i}, \%$$

где:

N_i – количество транспортных средств i -го типа, прошедших через сечение дороги в одном направлении за время наблюдения, авт/ч;

n – количество учитываемых типов транспортных средств.

Плотность транспортного потока – пространственная характеристика, отражающая количество ТС, приходящихся на 1 км полосы автомобильной дороги, авт/км.

Чем меньше плотность ТП, тем комфортнее условия движения. В зависимости от плотности потока, движение по степени стесненности подразделяют на *свободное, частично связанное, насыщенное, колонное*.

Скорость движения – важнейшая характеристика дорожного движения, представляющая целевую функцию дорожного движения и определяющая эффективность транспортной системы.

Темп движения (удельное время движения) – показатель, обратный скорости (время затраченное на преодоление единицы пути)

Время движения – время, в течение которого скорость ТС отлична от нуля

Время стоянки – время, в течение которого скорость ТС равна нулю

Время задержки – время, потерянное в результате снижения скорости ниже расчетного или желаемого значения по причине остановок

Между интенсивностью движения, скоростью движения и плотностью транспортного потока существует определенная взаимосвязь и соотношение, которое называется *фундаментальным выражением транспортного потока, классическим уравнением транспортного потока, классической макромоделью транспортного потока и уравнением основной диаграммы транспортного потока*.

$$N = k \cdot v$$

N – интенсивность движения, ед/ч,

k – плотность транспортного потока, ед/км,

v – скорость транспортного потока, км/ч



Скорость движения транспортных средств (км/ч, м/с) – расстояние, пройденное транспортным средством за единицу времени.

Обследование скорости движения транспортных средств проводят в целях получения усредненных данных скорости движения транспортного потока или мгновенной скорости движения транспортных средств.

Различают следующие скорости движения: расчетную, мгновенную, сообщения и скорость свободного движения.

Мгновенные скорости различают 15, 50 и 85%-ной обеспеченности. Скорость 15%-ной обеспеченности показывает скорость медленно движущихся автомобилей. Скорость 50%-ной обеспеченности соответствует средней мгновенной скорости всех автомобилей в транспортном потоке. Скорость 85%-ной обеспеченности показывает скорость, которую не превышает основная часть потока автомобилей. Эта скорость обычно используется при выборе средств организации движения и введении ограничения скоростей.

Применимы 4 группы методов определения скорости движения (натурный, расчетный, отчетно-статистический, методы моделирования дорожного движения), среди которых:

1. Автоматизированная регистрация скорости движения отдельных транспортных средств радар-детекторами на временных пунктах мониторинга.

2. Автоматическая регистрация скорости движения транспортных средств стационарными транспортными детекторами.

3. Определение скорости движения по данным ГЛОНАСС/GPS треков контрольных транспортных средств (движущихся в режиме «плавающего автомобиля»).

4. Определение скорости движения по данным специальных сервисов или операторов мобильной связи. При использовании больших данных для мониторинга параметров движения соответствующий оператор должен представить алгоритмы и методы агрегирования данных, фильтрации разнородных данных, устранения ошибочных данных, пополнения пропущенных данных, доказать достоверность данных мониторинга.

5. Расчет значений скорости движения по результатам визуальной регистрации времени движения отдельных транспортных средств.

6. Расчет значений скорости движения по результатам визуальной регистрации времени движения отдельных транспортных средств по видеоизображениям (в режиме реального времени или видеозаписям).

7. Расчет значений скорости движения по данным значений интенсивности движения и плотности движения.

Определение скорости стационарными транспортными детекторами может осуществляться одновременно с получением данных об интенсивности движения и составе транспортного потока на тех же пунктах учета и объектах транспортной инфраструктуры.



Плотность движения – количество автомобилей, приходящееся на 1км полосы дины дороги.

Применимы 4 группы методов определения плотности движения (натурный, расчетный, отчетно-статистический, методы моделирования дорожного движения), среди которых:

1. Автоматическое определение стационарными транспортными детекторами на основе занятости транспортного детектора и состава транспортных средств.

2. Расчет значений плотности на основе значений интенсивности и скорости, полученных в данном месте в этот же промежуток времени.

Определение плотности стационарными транспортными детекторами может осуществляться одновременно с получением данных об интенсивности движения и составе транспортного потока на тех же пунктах учета и объектах транспортной инфраструктуры.

Расчет значений плотности движения по данным значений интенсивности движения и скорости движения осуществляется на основании зависимости для основной диаграммы транспортного потока, т.е. графически (при ее построении) или аналитически.

Применимы 2 группы методов определения средней **задержки транспортных средств**: расчетные методы (по данным значений времени движения транспортных средств при оценке скорости движения), методы моделирования дорожного движения.

Для фактически наблюдаемых условий движения средняя задержка транспортных средств в движении на километр сети дорог рассчитывается так:

$$t_s = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i}$$

- где m_i - число полос движения в одном направлении для i-го участка дороги
 t_i - средняя задержка транспортных средств в движении на участке дороги, час
 l_i - протяженность i-го участка дороги, км





Средняя задержка транспортных средств в движении на участке дороги рассчитывается следующим образом:

$$t_i = \bar{T} - \bar{T}_{\text{св}}$$

где \bar{T} - среднее время движения по участку дороги, час

$\bar{T}_{\text{св}}$ - среднее время движения транспортных средств по участку дороги в условиях свободного движения, час

$$\bar{T}_{\text{св}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^{\text{св}}}{n}$$

где n - количество проездов транспортных средств по участку дороги

$t_i^{\text{св}}$ - время проезда участка дороги в условиях свободного движения, зафиксированное при i -м проезде транспортного средства, час

Для условий свободного движения средняя задержка транспортных средств в движении на километр сети дорог рассчитывается так:

$$t_s^{\text{э}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot t_i^{\text{э}}}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i}$$

где m_i - число полос движения в одном направлении для i -го участка дороги

l_i - протяженность i -го участка дороги, км

$t_i^{\text{э}}$ - средняя задержка транспортных средств в движении на участке дороги, час

Средняя задержка транспортных средств в движении на участке дороги рассчитывается:

$$t_i^{\text{э}} = \bar{T}_{\text{св}} - T_{\text{э}}$$

где $T_{\text{э}}$ - расчетное время движения транспортных средств по участку дороги с максимальной допустимой скоростью, час

$\bar{T}_{\text{св}}$ - среднее время движения транспортных средств по участку дороги в условиях свободного движения, час



Параметры (характеристики) дорожного движения



Все величины находятся в сложной взаимосвязи, и дают комплексную оценку условиям движения. Эту зависимость делят на зоны (уровни обслуживания), которые соответствуют определенным условиям движения (с определенными сочетаниями интенсивности движения, скорости и плотности)

Уровень обслуживания определяется граничными значениями следующих показателей:

- коэффициент загрузки (отношение текущей интенсивности движения к пропускной способности) - z ;
- коэффициент скорости (отношение текущей скорости транспортного потока к скорости свободного движения) - c ;
- коэффициент насыщения (отношение текущей плотности транспортного потока к ее максимальному значению) - ρ .

