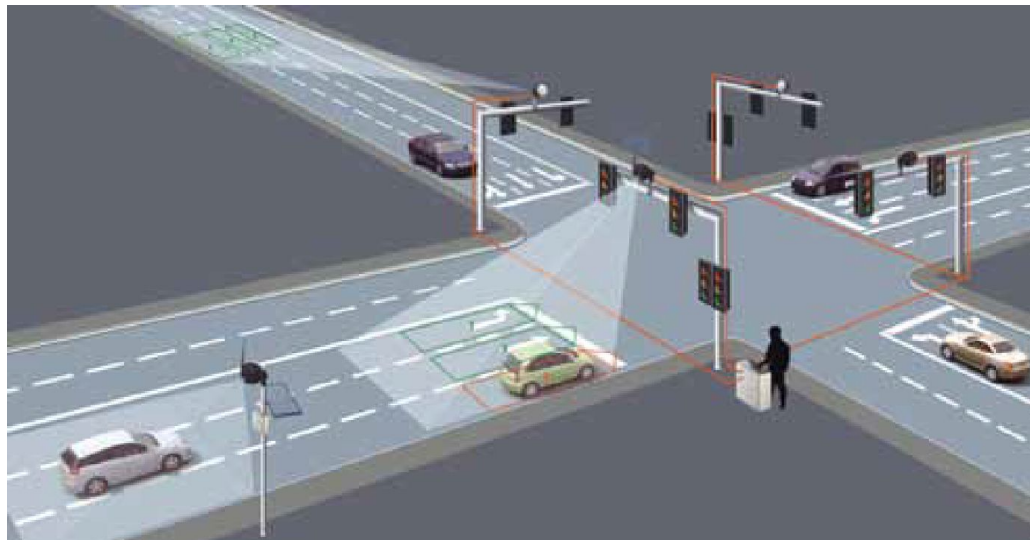


Лекция 8

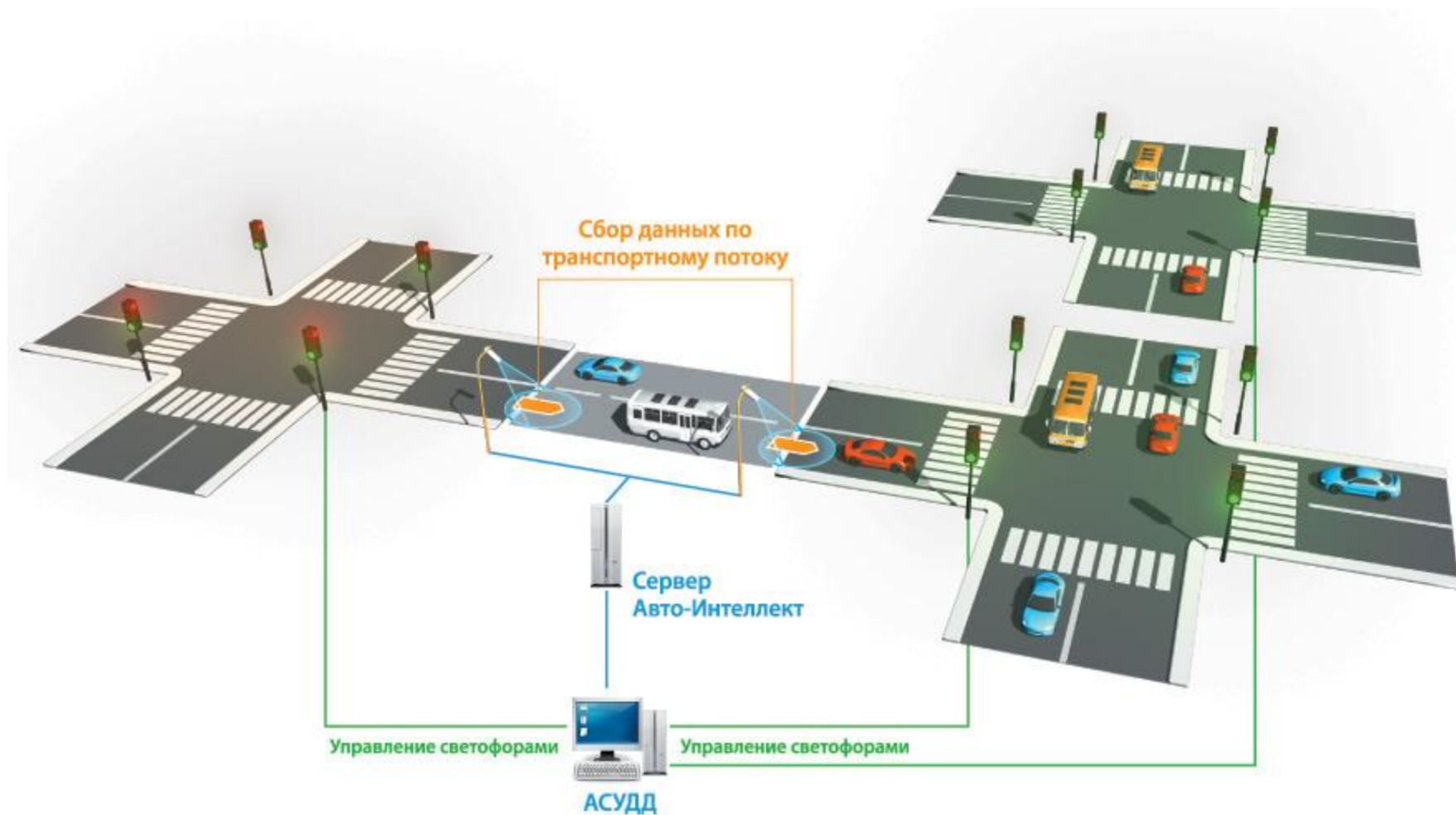
АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ



