



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



*Основы
программирования
информационных
систем*

Преподаватель:

Олег Чеславович Ролич

кандидат технических наук, доцент



КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ



Лабораторная работа 4
***ПРОГРАММИРОВАНИЕ
ТРАНСПОРТНЫХ
ЗАДАЧ***



$$f(a, b, T, x_0, x) := \frac{b + a \cdot e^{\frac{x-x_0}{T}}}{1 + e^{\frac{x-x_0}{T}}}$$

Зависимость пропускной способности магистрали от времени суток

$$\text{HPD} := 24 \quad \text{MPH} := 60$$

$$\text{MPD} := \text{HPD} \cdot \text{MPH}$$

$$\text{MPD} = 1440$$

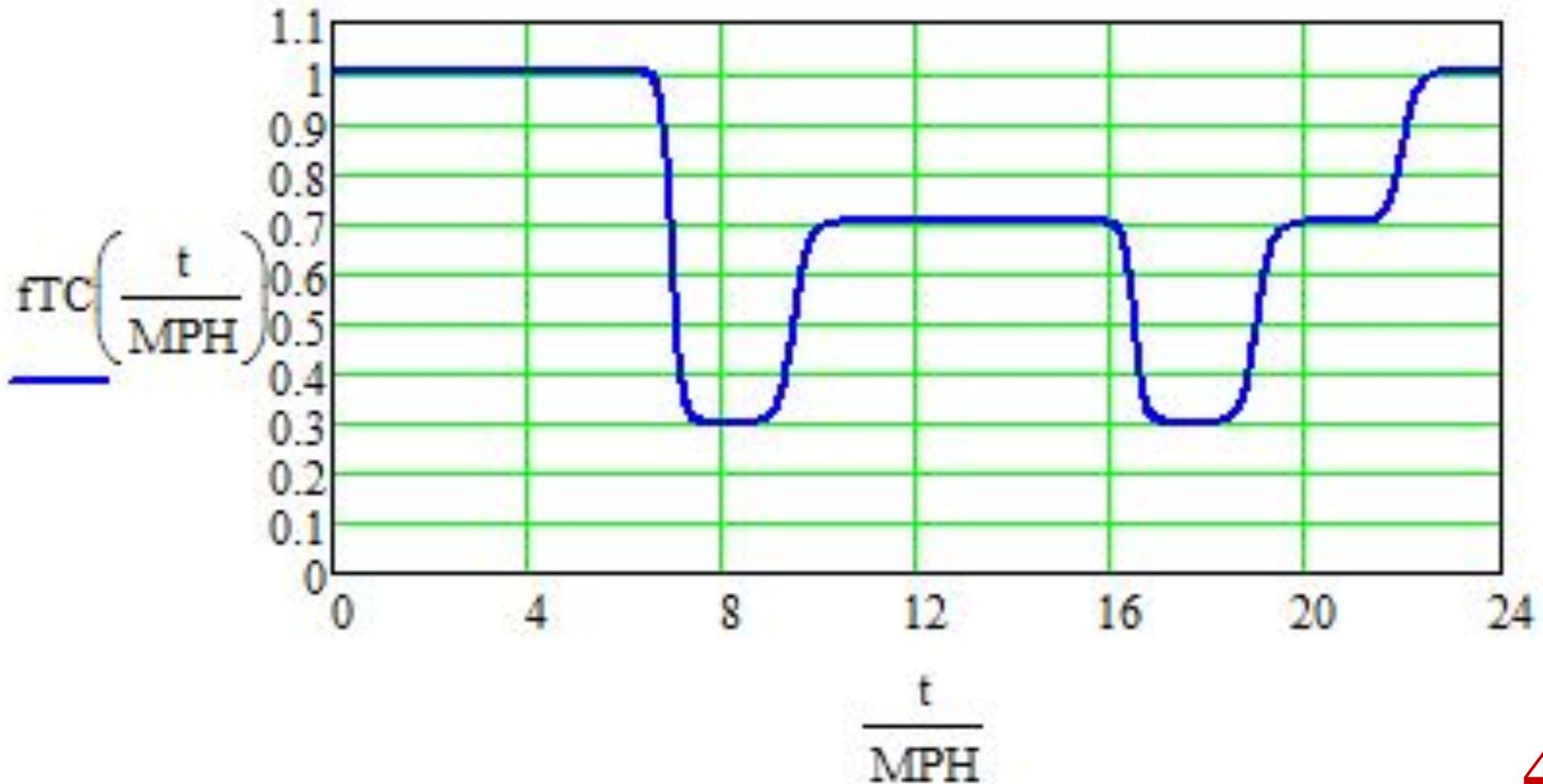
$$t := 0..(\text{MPD} - 1)$$

$$\text{times} := \begin{pmatrix} 7 \frac{00}{60} \\ 8 \frac{30}{60} \\ 9 \frac{30}{60} \\ 14 \frac{00}{60} \\ 16 \frac{30}{60} \\ 18 \frac{00}{60} \\ 19 \frac{00}{60} \\ 20 \frac{00}{60} \\ 22 \frac{00}{60} \end{pmatrix}$$

$$fTC(t) := \begin{cases} f(0.3, 1.0, 0.1, \text{times}_0, t) & \text{if } (0 \leq t \leq \text{times}_1) \\ f(0.7, 0.3, 0.15, \text{times}_2, t) & \text{if } (\text{times}_1 \leq t \leq \text{times}_3) \\ f(0.3, 0.7, 0.1, \text{times}_4, t) & \text{if } (\text{times}_3 \leq t \leq \text{times}_5) \\ f(0.7, 0.3, 0.15, \text{times}_6, t) & \text{if } (\text{times}_5 \leq t \leq \text{times}_7) \\ f(1.0, 0.7, 0.15, \text{times}_8, t) & \text{if } (\text{times}_7 \leq t \leq \text{HPD}) \end{cases}$$