УО	Характеристика уровня обслуживания	z	c	ρ
A	Свободный поток. ТС движутся с максимально разрешенной скоростью. Маневры выполняются в свободных условиях. Задержки на регулируемых пересечениях минимальны	$< 0,2$	$> 0,9$	$< 0,1$
B	Свободные условия сохраняются при большей плотности ТП	$0,2-0,45$	$0,7-0,9$	$0,1-0,3$
C	ТП стабилен, его скорость может снижаться до 50%. Необходимость выполнения маневров возрастает вместе с задержкой	$0,45-0,7$	$0,55-0,7$	$0,3-0,7$
D	Значительно снижается скорость потока и возрастает его плотность. Условия движения не комфортны, растет время задержки	$0,7-0,9$	$0,4-0,55$	$0,7-1,0$
E	Нестабильные условия движения с резким колебанием скорости ТП. Предзаторовое состояние	$0,9-1,0$	$< 0,4$	$1,0$
F	Нестабильные условия движения с длительными задержками. Затор	$1,0$	$0,3$	1

Временной индекс – это удельные потери времени транспортного средства на единицу времени движения транспортного средства

Показатель перегруженности дорог – это доля времени, в течение которого на участке дороги сохраняются условия движения, соответствующие неудовлетворительному уровню обслуживания дорожного движения

Буферный индекс – это удельные дополнительные затраты времени движения транспортного средства, обусловленные непредсказуемостью условий движения и рассчитывается как отношение времени движения по участку дороги к среднему времени движения по этому участку дороги, которое не превышает 85% обследованных проездов транспортных средств по этому участку дороги.



Параметры дорожного движения



Уровень обслуживания дорожного движения – это показатель, выражающий отношение средней скорости движения транспортных средств к скорости транспортных средств в условиях свободного движения.

Числовые значения отношения средней скорости движения транспортного потока при рассматриваемом уровне обслуживания к средней скорости свободного движения (коэффициент скорости движения) используются для определения допустимых и критических уровней обслуживания дорожного движения и выражают отклонение фактических значений транспортного потока от его нормативных значений.

Уровень А. Средняя скорость движения транспортных средств составляет не менее 90% скорости, соответствующей условиям свободного движения для данной категории дорог. Средняя задержка транспортных средств на регулируемых пересечениях составляет менее 10 секунд.

Уровень обслуживания А соответствует условиям, при которых отсутствует взаимодействие между автомобилями. Максимальная интенсивность движения не превышает 20% от пропускной способности. Водители свободны в выборе скоростей. Скорость практически не снижается с ростом интенсивности движения. По мере увеличения загрузки число дорожно-транспортных происшествий (ДТП) несколько уменьшается, но практически все они имеют тяжелые последствия.

Уровень В. Средняя скорость движения транспортных средств составляет 70-90% скорости, соответствующей условиям свободного движения для данной категории дорог. Средняя задержка транспортных средств на регулируемых пересечениях составляет 10-20 секунд.

При уровне обслуживания В проявляется взаимодействие между автомобилями, возникают отдельные группы автомобилей, увеличивается число обгонов. При верхней границе обслуживания В число обгонов наибольшее. Максимальная скорость на горизонтальном участке составляет примерно 80% от скорости в свободных условиях, максимальная интенсивность - 50% от пропускной способности. Скорости движения быстро снижаются по мере роста интенсивности. Число ДТП увеличивается с ростом интенсивности движения.

Уровень С. Средняя скорость движения транспортных средств составляет 50-70% скорости, соответствующей условиям свободного движения для данной категории дорог. Средняя задержка транспортных средств на регулируемых пересечениях составляет 20-35 секунд.

При уровне обслуживания С происходит дальнейший рост интенсивности движения, что приводит к появлению колонн автомобилей. Максимальная интенсивность составляет 75% от пропускной способности. Число обгонов сокращается по мере приближения интенсивности к предельной для данного уровня. Максимальная скорость на горизонтальном участке составляет 70% от скорости в свободных условиях, отмечаются колебания интенсивности движения в течение часа. С ростом интенсивности движения скорости снижаются незначительно, общее число ДТП увеличивается.

Параметры дорожного движения

Уровень D. Средняя скорость движения транспортных средств составляет 40-50% скорости, соответствующей условиям свободного движения для данной категории дорог. Средняя задержка транспортных средств на регулируемых пересечениях составляет 35-55 секунд.

При уровне обслуживания D скорость начинает уменьшаться с увеличением загрузки дороги движением, плотность движения резко возрастает. Свобода маневрирования автомобилей ограничена, водители ощущают снижение физического и психологического уровней комфорта. Даже при небольших ДТП возникают заторы, связанные с отсутствием возможности объезда мест совершения ДТП.

При уровне обслуживания D формируется колонное движение с небольшими разрывами между ними. Обгоны отсутствуют. Между проходами автомобилей в потоке преобладают интервалы меньше 2 с. Наибольшая скорость составляет 50-55% от скорости движения в свободных условиях. Скорости движения с ростом интенсивности меняются незначительно. Число ДТП непрерывно увеличивается и начинает несколько снижаться при интенсивности движения, близкой к пропускной способности.

Уровень E. Средняя скорость движения транспортных средств составляет 33-40% скорости, соответствующей условиям свободного движения для данной категории дорог. Средняя задержка транспортных средств на регулируемых пересечениях составляет 55-80 секунд.

При уровне обслуживания E автомобильная дорога функционирует в режиме пропускной способности, автомобили движутся непрерывной колонной с частыми остановками; скорость в периоды их движения составляет 35-40% от скорости в свободных условиях, а при заторах равна нулю. Интенсивность движения меняется от нуля при возникновении заторов до интенсивности, равной пропускной способности. Число ДТП уменьшается по сравнению с другими уровнями загрузки, снижаются тяжесть и величина потерь от ДТП. Могут иметь место цепные ДТП с участием более пяти автомобилей.

Уровень F. Средняя скорость движения транспортных средств составляет не более 33% скорости, соответствующей условиям свободного движения для данной категории дорог. Средняя задержка транспортных средств на регулируемых пересечениях превышает 80 секунд.

При уровне обслуживания F наблюдается наличие участков слияния и переплетения транспортных потоков; интенсивность в пиковые периоды превышает пропускную способность дороги, возникают полная остановка движения транспортного потока и заторы. Наблюдаются большие очереди автомобилей перед участками заторов и полная остановка движения.

Основными характеристиками уровней обслуживания являются:

- коэффициент (уровень) загрузки дороги движением;
- коэффициент скорости;
- коэффициент насыщения движением.

Параметры дорожного движения

Коэффициент загрузки определяется отношением фактической интенсивности движения к практической пропускной способности участка дороги.

Изменение скорости движения при различных нагрузках дорог оценивает **коэффициент скорости движения** (отношение средней скорости движения при рассматриваемом уровне обслуживания к скорости движения в свободных условиях при уровне обслуживания А).

Плотность транспортных потоков оценивает **коэффициент насыщения движением** (отношение средней и максимальной плотности движения).

Доступны 3 группы методов определения уровня обслуживания дорожного движения на объектах транспортной инфраструктуры (расчетные методы, отчетно-статистические методы, методы моделирования дорожного движения): по данным значений времени задержки, по данным значений скорости движения, по данным значений плотности движения, по данным значений интенсивности движения.