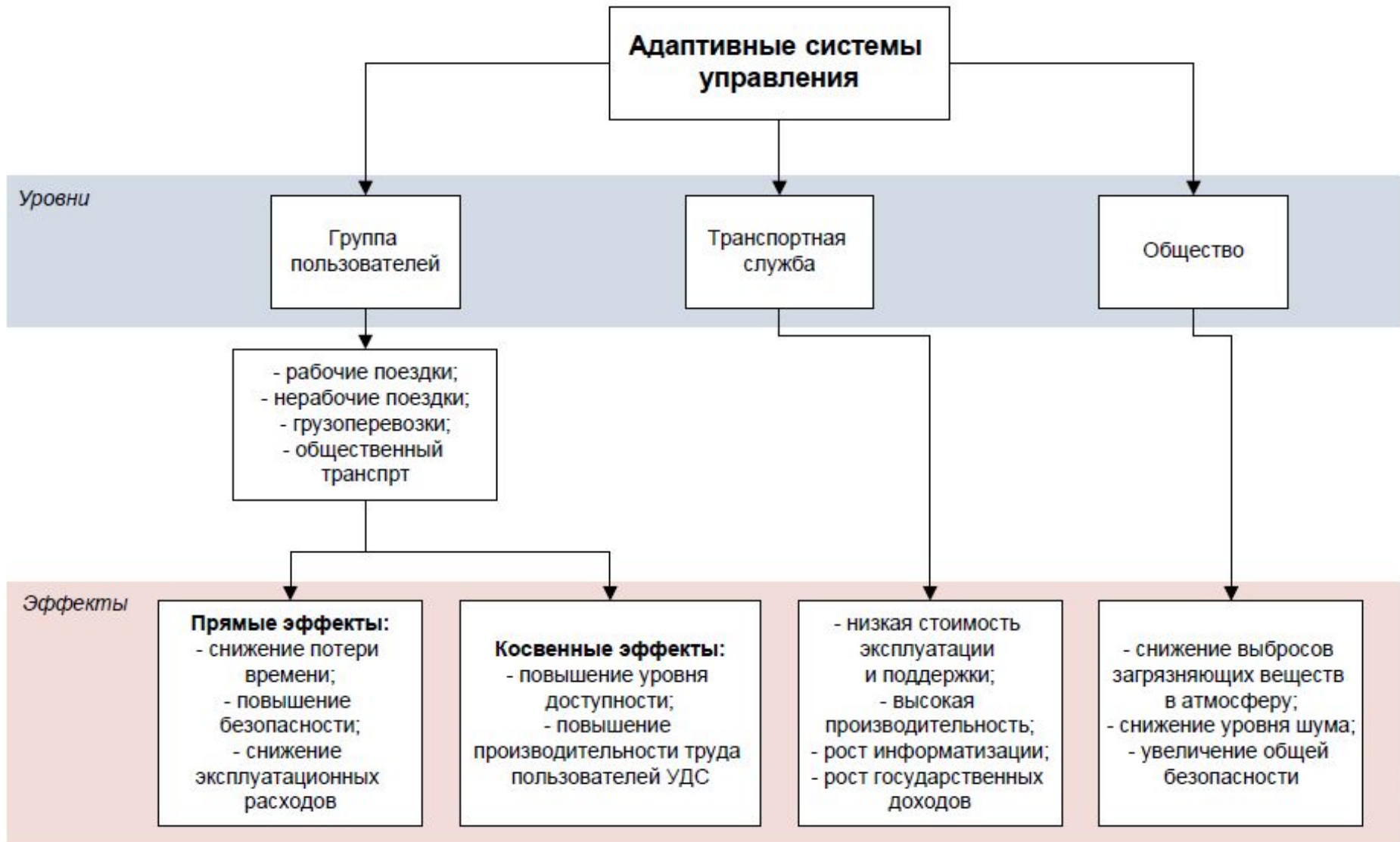
ВОПРОСЫ

- 1. АЛГОРИТМЫ АДАПТИВНОГО
УПРАВЛЕНИЯ**
- 2. АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО
УПРАВЛЕНИЯ С ПОИСКОМ РАЗРЫВА
В ПОТОКЕ**
- 3. ДЕТЕКТОРЫ ТРАНСПОРТА.
НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ**
- 4. РАЗМЕЩЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ
ДЕТЕКТОРОВ**

1 АЛГОРИТМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ



ВОЗМОЖНЫЕ ЭФФЕКТЫ ОТ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ



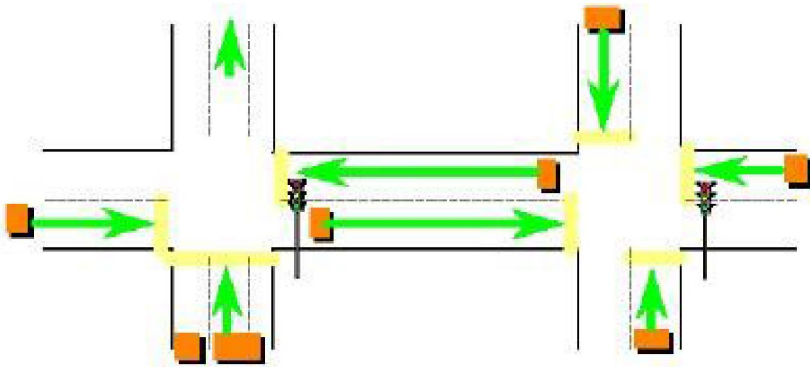
ГРУППЫ АЛГОРИТМОВ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПО СПОСОБУ ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

1. АЛГОРИТМЫ, ПРЕДУСМАТРИВАЮЩИЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ СИГНАЛОВ СВЕТОФОРА ПО ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ПЕРЕКРЕСТКА В ДАННОМ ЦИКЛЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ



Постоянное детектирование транспортных потоков позволяет производить управление дорожным движением в режиме реального времени в зависимости от реальных транспортных запросов

2. АЛГОРИТМЫ СТАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ ПО ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ПЕРЕКРЕСТКА В ДАННЫЙ МОМЕНТ ОПРЕДЕЛИТЬ ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ НА СЛЕДУЮЩИЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭТОГО СОСТОЯНИЯ



Оптимизационная Система Адаптивного контроля (ОРАС) основана на идеи что при расположении детекторов далеко от перекрестков можно получить информацию о будущих прибытиях машин.

Зная, что будет происходить в будущем – можно прогнозировать стратегию переключения сигналов светофоров. Таким образом **ОРАС** имеет предупредительный метод управления.

**3. АЛГОРИТМЫ СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА.
ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЯЮТСЯ
СЛУЧАЙНО С ОДНОВРЕМЕННЫМ
АНАЛИЗОМ КРИТЕРИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ.
УПРАВЛЕНИЕ СЧИТАЕТСЯ
ЭФФЕКТИВНЫМ ПРИ ДОСТИЖЕНИИ
МАКСИМУМА ИЛИ МИНИМУМА КРИТЕРИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ**

ВИДЫ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ 1 ГРУППЫ

- 1. АЛГОРИТМ ПОИСКА РАЗРЫВА В ПОТОКЕ
В НАПРАВЛЕНИИ ДЕЙСТВИЯ
РАЗРЕШАЮЩЕГО СИГНАЛА ПРИ
ФИКСИРОВАННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ
УПРАВЛЯЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ (ВРЕМЯ,
ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ РАЗРЫВ В ПОТОКЕ,
МИНИМАЛЬНАЯ И МАКСИМАЛЬНАЯ
ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАЗРЕШАЮЩЕГО
ТАКТА)**

**2. АЛГОРИТМ ПОИСКА РАЗРЫВА ПРИ
ПЕРЕМЕННЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ
ПАРАМЕТРАХ, ЗАВИСЯЩИХ ОТ
УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ**

**3. АЛГОРИТМЫ СРАВНЕНИЯ
ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДЕРЖКИ НА
ПОДХОДАХ К ПЕРЕКРЕСТКУ В
НАПРАВЛЕНИИ РАЗРЕШАЮЩЕГО
СИГНАЛА С ТРАНСПОРТНОЙ
ЗАДЕРЖКОЙ В КОНФЛИКТУЮЩЕМ
НАПРАВЛЕНИИ**