$t_h := 0,0.1..HPD$

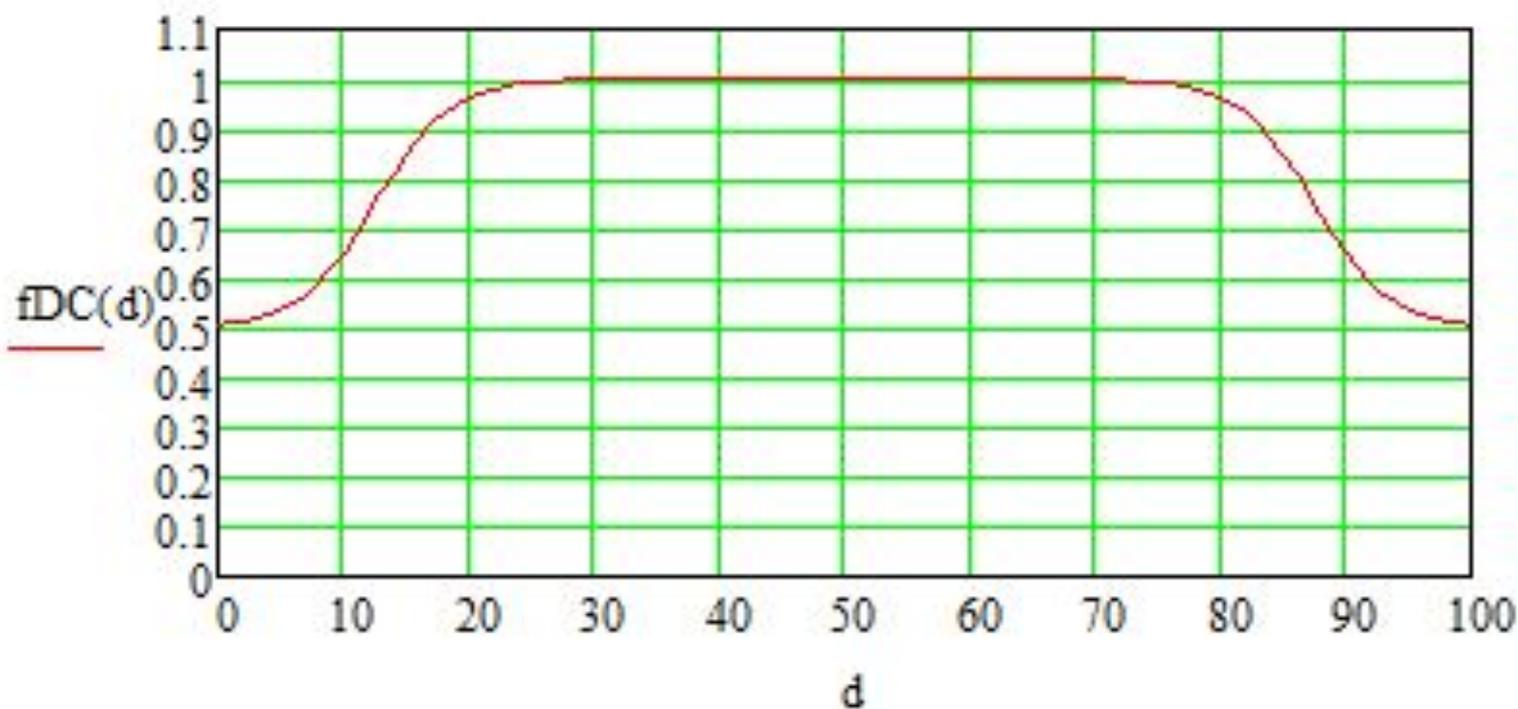


Зависимость пропускной способности магистрали от расстояния

$D := 100$ Измерение расстояния в относительных единицах, т.е. в процентах

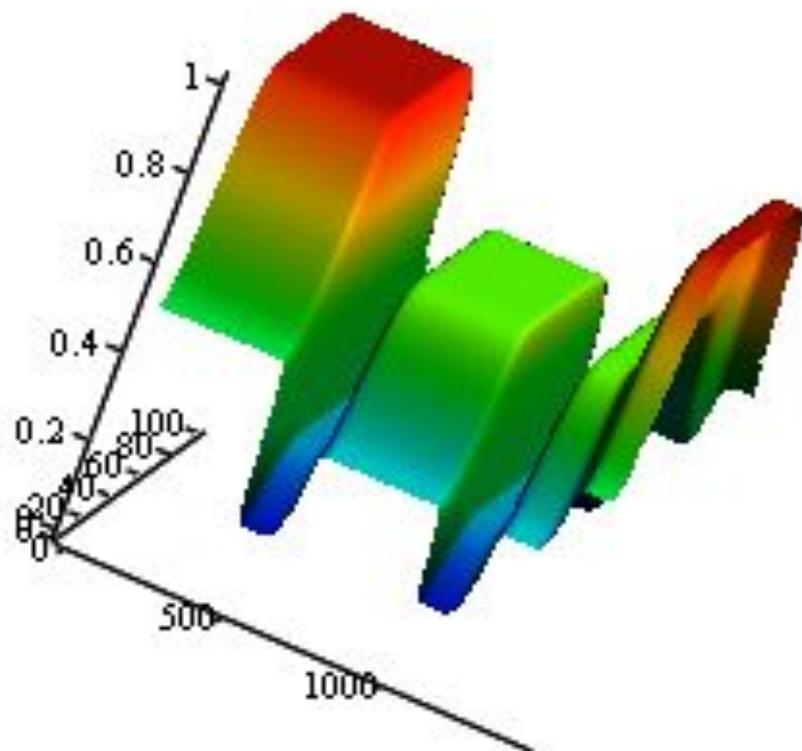
$$fDC(d) := \begin{cases} f\left(1.0, 0.5, 3.0, \frac{D}{8}, d\right) & \text{if } 0 \leq d \leq \frac{D}{2} \\ f\left(0.5, 1.0, 3.0, \frac{7}{8}D, d\right) & \text{if } \left(\frac{D}{2} \leq d \leq D\right) \end{cases}$$

$d := 0..D$



Пространственно-временное распределение пропускной способности магистрали

$$\text{TDC}_{t,d} := \text{fTC}\left(\frac{t}{\text{MPH}}\right) \cdot \text{fDC}(d)$$



TDC



Зависимость расхода топлива от скорости движения

Пусть данные зависимости расхода топлива от скорости движения получены экспериментальным путём

Speed (km/h)	Fuel Consumption (liters/100km)
0	2.0
10	4.1
20	6.6
30	8.1
40	8.4
50	7.9
60	7.0
70	6.2
80	5.6
90	5.3
100	5.5
110	6.2
120	7.4
130	8.9
140	10.8
150	12.8
160	15.0