Характеристика уровней обслуживания сети дорог

Уровень обслуживания	Средняя скорость движения транспортных средств на сети дорог (доля скорости свободного движения, %)
A	≥ 90
B	70 – 90
C	50 – 70
D	40 – 50
E	33 – 40
F	≤ 33

Среднее значение уровня обслуживания для сети дорог определяется на основе значения средней скорости движения транспортных средств на сети дорог. Средняя скорость движения транспортных средств на сети дорог рассчитывается следующим образом:

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i \cdot \bar{V}_i}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i}$$

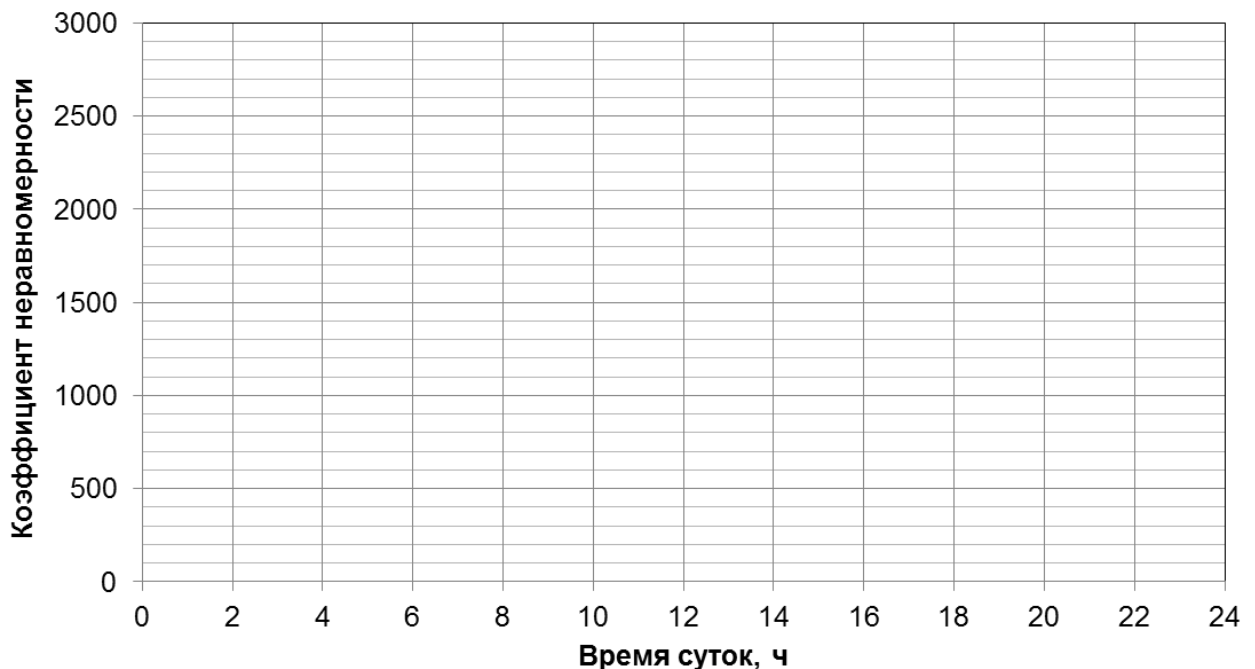
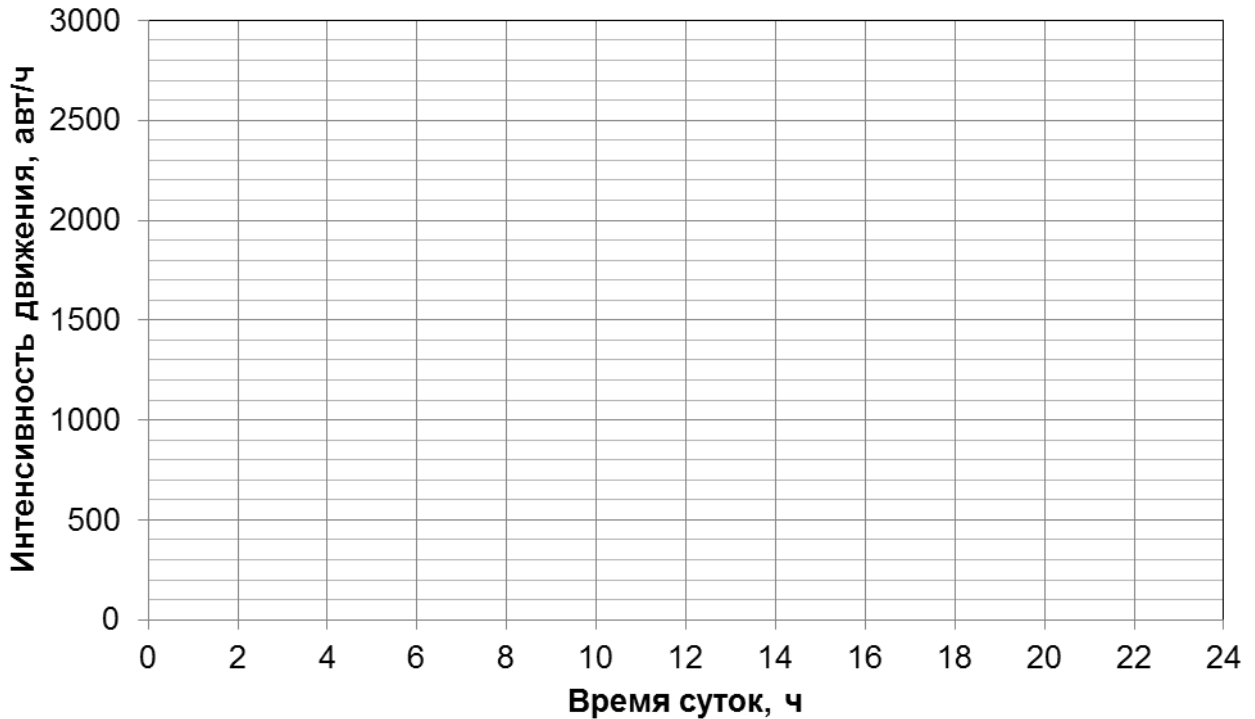
где m_i - число полос движения в одном направлении для i-го участка дороги
 l_i - протяженность i-го участка дороги, км
 \bar{V}_i - значение средней скорости движения транспортных средств на i-м участке дороги, км/ч



Задание для самостоятельной работы



- 1) Изобразите (от руки) график изменения интенсивности движения по времени суток с любой динамикой
- 2) По данным графика изменения часовой интенсивности движения посчитайте уровень обслуживания для каждого часа и обозначьте его на графике