- 4. АЛГОРИТМ, ПРЕДУСМАТРИВАЮЩИЙ
ЛИШЬ ПРОПУСК ОЧЕРЕДЕЙ,
ОБРАЗОВАВШИХСЯ В ПЕРИОД
ДЕЙСТВИЯ ЗАПРЕЩАЮЩЕГО
СИГНАЛА**
- 5. АЛГОРИТМ, ПРЕДУСМАТРИВАЮЩИЙ
ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ДЛИТЕЛЬНОСТИ ФАЗ ВНУТРИ ЦИКЛА
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕКУЩИХ
ФАЗОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ В
КОНФЛИКТУЮЩИХ НАПРАВЛЕНИЯХ**

Достоинства алгоритмов поиска разрывов

Достоинства	Вид алгоритма поиска разрыва				
	1	2	3	4	5
Простота	+				
Меньшее влияние погрешности детекторов	+				
Обеспечение безопасности	+				
Гибкость алгоритма		+			
Минимизация общей задержки на перекрестке			+		
Учет условий движения на всех подходах к перекрестку				+	
Длительность разрешающих сигналов соответствует фактической нагрузке направления					+
Возможность применения для постоянного и переменного цикла					+

2 АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ С ПОИСКОМ РАЗРЫВА В ПОТОКЕ

ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ:

- **Минимальная длительность
основного такта $t_z \min$;**
- **Максимальная длительность
основного такта $t_z \max$;**
- **Экипажное время $t_{эк}$**

МИНИМАЛЬНАЯ ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНОГО ТАКТА $t_{3 \min}$ –

**время необходимое для пропуска ТС,
ожидающих разрешающего сигнала и
находившихся между стоп-линией и
ДТ, а также обеспечивающее
пешеходам возможность перехода
проезжей части конфликтующего
направления**

$$t_{3 \min} = 3600n_0 / M_n \quad (1)$$

где n_0 – число автомобилей, стоящих в ожидании разрешающего сигнала между стоп-линией и в среднем приходящихся на полосу движения;

M_n – среднее значение потока насыщения, приходящегося на одну полосу движения в данной фазе (для приблизительных расчетов отношение $3600 / M_n$ принимается равным 2 с)

$$t_{z \min} = 5 + B_{пш1} / v_{пш} \quad (2)$$

где $B_{пш1}$ – расстояние от тротуара до островка безопасности или линии разметки, разделяющей потоки противоположных направлений, м

В среднем $t_{z \min}$ находится в пределах 7-12 с

- **МАКСИМАЛЬНАЯ
ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНОГО
ТАКТА $t_{3\ max}$** – предельное значение длительности зеленого сигнала, исключаящее неоправданное по отношению к конфликтующему направлению увеличение разрешающего сигнала

$$t_{3 \max} = (1, 2 \div 1, 3)t_0 \quad (3)$$

где t_0 – длительность основного такта данной фазы, рассчитанная для случая жесткого управления в условиях пикового периода часов суток

- **Экипажное время $t_{эк}$** – интервал, определяющий разрыв в потоке и позволяющий ТС пройти расстояние от детектора до стоп-линии

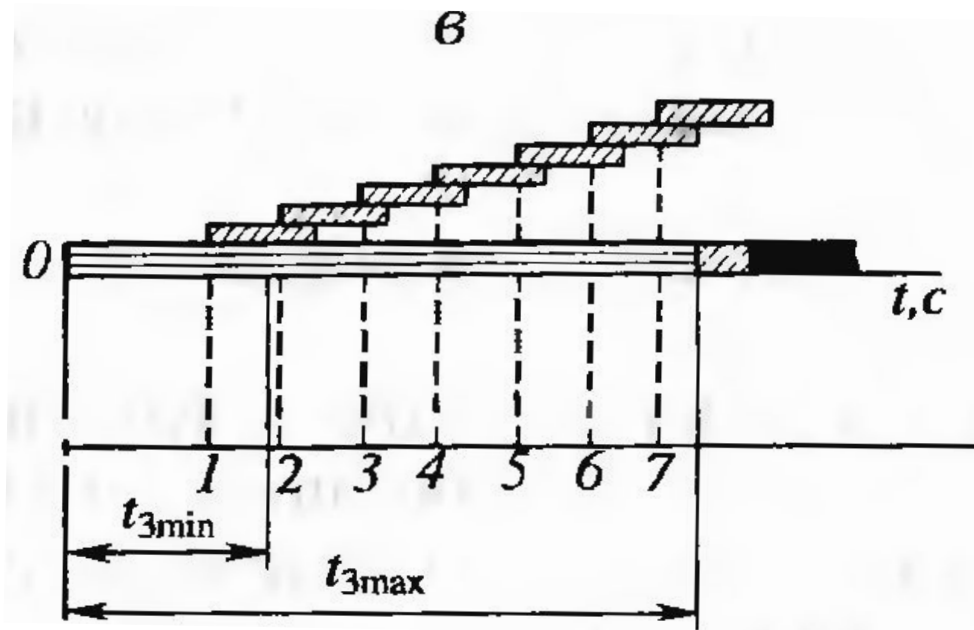
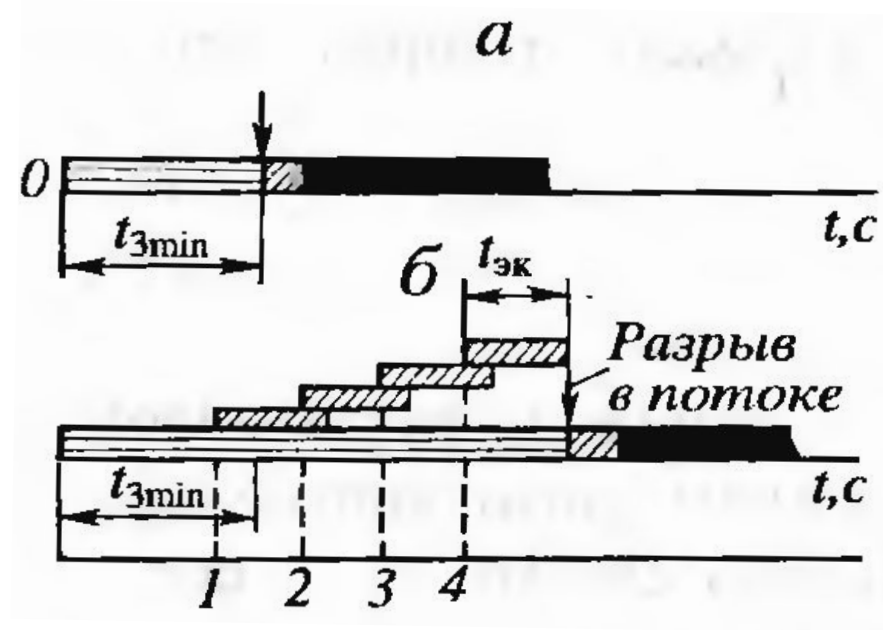
$$t_{эк} = 3,6 S_{ДТ} / v_a \quad (4)$$

где $S_{ДТ}$ – расстояние от места установки ДТ до стоп-линии, м;

v_a – средняя скорость движения автомобиля на подходе к перекрестку (без торможения), км/ч.