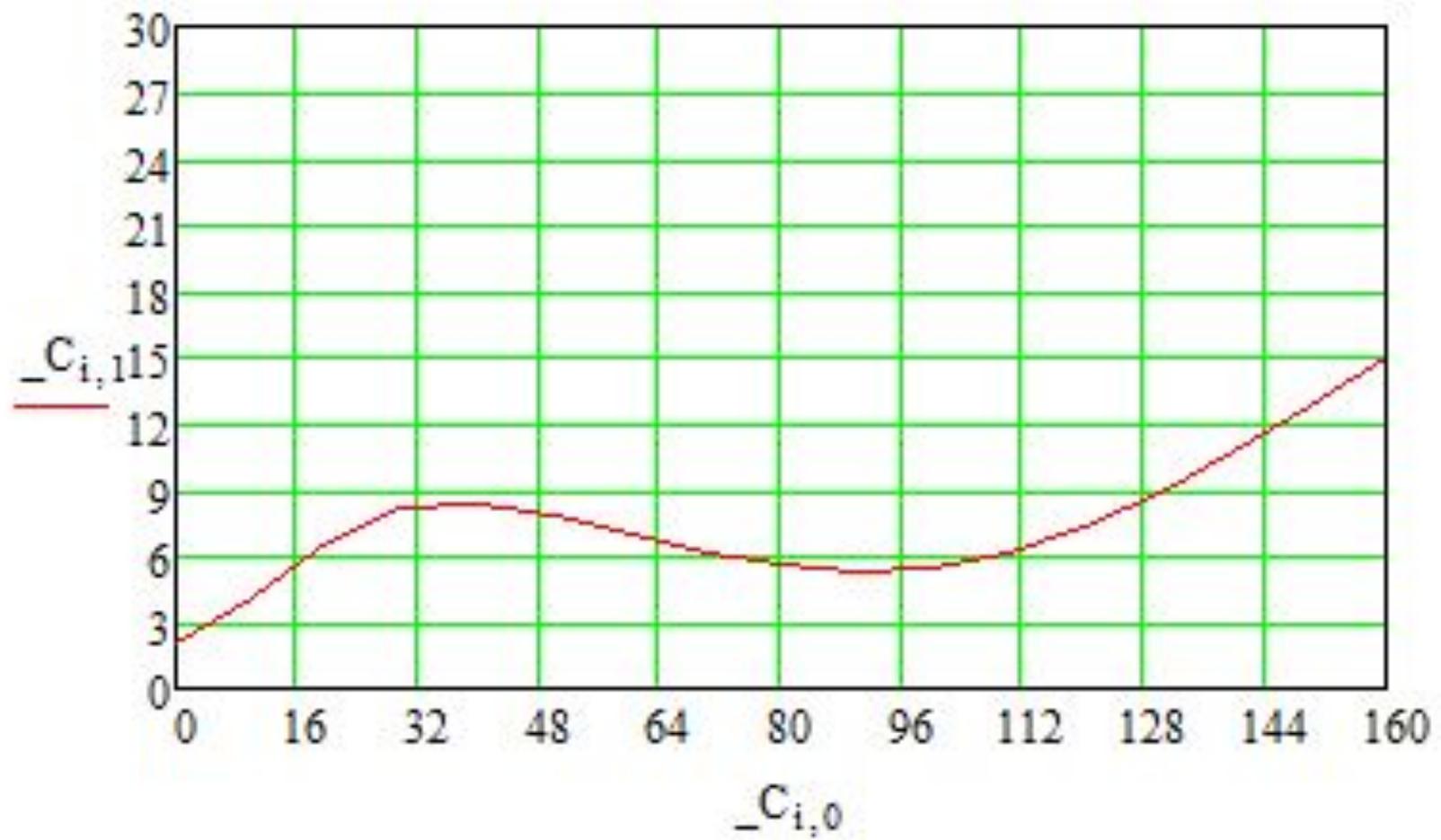
Обратить внимание на имя файла

```
_C := READPRN("CExperimental.txt")
```



```
m_C := rows(_C) = 17
```

```
i := 0..(m_C - 1)
```