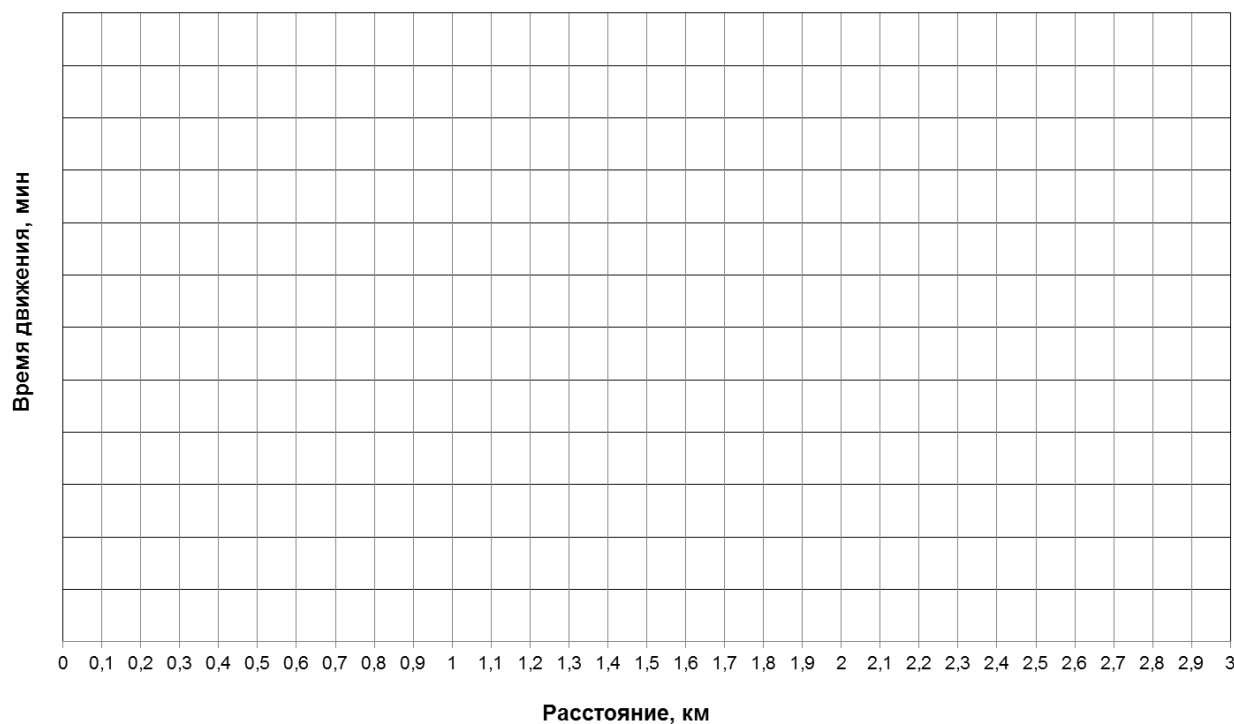
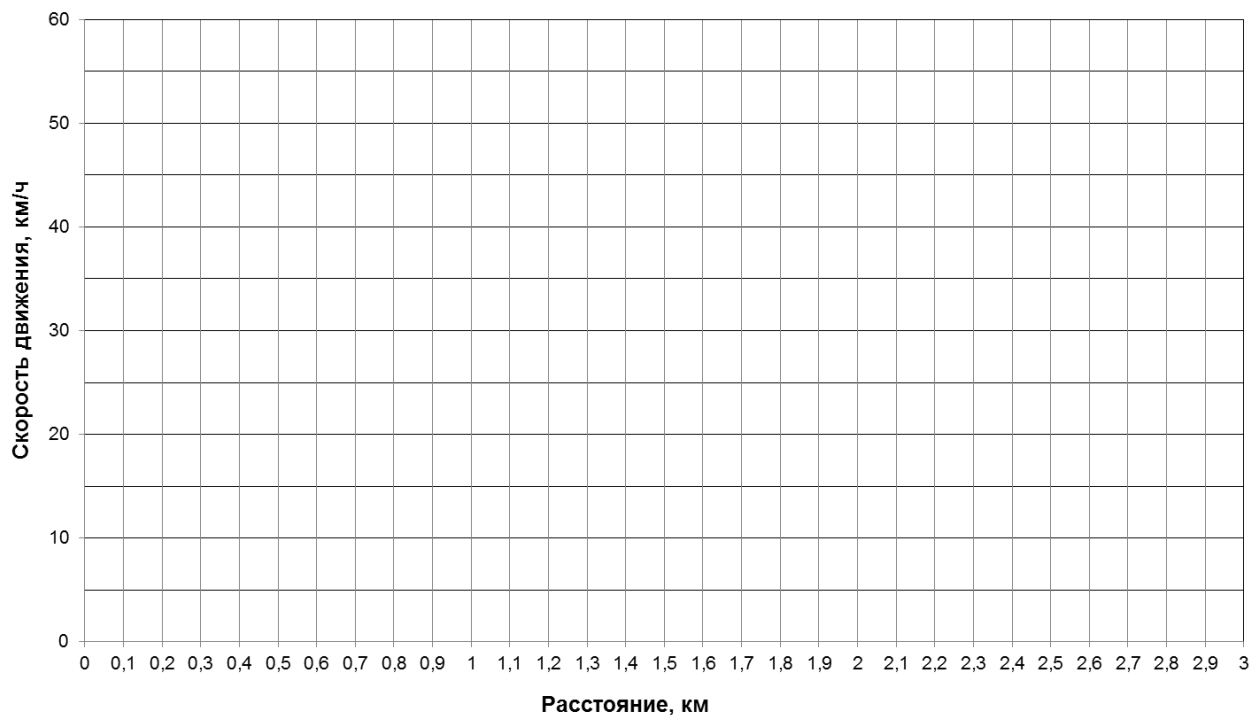




Задание для самостоятельной работы



1) По данным графика изменения фактической скорости движения и скорости движения в свободных условиях определить значения времени задержки и построить график ее накопления





Параметры дорожного движения



Временной индекс – это удельные потери времени транспортного средства на единицу времени движения транспортного средства.

Различают 3 группы методов для определения временного индекса: натурные методы, расчетные методы, методы моделирования дорожного движения.

Расчет временного индекса осуществляется для фактически наблюдаемых условий движения и условий свободного движения:

Методика определения временного индекса, основанная на данных «плавающих автомобилей» и «Big Data».

При определении временного индекса для участка по всей совокупности треков, первоначально определяется значение временного индекса для каждого трека:

$$TTI_i = \frac{TT_i^p}{TT_i^f},$$

где TTI_i – значение временного индекса в i -ом треке;

TT_i^p – время i -го трека в пиковый период;

TT_i^f – время i -го трека в свободных условиях.

Среднее значение временного индекса для j -го участка дороги по совокупности n треков определяется по следующей формуле:

$$\overline{TTI}_j = \frac{\sum_{i=1}^n TT_{i(j)}}{n}$$

Определение временного индекса на сетевом уровне в целом для обследованной сети:

Определяется суммарная длина участков обследованной сети:

$$S = \sum_{j=1}^m l_j$$

где l – длина j -го участка;

m – число обследованных участков.

Определяется доля длины каждого участка в суммарной длине обследованной сети:

$$r_j = \frac{l_j}{S}$$

Определяется взвешенное значение временного индекса для обследованной сети:

$$TTI_{network} = \sum_{j=1}^m \overline{TTI}^j * r_j$$



Параметры дорожного движения



Временной индекс указывает количество дополнительного времени для совершения поездки на данном участке сети или сети в целом. Например, значение временного индекса равное 1,5 интерпретируется следующим образом: 30-минутная поездка во внепиковый период займет 45 минут в пиковое время.