В среднем $t_{эк}$ находится в пределах 4-5 с

СЛУЧАИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОИСКА РАЗРЫВОВ

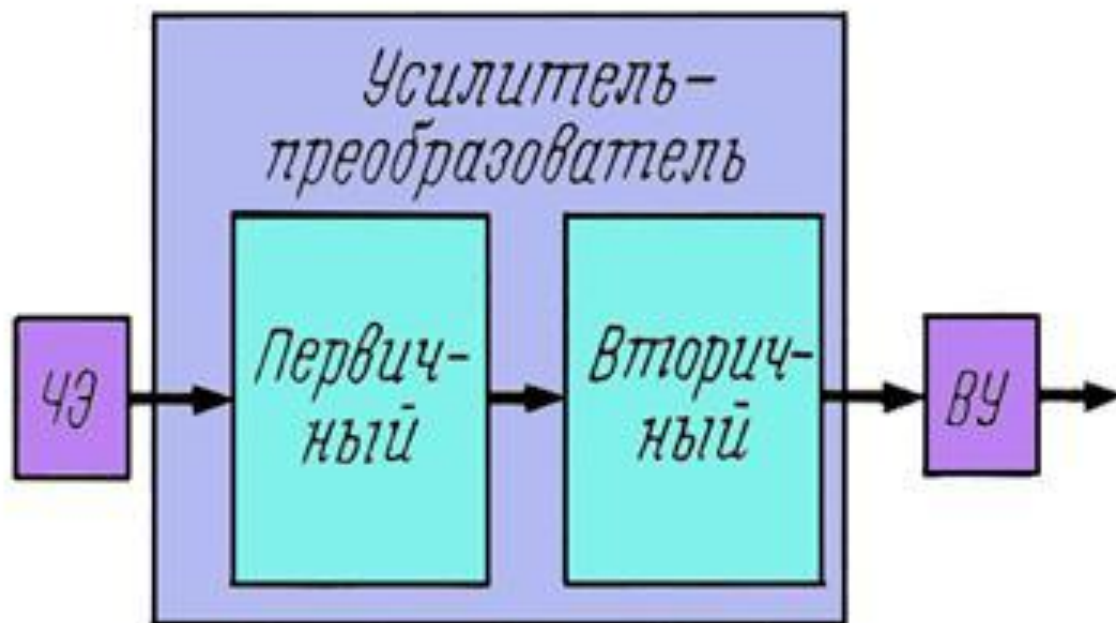


- а** – отсутствие автомобилей в течение $t_{3 \min}$;
- б** – наличие разрыва в потоке до истечения $t_{3 \max}$;
- в** – отсутствие разрыва в потоке;
- 1, 2, ..., 7** – моменты проезда автомобилями зоны детектора

3 ДЕТЕКТОРЫ ТРАНСПОРТА. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ

- **ДЕТЕКТОРЫ ТРАНСПОРТА (ДТ)**
предназначены для обнаружения
транспортных средств и
определения параметров
транспортных потоков

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ДТ



ЧЭ – чувствительный элемент
(блок обнаружения и ввода сигнала)

ВУ – выходное устройство

КЛАССИФИКАЦИЯ ДТ

ПО НАЗНАЧЕНИЮ

ПРОХОДНЫЕ

ПРИСУТСТВИЯ

ПОЛНОГО

ОГРАНИЧЕННОГО

ПО ПРИНЦИПУ ДЕЙСТВИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

КОНТАКТНОГО
ТИПА

ИЗЛУЧЕНИЯ

ИЗМЕРЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ
ЭЛЕКТРОМАГНИТ
НЫХ СИСТЕМ

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ

ПНЕВМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

РАДИОЛАКАЦИОННЫЕ

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ

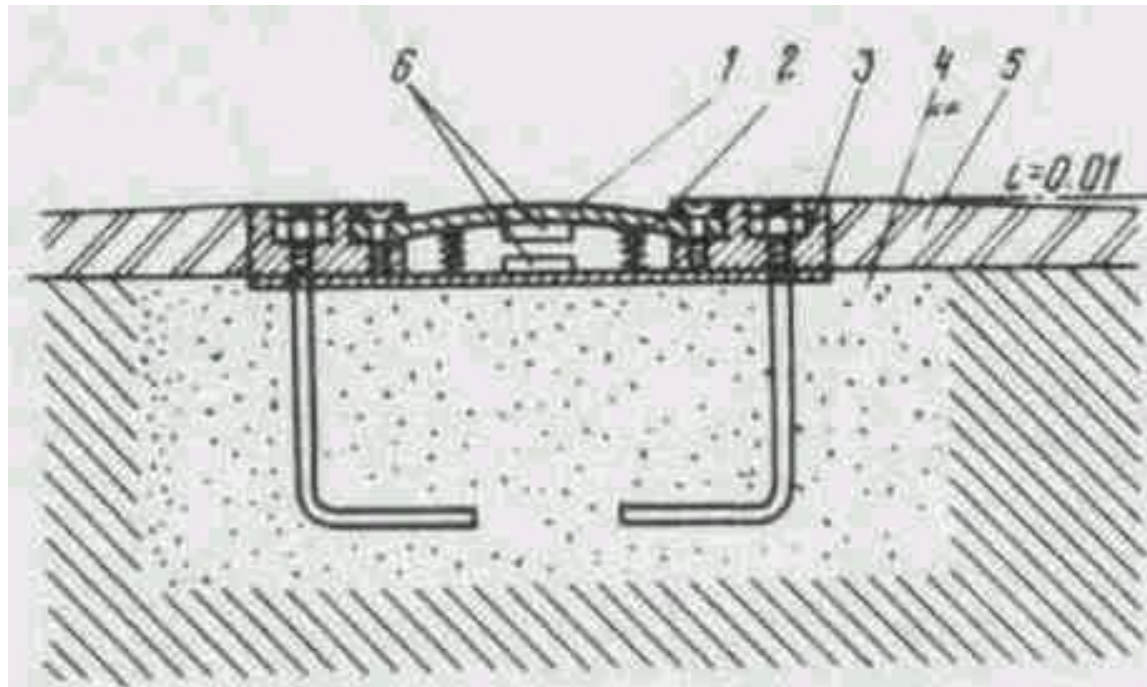
ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ

ПО СПЕЦИАЛИЗАЦИИ (ИЗМЕРЯЕМОМУ ПАРАМЕТРУ)