Значения временного индекса для городов с различной численностью населения

Численность населения города, млн. чел.		Значения временного индекса	
		Минимальное	Максимальное
Крупнейшие (более 1 млн.чел)	более 2	1,2	1,5
	от 1 до 2	1,15	1,4
Крупные (от 0,25 до 1 млн.чел.)	от 0,5 до 1	1,1	1,4
	менее 0,5	1,1	1,25

Показатель перегруженности дорог – это доля времени, в течение которого на участке дороги сохраняются условия движения, соответствующие неудовлетворительному уровню обслуживания дорожного движения.

Показатель перегруженности дорог может определяться 3 группами методов: расчетными методами, отчетно-статистическими методами, методами моделирования дорожного движения.

Расчетным методом, показатель перегруженности участка дороги рассчитывается следующим образом:

$$l_{\Pi i} = \frac{t^{EF}}{t_H}$$

где t^{EF} - суммарная продолжительность сохранения условий движения, соответствующих неудовлетворительным уровням обслуживания дорожного движения Е-Е на участке дороги, час

t_H - продолжительность наблюдения за участком дороги, час

Показатель перегруженности сети дорог:

$$\bar{l}_{\Pi s} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i \cdot l_{\Pi i}}{\sum_{i=1}^n m_i \cdot l_i}$$

где m_i - число полос движения в одном направлении для i-го участка дороги

l_i - протяженность i-го участка дороги, км

$l_{\Pi i}$ - показатель перегруженности i-го участка дороги



Параметры (характеристики) дорожного движения



Пешеходный поток имеет следующие (схожие) характеристики:

- Интенсивность пешеходного потока, пеш/ч
- Скорость пешеходного потока, м/с
- Плотность пешеходного потока, пеш/кв. м
- Площадь, приходящаяся на одного пешехода, кв.м/пеш
- Состав пешеходного потока (половозрастная структура, доля маломобильных пешеходов и пр.)

Показатели удобства пешеходного движения:

- Комфорт пешеходного движения (определяется степенью защиты от атмосферных воздействий и качеством покрытия пешеходных путей)
- Удобство использования пешеходных путей (определяется геометрическими параметрами пешеходных путей)
- Безопасность пешеходного движения (определяется уровнем обустройства)
- Социально-экономические потери пешеходного движения (определяются потерями от ДТП и потерями времени из-за недостатков пешеходных путей сообщения)



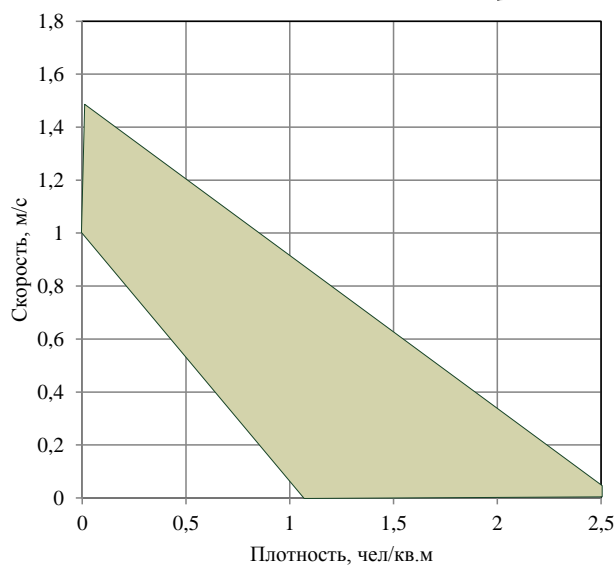
Зависимость скорости ПП от плотности ПП



При увеличении количества пешеходов скорость их перемещения падает. Фундаментальная зависимость скорости, плотности, интенсивности для пешеходного потока выглядит аналогично зависимости для транспортного потока:

$$q = k \cdot v$$

q – интенсивность движения (пеш/ч),
 k – плотность потока (пеш/кв.м),
 v – скорость потока (км/ч)



Плотность пешеходного потока, так же как и интенсивность колеблется в широких пределах, оказывая влияние на скорость движения пешеходов, пропускную способность пешеходных путей, уровень удобства движения и др. В зависимости от плотности различают свободное (менее 0,5 чел/кв.м) и стесненное движение (более 0,5 чел/кв.м).

Скорость движения человека спокойным шагом колеблется в пределах 0,5-1,5 м/с и зависит от возраста, состояния здоровья, цели передвижения, погодных условий, состояния инфраструктуры и др.

Выделяют шесть уровней обслуживания ПП:



Параметры (характеристики) дорожного движения



УО	Зона движения		
	кв.м/чел	Интенсивность движения, пеш/мин*м	Условия движения пешеходов
A	Более 5,6	менее 15	Полностью свободное, люди могут передвигаться в любом направлении
B	3,7-5,6	15 - 21	Движение свободное в любом направлении с любой скоростью
C	2,2-3,7	21 - 30	Частично свободное движение, пешеходы обгоняют друг друга (при необходимости)
D	1,4-2,2	30 - 45	Частично стесненное движение, взаимодействие пешеходов слабое
E	0,75-1,4	45 - 70	Стесненное, люди соприкасаются, свободный выбор скорости почти невозможен
F	Менее 0,75	менее 70	Полностью стесненное, движение групповое, пересечение потоков невозможно
УО	Зона ожидания		
	кв.м/чел	Условия ожидания	
A	Более 1,2	Полностью свободные, люди стоят не мешая друг другу	
B	0,9-1,2	Свободное передвижение возможно частично	
C	0,6-0,9	Частично свободные, предельные условия персонального комфорта	
D	0,3-0,6	Частично стесненные, длительное ожидание некомфортно	
E	0,2-0,3	Стесненное, люди соприкасаются друг с другом	
F	Менее 0,2	Полностью стесненное, все люди плотно соприкасаются, ожидание некомфортно	

Уровень обслуживания велосипедных путей

Уровень обслуживания	Интенсивность велосипедного движения, ед/ч*п	Уровень обслуживания	Интенсивность велосипедного движения, ед/ч*п
A	менее 40	D	100 - 150
B	40 - 60	E	150 - 195
C	60 - 100	F	более 195



«Закономерности пешеходных потоков»

Ссылка: <https://cloud.mail.ru/public/4RmJ/HvqRspGu1>





Параметры (характеристики) дорожного движения



Параметры дорожного движения	Уровни административного управления			
	Федеральный	Региональный	Муниципальный (районы)	Муниципальный (населенные пункты)
Мониторинг параметров дорожного движения на объектах инфраструктуры для транспортных средств				
Интенсивность дорожного движения	+	+	+	+
Состав транспортных средств	+	+	+	+
Средняя скорость движения транспортных средств	+	+	+	+
Плотность движения	+	+	+	+
Средняя задержка транспортных средств	+	+	+	+
Временной индекс	+	+	+	+
Уровень обслуживания дорожного движения	+	+	+	+
Показатель перегруженности дорог	+	+	+	+
Буферный индекс	+	+	+	+
Мониторинг параметров дорожного движения на объектах инфраструктуры для пешеходов				
Интенсивность движения пешеходов	+	+	+	+
Уровень обслуживания дорожного движения	+	+	+	+
Мониторинг параметров дорожного движения на объектах инфраструктуры для велосипедистов				
Интенсивность движения велосипедистов	+	+	+	+
Уровень обслуживания дорожного движения	+	+	+	+



Параметры (характеристики) дорожного движения



Параметры дорожного движения	Группы городов с различной численностью населения					Группы сельских поселений с различной численностью населения			
	Малые	Средние	Большие	Крупные	Крупнейшие	Малые	Средние	Большие	Крупные
Мониторинг параметров дорожного движения на объектах инфраструктуры для транспортных средств									
Интенсивность дорожного движения	+	+	+	+	+	-	-	-	+
Состав транспортных средств	+	+	+	+	+	-	-	-	+
Средняя скорость движения транспортных средств	+	+	+	+	+	-	-	-	+
Плотность движения	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Средняя задержка транспортных средств	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Временной индекс	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Уровень обслуживания дорожного движения	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Показатель перегруженности дорог	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Буферный индекс	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Мониторинг параметров дорожного движения на объектах инфраструктуры для пешеходов									
Интенсивность движения пешеходов	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Уровень обслуживания дорожного движения	+	+	+	+	+	-	-	-	+
Мониторинг параметров дорожного движения на объектах инфраструктуры для велосипедистов									
Интенсивность движения велосипедистов	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Уровень обслуживания дорожного движения	+	+	+	+	+	-	-	-	+



Методы исследования дорожного движения



Для получения фактических данных о движении транспортных и пешеходных потоков выполняют исследование характеристик дорожного движения, которое проводится следующими методами: документальными, натурными и методами математического моделирования:

а) Методы документационного изучения (отчетно-статистические)

Документальное изучение подразумевает изучение материала без выезда на объект исследования, т.е. в камеральных условиях (проектные и планировочные материалы о дорожной сети, её эксплуатации, материалы о маршрутной сети ОТ, отчеты, справки, статистика и др.)

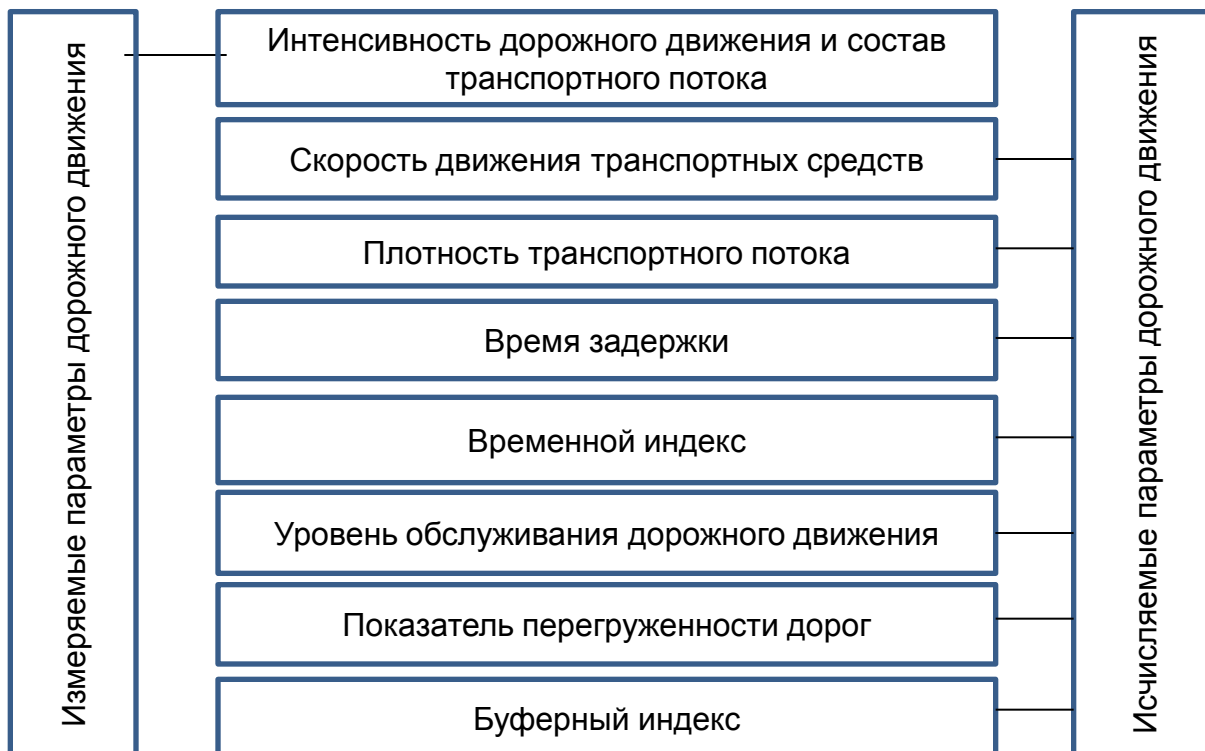
Важным разделом документального изучения является задача прогнозирования размеров (объемов, интенсивности) движения, которая базируется на гипотезе роста размеров движения. По мере необходимости, документальные данные могут уточняться натурным обследованием

б) Методы натурального исследования (измерения)

Натурные исследования заключаются в регистрации фактических условий и показателей дорожного движения. Только натурные исследования обеспечивают получение достоверной информации. Натурные исследования выполняют на стационарных постах и с помощью подвижных средств (автомобиля-лаборатории). Общим условием всех натурных методов является необходимость присутствия наблюдателей

б) Методы моделирования и расчетные методы

Спектр возможностей и задач моделирования постоянно растет с увеличением возможностей математического моделирования, которое позволяет получать характеристики недоступные при натурных исследованиях



Методы исследования дорожного движения

Натурные методы мониторинга параметров дорожного движения



Параметры дорожного движения	Группы сельских поселений			
	Малые	Средние	Большие	Крупные
Интенсивность дорожного движения	-	-	-	+
Состав транспортного потока	-	-	-	+
Скорость движения транспортных средств	-	-	-	+

Примечание: предусматривается только 3 параметра для крупных сельских поселений

Методы исследования дорожного движения



Расчетные методы мониторинга параметров дорожного движения

Скорость движения транспортных средств

- Расчет значений скорости движения по результатам визуальной регистрации времени движения отдельных транспортных средств (включая видеоизображения (в режиме реального времени или видеозаписи))
- Расчет значений скорости движения по данным значений интенсивности движения и плотности движения

Плотность транспортного потока

- Расчет значений плотности на основе значений интенсивности и скорости, полученных в данном месте в этот же промежуток времени

Время задержки

Временной индекс

- По данным значений времени движения транспортных средств при оценке скорости движения

Уровень обслуживания дорожного движения

- По данным значений по данным значений времени задержки, скорости движения, плотности движения, интенсивности движения

Показатель перегруженности дорог

- По данным значений уровня обслуживания дорожного движения

Параметры дорожного движения	Группы городов с различной численностью населения	
	Малые	Средние
Интенсивность дорожного движения	+	+
Состав транспортного потока	+	+
Скорость движения транспортных средств	+	+
Плотность транспортного потока	-	-
Время задержки	+	+
Временной индекс	-	-
Уровень обслуживания дорожного движения	-	-
Показатель перегруженности дорог	-	-
Буферный индекс	-	-