ФЕРРОМАГНИТНЫЕ

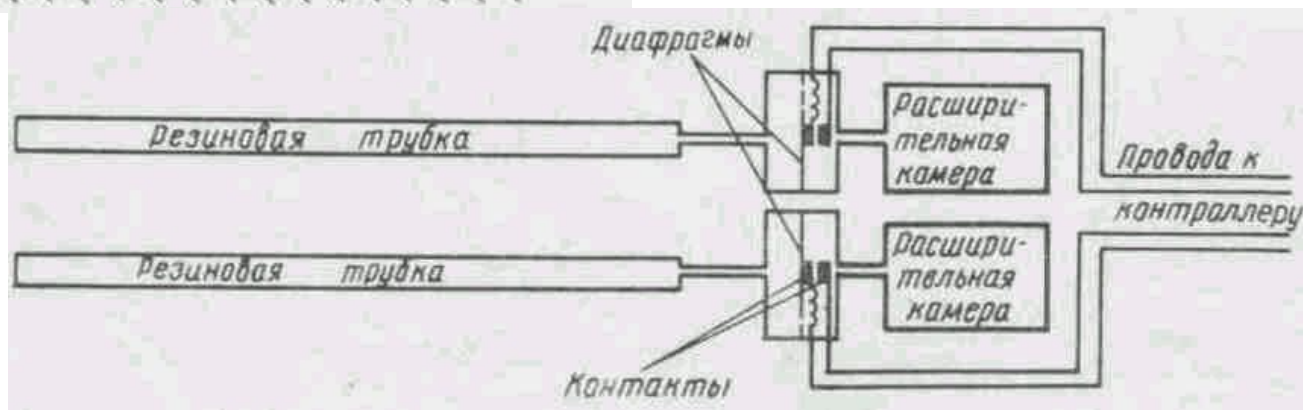
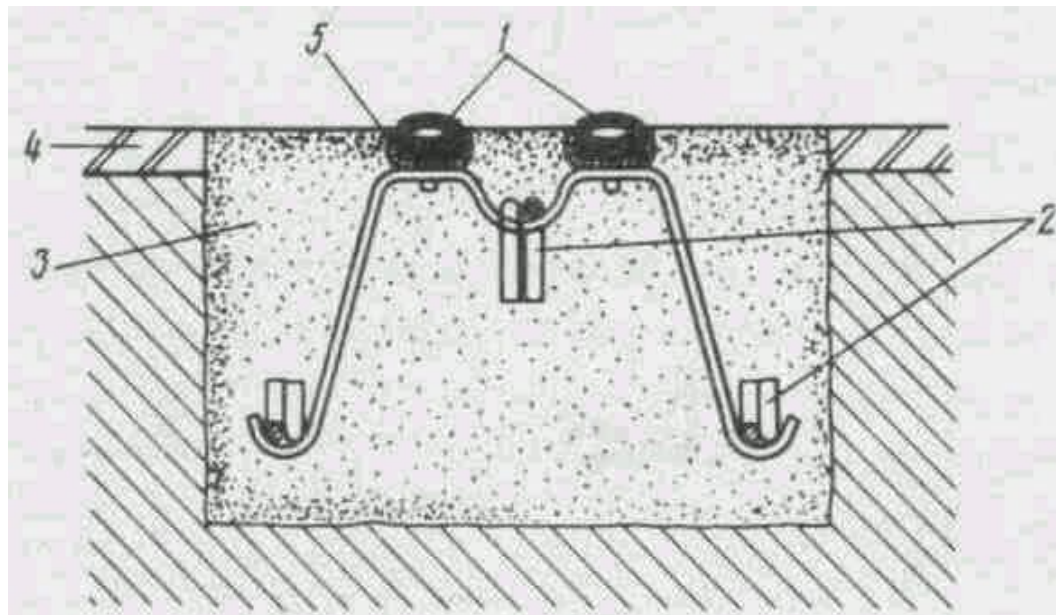
ИНДУКТИВНЫЕ

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ДТ



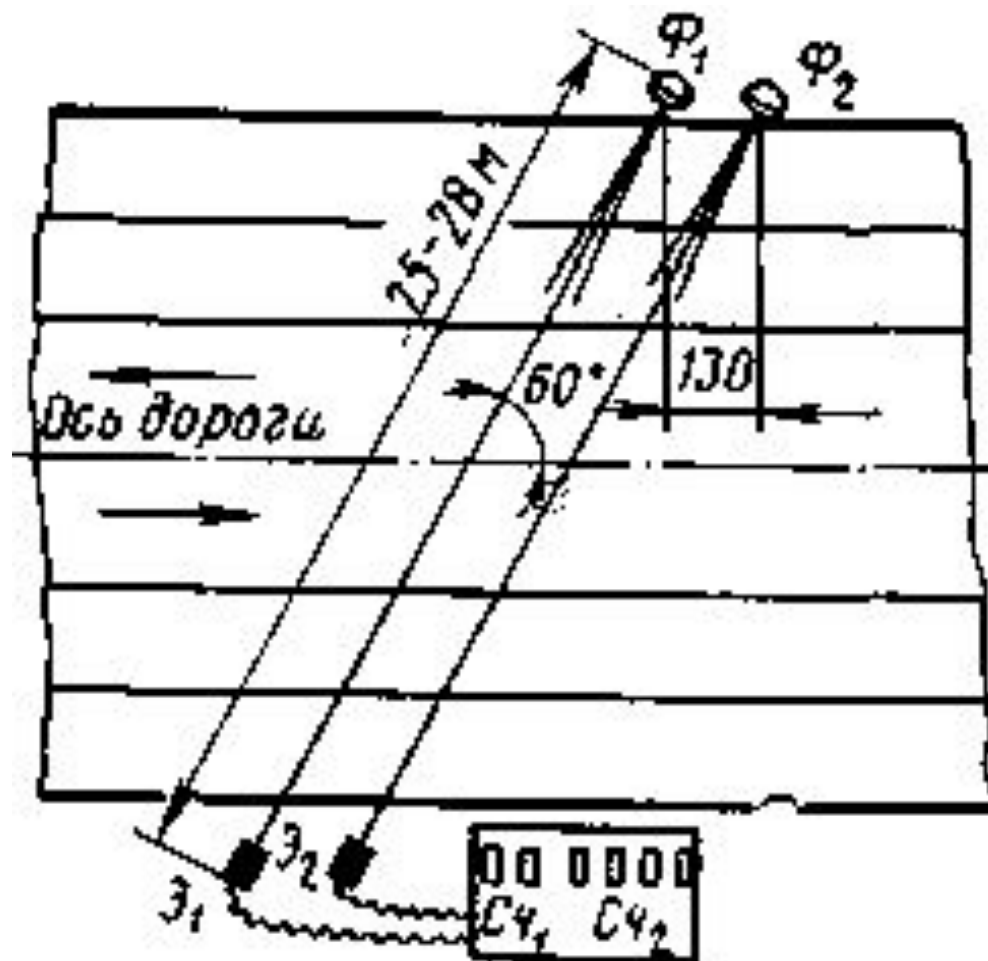
- 1 - резина; 2 - пружина; 3 - стальной короб; 4 - бетон;
5 - дорожное покрытие; 6 - контакты

ПНЕВМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДТ

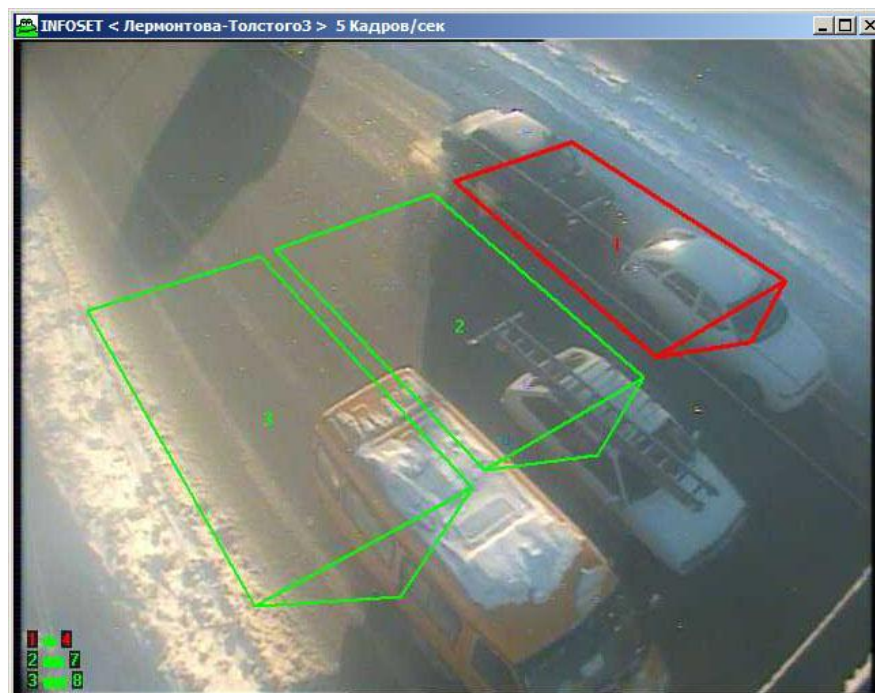
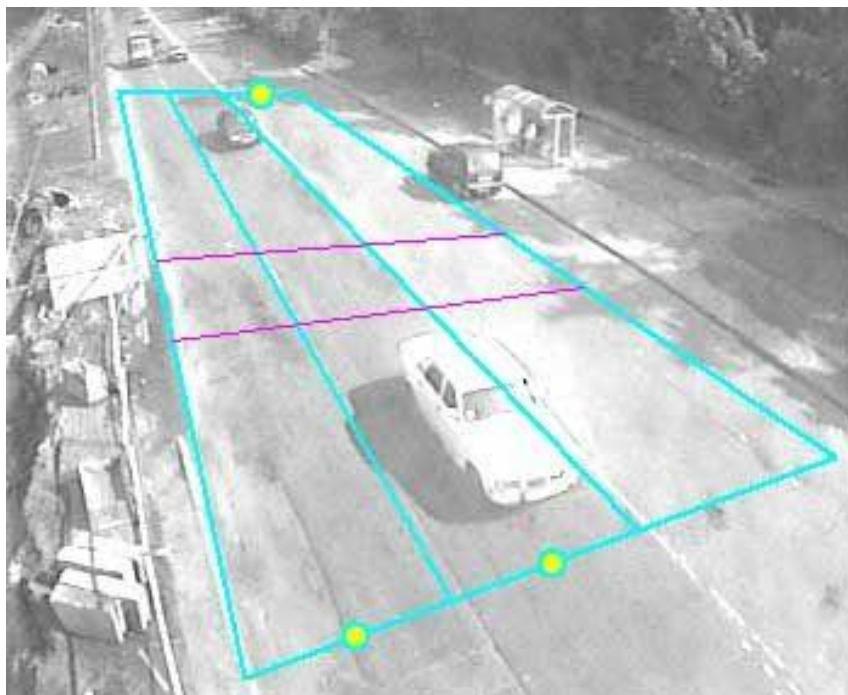


1- резиновые трубки; 2- арматура; 3- бетон; 4- дорожное покрытие; 5- стальной короб

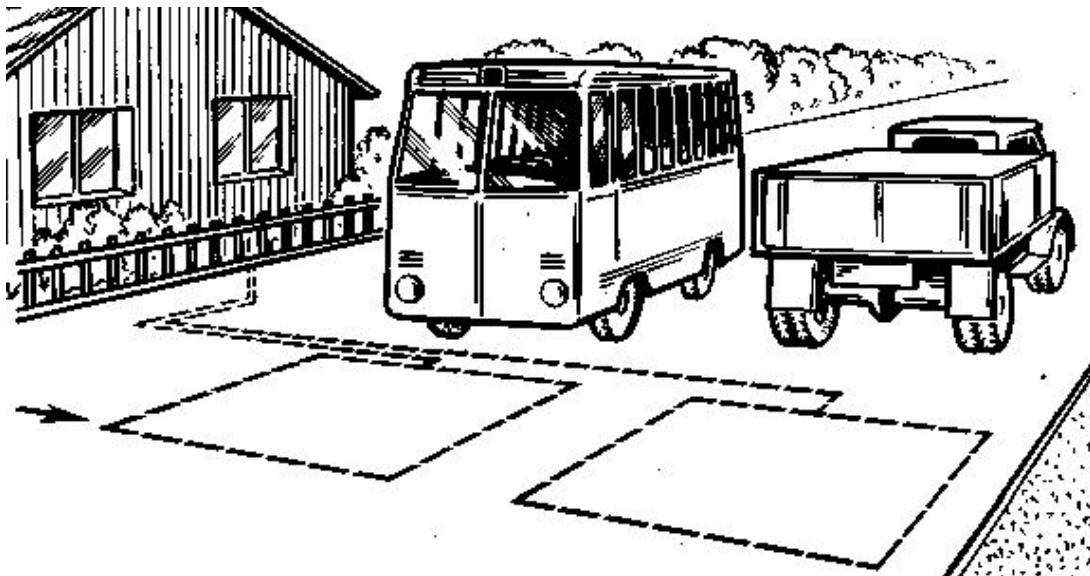
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДТ



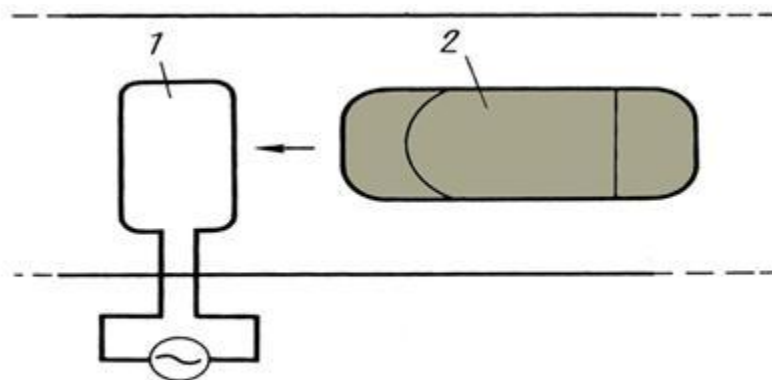
ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ДТ