Методы исследования дорожного движения



Параметры дорожного движения	Методы мониторинга параметров дорожного движения			
	Натурные методы	Расчетные методы	Отчетно-статистические методы	Методы моделирования дорожного движения
Интенсивность дорожного движения	+		+	
Состав транспортных средств	+	+	+	+
Скорость движения	+	+	+	+
Плотность движения	+	+	+	+
Средняя задержка транспортных средств		+		+
Уровень обслуживания дорожного движения		+	+	+
Временной индекс	+	+		+
Показатель перегруженности дорог		+	+	+
Буферный индекс		+		+

Задание для самостоятельной работы



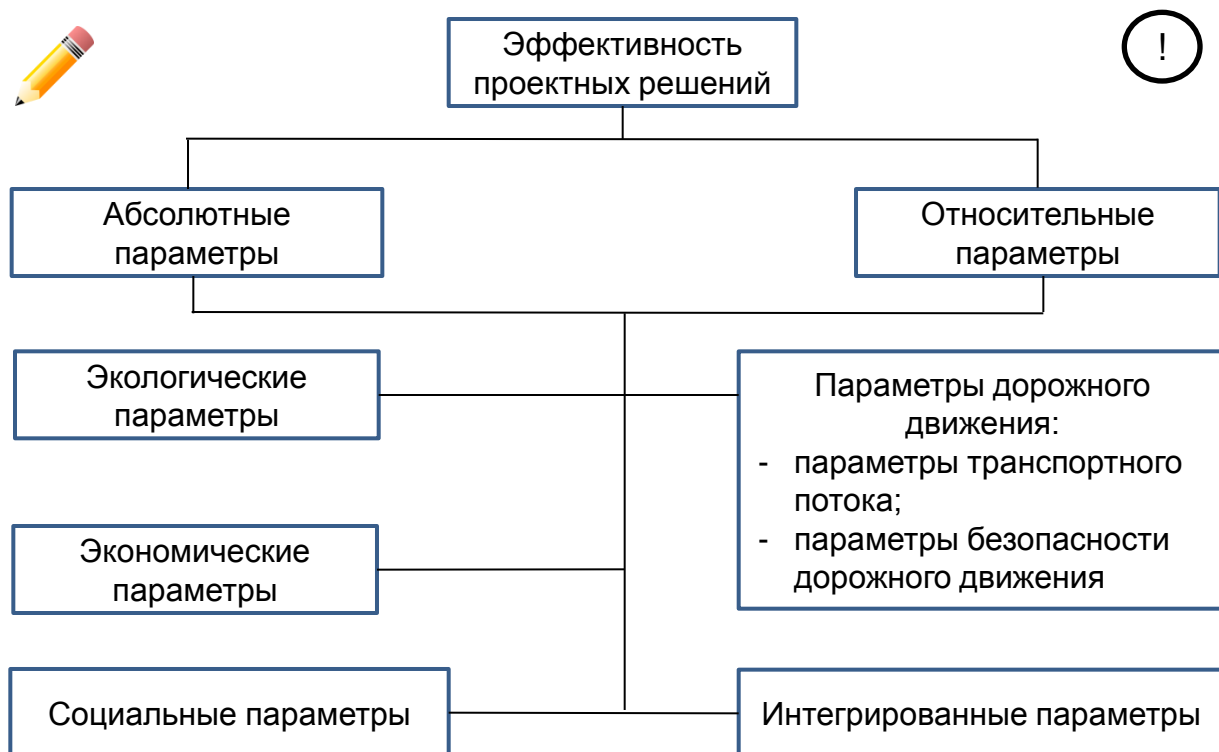
- Изучи самостоятельно примеры расчета параметров дорожного движения

Ссылка: <https://cloud.mail.ru/public/FkhV/no5eRnpeA>



Оценка эффективности проектных решений

Оценка эффективности решений по организации дорожного движения по итогам подготовки проектных решений по организации дорожного движения должна осуществляться посредством расчета показателей эффективности организации дорожного движения и безопасности дорожного движения.



Выбор проектных решений по организации дорожного движения следует осуществлять на основании результатов прогнозирования основных параметров дорожного движения с использованием программных средств и методов математического моделирования.

При моделировании дорожного движения должен осуществляться анализ и выбор средств программного обеспечения для моделирования, сбор и подготовка исходных данных для построения модели дорожного движения, ввод полученных данных в указанную модель, верификация и валидация модели, выполнение экспериментов, интерпретация и анализ их результатов, прогнозирование и построение модели перспективной ситуации, формирование отчетных материалов.

Построение модели перспективной ситуации должно осуществляться в на основе прогнозов: социально-экономического и градостроительного развития; транспортного спроса, объемов и характера передвижения населения и перевозок грузов; развития объектов транспортной инфраструктуры, развития сети дорог, уровня автомобилизации и основных параметров дорожного движения, показателей безопасности дорожного движения и негативного воздействия объектов транспортной инфраструктуры на окружающую среду и здоровье населения.



Применение моделирования для оценки эффективности проектных решений



Применение математических моделей при разработке ПОД возможно на следующих стадиях:

1. Получение исходных данных для решения задач проекта;
2. Вариантное моделирование для оперативной оценки эффективности принимаемых решений;
3. Анализ эффективности принятых решений на завершающей стадии работ или в процессе аудита проектных решений.

С учетом особенностей математических методов различных классов моделей, их применимость к обозначенным стадиям определяется по таблице

Уровень моделирования	Класс математических моделей	Стадия выполнения работ		
		Получение исходных данных	Вариантное проектирование	Анализ эффективности, аудит проектных решений
«Макро»	Аналитические	+	+	
	Имитационные	+	+	
«Мезо»	Аналитические	+	+	+
	Имитационные	+	+	+
«Микро»	Аналитические		+	+
	Имитационные		+	+

Случаи обязательного применения моделирования при разработке проектных документов по организации дорожного движения:

- Организация движения транспортных средств и пешеходов (с учетом номенклатуры методов организации движения);
- Обустройство отдельных участков, пересечений или примыканий;
- Определение местоположения и обустройства пешеходных переходов;
- Обеспечение маршрутов безопасного движения детей к образовательным организациям;
- Организация движения велосипедистов;
- Выработка решений по организации скоростного режима движения транспортных средств;
- Организация движения маршрутных транспортных средств;
- Организация движения грузовых транспортных средств;
- Решения по организации и управлению светофорным регулированием;
- Организация движения на железнодорожных переездах;
- Организация парковок.



Методические рекомендации Минтранса РФ по использованию программных продуктов математического моделирования транспортных потоков при оценке эффективности проектных решений в сфере организации дорожного движения

Применение моделирования для оценки эффективности проектных решений



Е. Гойда «Сколько стоит модель построить?» / Журнал «Организация движения и транспортное планирование», №4(9), 2022
<http://tepcenter.ru/page31812512.html>

Применение моделирования для оценки эффективности проектных решений



Анализ проектных решений происходит на основе сравнения различных сценариев:

- моделирование условий движения при совершенствовании организации дорожного движения и существующем транспортном спросе;
- прогнозирование перспективного транспортного спроса при существующей схеме организации дорожного движения;

Для каждого из этих сценариев необходимо осуществить анализ параметров эффективности и сделать выводы по проектным решениям.