ИНДУКТИВНЫЕ ДТ

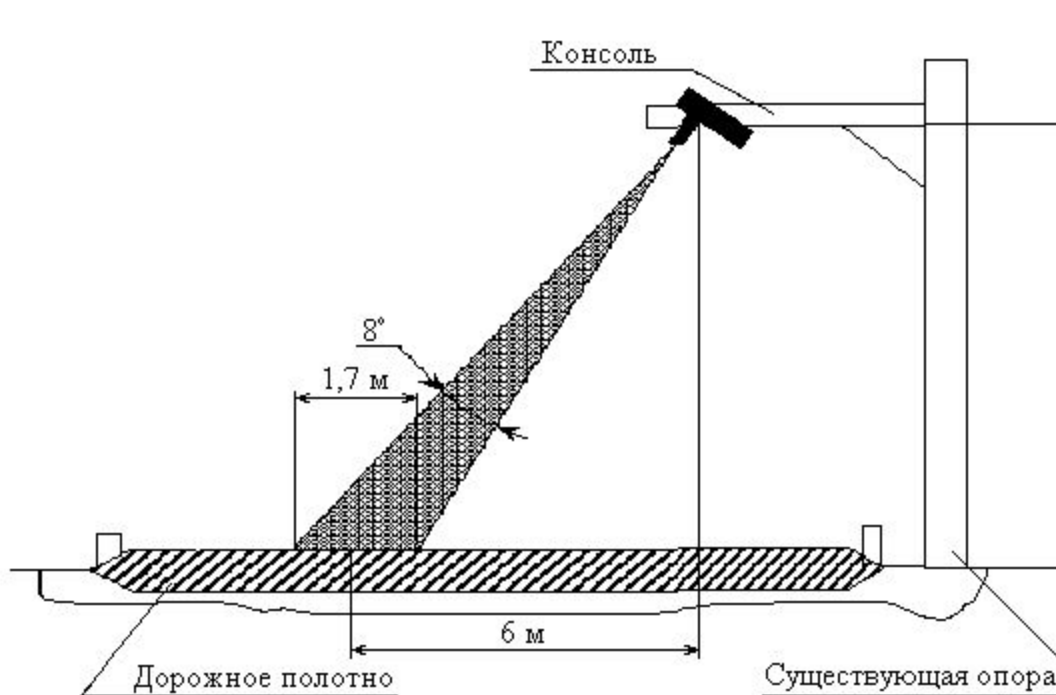


**ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ
ЭЛЕМЕНТ ИНДУКТИВНОГО
ДЕТЕКТОРА**



1 – РАМКА; 2 - АВТОМОБИЛЬ

ИНФРАКРАСНЫЕ ДТ



В качестве чувствительного элемента в инфракрасном датчике применён пассивный пироэлектрический элемент, обеспечивающий измерение выходного сигнала при изменении температуры в контролируемой зоне. Спектр принимаемого ИК излучения исключает влияние на работу датчика чада выхлопных газов, тумана и водяных паров и обеспечивает независимость от атмосферных условий. Интенсивность контролируемого излучения зависит от температуры объекта, его размеров и структуры поверхности, но не от её цвета или условий освещённости. Поэтому датчик работает круглосуточно.

4 РАЗМЕЩЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТЕКТОРОВ

Расстояние от детектора до стоп-линии $S_{дт}$:

$$S_{дт} = v_a t_{рк} / 3,6 + v_a^2 / (26a_T)$$

где $t_{рк}$ – время реакции водителя на смену сигналов светофора, с;

a_T – замедление автомобиля при торможении на запрещающий сигнал, м/с².

Расстояния от места укладки ЧЭ ДТ до стоп-линии

$t_{\min}$, с	Интенсивность, авт./ч на полосу		
	до 120	120 - 300	более 300
До 8	20	30	40
8 - 15	30	40	50
Более 15	40	50	60

ВЫБОР МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ДТ

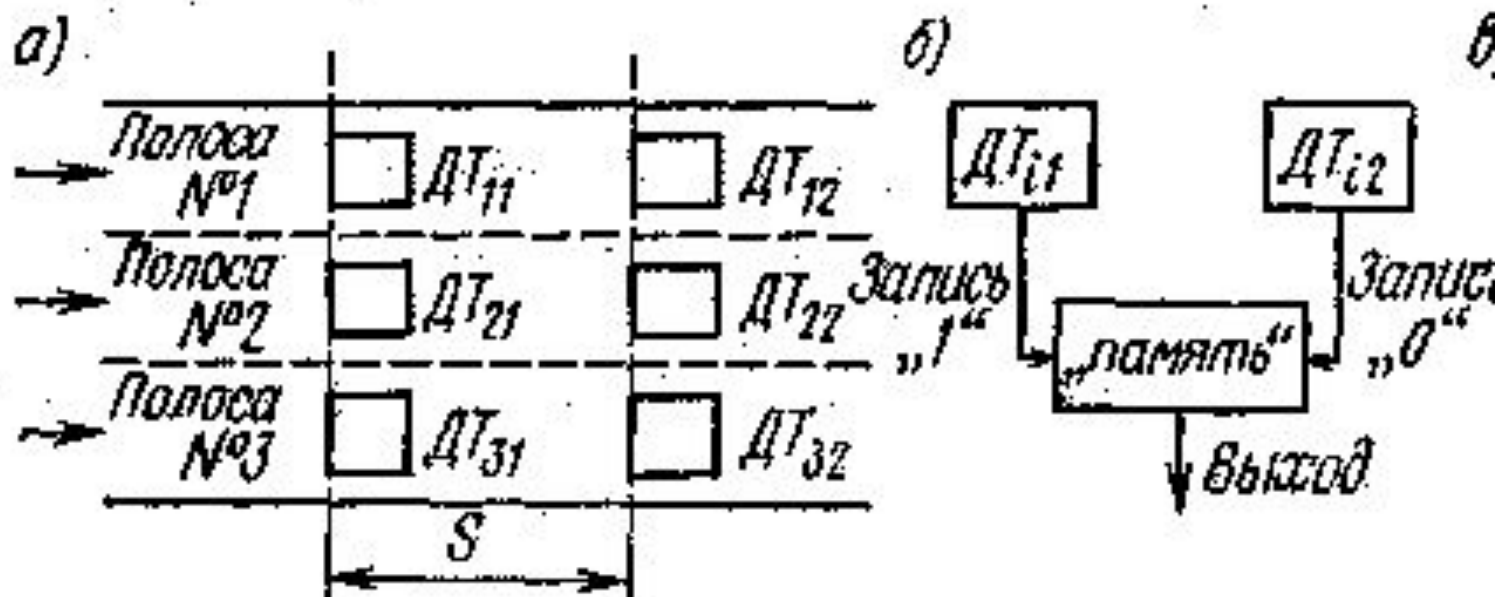
- **Расположение ДТ у перекрестков для реализации локальных и тактических алгоритмов управления и сбора статистики. ДТ размещают за 20-50 м до стоп-линии на каждой полосе движения**
- **Расположение ДТ в сечениях дороги для измерения средней скорости потока. ДТ размещают на перегонах дороги между перекрестками.**

- **Расположение ДТ для обнаружения заторов. ДТ размещают в точках, где располагаемый «конец» очереди может блокировать предыдущий по ходу движения перекресток.**

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ПОДЛЕЖАЩИЕ РЕГИСТРАЦИИ ДТ

- **Моменты времени проезда АТС заданных сечений дороги;**
- **Интенсивность ТП за промежуток времени любой длительности;**
- **Средняя пространственная скорость потока на заданном участке дороги за заданное время измерений;**
- **Плотность потока;**
- **Длина очереди автомобилей у перекрестка в заданном направлении движения**

Схема измерения времени проезда мерной базы с помощью проходных детекторов



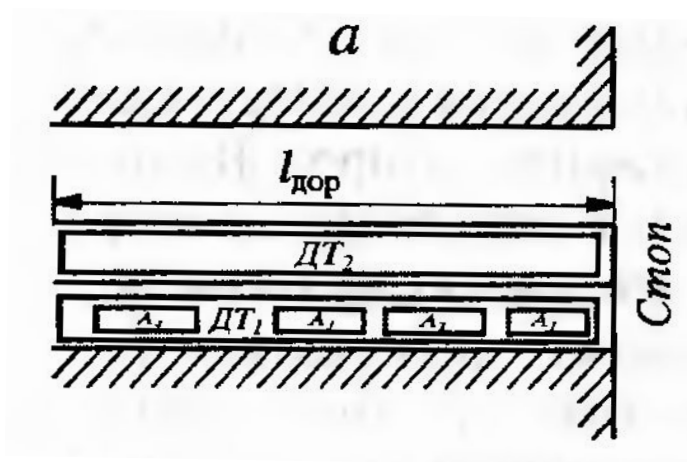
Средняя скорость автомобиля v_a , м/с:

$$v_a = l_{ij} / (t_{прj} - t_{прi})$$

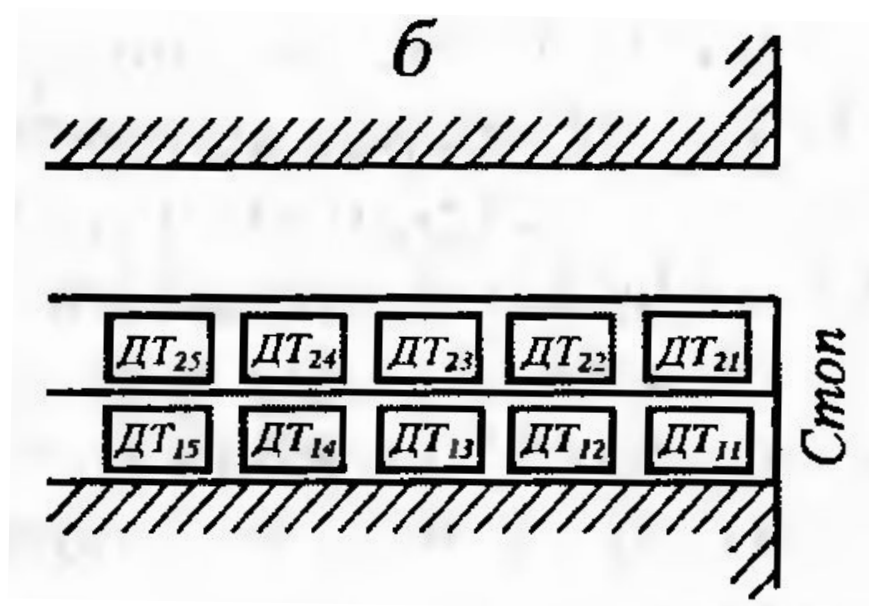
**где l_{ij} – расстояние между сечениями i и j , м;
 $t_{прj}$ и $t_{прi}$ – моменты прохождения
автомобилем соответственно сечений i и
 j , с**

СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ ОЧЕРЕДИ АВТОМОБИЛЕЙ У ПЕРЕКРЕСТКОВ

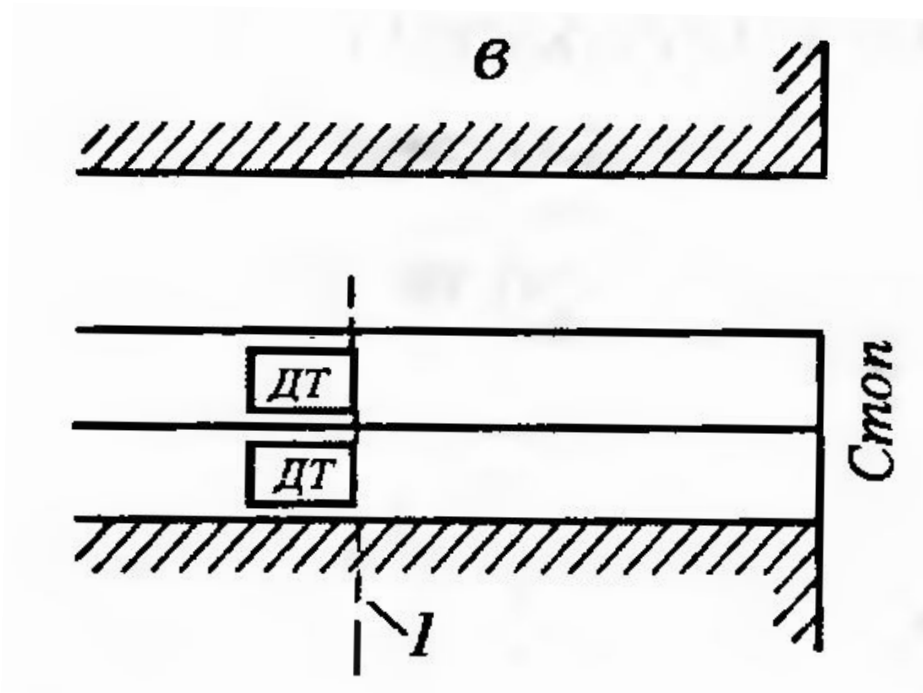
1. С помощью детектора $ДТ_1$ с «длинным» чувствительным элементом, охватывающим пространство дороги $l_{\text{дор}}$ больше измеряемой длины очереди



2. С помощью множества детекторов присутствия с чувствительными элементами длиной, равной средней длине автомобиля в потоке и устанавливаемых в полосе движения по длине $l_{дор}$



3. С помощью детекторов присутствия, устанавливаемых в определенных «граничных» сечениях l дороги и измеряющих занятость дороги в этих сечениях.



ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РАДИОЛАКАЦИОННОГО ДЕТЕКТОРА)

Параметр	Допустимая ошибка измерения, %
Число полос измерения до 8	—
Наличие автомобиля в зоне измерения, % 0–100	2
Занятость, % 0–100	5
Объем движения по полосе за время до 600 с, % —	5
Средняя скорость 0–160 км/ч	10