Моделирование альтернативных проектных решений состоит из нескольких этапов:

- прогнозирование транспортного спроса для различных проектных решений;
- назначение параметров эффективности;
- моделирование сценариев;
- статистическая обработка результатов;
- оценка эффективности проектных решений.

При разработке альтернативных сценариев первоначально должны рассматриваться оперативные мероприятия или мероприятия, которые могут быть реализованы без строительства инфраструктурных объектов. Сюда относятся: мероприятия по внедрению новых схем организации дорожного движения, применению новых методов управления дорожным движением, организации движения общественного транспорта. Эти сценарии должны быть рассмотрены без изменения зоны моделирования. Это достигается путем моделирования каждого сценария на откалиброванной базовой сети.

На следующем этапе должны быть рассмотрены альтернативные сценарии, связанные с Инфраструктурными изменениями. В этом случае некоторые альтернативы могут требовать рассмотрения за пределами базовой сети.

Важной частью моделирования является оценка эффективности проектных решений. В качестве параметров для сравнения различных вариантов должны использоваться параметры дорожного движения: время поездки, скорость движения, плотность транспортного потока, коэффициент загрузки, длина очереди, время задержки, уровень обслуживания. Анализ эффективности проводится на сетевом и локальном уровнях.

На сетевом уровне наиболее информативными показателями являются среднее время поездки в сети, среднее время задержки, средняя скорость, общий пробег всех автомобилей в сети, количество автомобилей в сети. Эти показатели должны определяться как в целом по результатам моделирования (как правило 1 час), так и в динамике по установленным временным интервалам от 5 до 15 минут.

На локальном уровне анализ показателей эффективности должен быть произведен для участков сети на которых формируются очереди автомобилей,



Мероприятия по повышению безопасности дорожного движения. Эффективность



Обеспечение безопасности движения и высоких транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог является одним из главнейших направлений деятельности служб дорожного хозяйства.

В комплексе мероприятий, объединяющих различные методы и способы улучшения условий движения на дорогах, основными являются:

- планировочные мероприятия, обеспечивающие безопасность движения посредством совершенствования геометрических параметров плана, продольного и поперечного профиля дороги и ее элементов;
- совершенствование методов расчета и выбора параметров дорог, повышающих безопасность движения;
- оборудование дорог техническими средствами организации движения, обустройство дорог;
- повышение транспортно-эксплуатационных качеств дорожных покрытий;
- организационные мероприятия, направленные на создание в службах эксплуатации дорог специальных подразделений для решения вопросов обеспечения безопасности движения.

Мероприятия по повышению БДД	Вероятность снижения ДТП	
	Общего числа ДТП	ДТП с пострадавшими
Увеличение радиуса кривой в плане до нормативных значений	0,67	0,63
Устройство виражей с уширением проезжей части	0,36	0,27
Улучшение видимости на кривых в плане	0,22	0,65
Установка ограждений на кривых в плане	0,16	0,32
Устройство дополнительной полосы движения на подъеме	0,45	0,25
Установка ограждений на спусках	0,12	0,16
Устройство шероховатой поверхностной обработки	0,24	0,32



ОДМ 218.6.011-2013 «Методика оценки влияния дорожных условий на аварийность на автомобильных дорогах федерального значения для планирования мероприятий по повышению безопасности дорожного движения»



Мероприятия по повышению безопасности дорожного движения. Эффективность



Мероприятия по повышению БДД	Вероятность снижения ДТП	
	Общего числа ДТП	ДТП с пострадавшими
Доведение геометрических параметров обочин до норматива	0,31	0,37
Уширение обочин без учета величины уширения	0,2	0,24
Устройство разделительной полосы	0,12	0,3
Устройство переходно-скоростных полос	0,24	0,13
Устройство кольцевых пересечений	0,49	0,33
Уширение проезжей части	0,2	0,15
Оборудование автобусных остановок переходно-скоростными полосами, заездными карманами, посадочными площадками	0,34	0,44
Устройство электрического освещения	0,26	0,25
Устройство шероховатой поверхностной обработки	0,24	0,32
Повышение ровности дорожных покрытий	0,18	0,24
Удаление с обочин мачт электрического освещения	0,11	0,18
Удаление с обочин деревьев, столбов	0,18	0,28
Смягчение продольных уклонов	0,27	0,34
Постройка второй проезжей части	0,3	0,4
Строительство пересечений в разных уровнях	0,96	0,4
Строительство пересечений в разных уровнях с железными дорогами	0,86	0,8
Строительство обходов населенных пунктов	0,8	0,25



Мероприятия по повышению безопасности дорожного движения. Эффективность



Методы	Категория ДТП	Эффективность	Источник
Устройство обособленных пешеходных путей, управление доступом к территориям пешеходных пространств	Все ДТП	–6...18%	Обобщенный мировой опыт
Канализирование движения в узлах	ДТП с погибшими	–10%	Финская практика, обобщенный мировой опыт
	Все ДТП	–25...38%	
Канализирование движения на криволинейных участках кривых в плане	Все ДТП	–22%	Обобщенный мировой опыт
Канализирование движения на прямолинейных участках	Учетные ДТП на участке	–30%	Норвежская практика, мировой опыт
	Все ДТП	–21%	
Устройство кольцевых пересечений	ДТП с погибшими	–70...75%	Финская, Голландская практики
	Учетные ДТП	–65 %	
	Все ДТП	–50%	
Совершенствование информационного обеспечения	Все ДТП	–24%	Обобщенный мировой опыт
Зональное понижение скоростного режима: с 60 до 50 км/ч с 50 до 40 км/ч	ДТП с погибшими	–24%	Финская практика
	Все учетные ДТП	–10%	
	ДТП с погибшими	–48%	
	Учетные ДТП	–10...40%	
Организация жилых зон, пешеходных зон	ДТП с погибшими	–47%	Финская практика
Устройство искусственных неровностей	ДТП с погибшими	–20%	Мировой опыт
	Все ДТП	–50%	



Мероприятия по повышению безопасности дорожного движения. Эффективность



Методы	Категория ДТП	Эффективность	Источник
Устройство приподнятых пешеходных переходов	Все ДТП	–50%	Обобщенный мировой опыт
Устройство шумовых и световых полос на подходах к узлам	ДТП с погибшими	–5%	Финская практика
	Все ДТП	–28%	Обобщенный мировой опыт
	Учетные ДТП	–33%	Норвежская практика
Нанесение краевой линии разметки с эффектом вибрации (структурной разметки)	Все ДТП на участке	–30%	Обобщенный мировой опыт
	Учетные ДТП со съездом с дороги	–31%	Норвежская практика
Применение светоотражающих элементов для выделения кривых, участков примыканий	Все ДТП	–21%	Обобщенный мировой опыт
Нанесение продольной разметки	ДТП с погибшими	–10%	Финская практика. Норвежская практика
	Учетные ДТП	–24%	
	Все ДТП	–30%	
Строительство велосипедных дорожек вдоль городских дорог	Учетные ДТП с велосипедистами	–19%	Датская практика





Самостоятельная работа