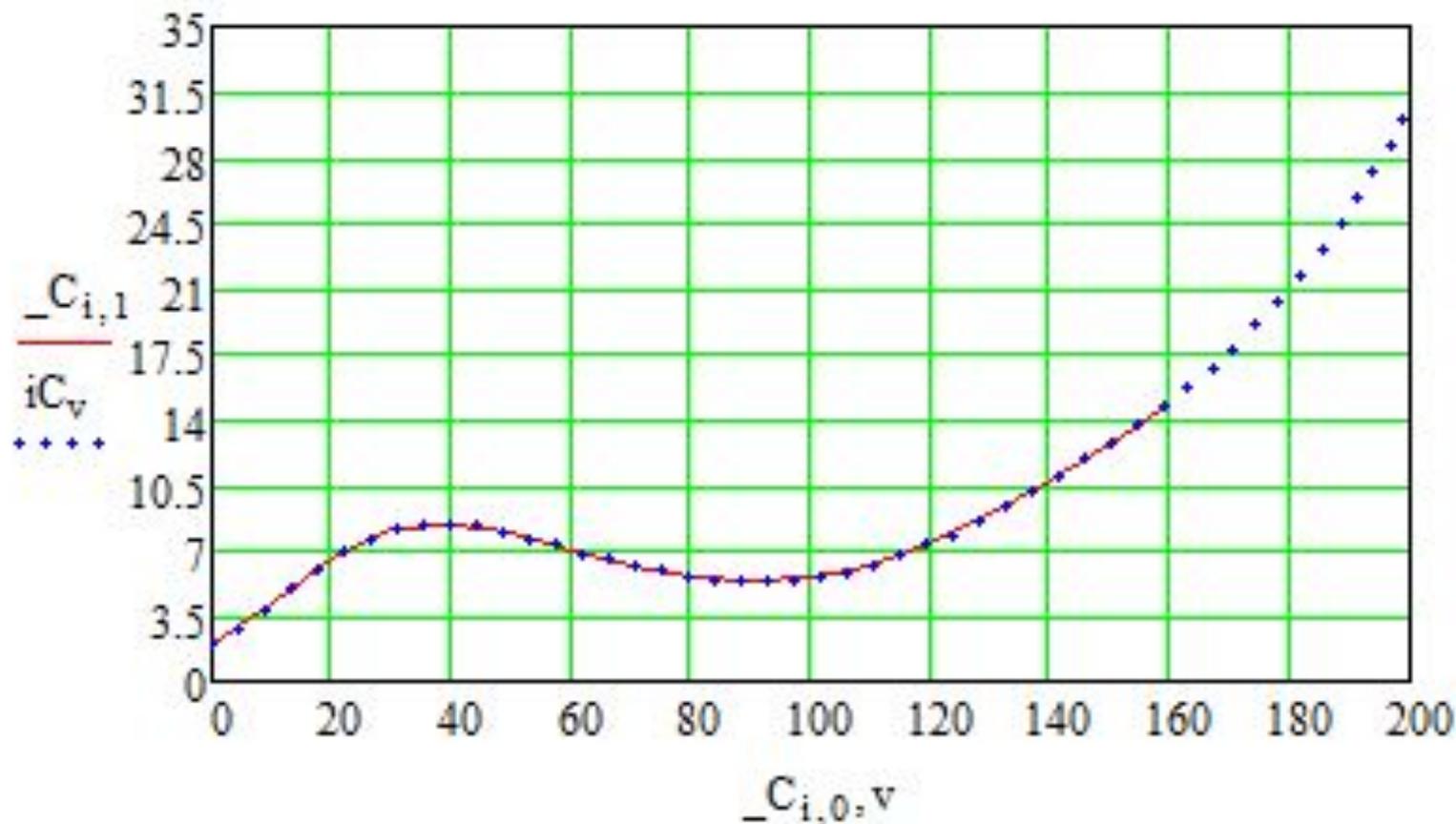


$V := 200$ Предельно допустимая скорость движения

$v := 0..V$

$x_i := -C_{i,0}$ $y_i := -C_{i,1}$

$iC_v := \text{interp}(\text{cspline}(x, y), x, y, v)$





Задача: расчёт параметров движения и расхода топлива на заданном отрезке

Длина отрезка, км

$$\text{distance_km} := 100$$

Предельно допустимая скорость на отрезке, км/ч

$$\text{vmax_kmph} := 90$$

Время выезда из начального пункта, ч

$$\text{tstart_h} := 6 \frac{00}{60}$$

Время равномерного движения на заданном отрезке
с максимально допустимой скоростью vmax_kmph , мин

$$\frac{\text{distance_km}}{\text{vmax_kmph}} \cdot \text{MPH} = 66.667$$

$$\text{vmax_kmpm} := \frac{\text{vmax_kmph}}{\text{MPH}} = 1.5$$

$$\text{tstart_m} := \text{MPH} \cdot \text{tstart_h} = 360$$



Для расчёта параметров движения и оценки расхода топлива на заданном отрезке далее решается относительно t интегральное уравнение вида

$$\int_{t_{\text{start_h}}}^T v(t, d(t)) dt = \text{distance_km} \quad \int_{t_{\text{start_h}}}^T v_{\text{max_kmpm}} \cdot f_{TC}(t) \cdot f_{DC}(d(t)) dt = \text{distance_km}$$
$$\int_{t_{\text{start_h}}}^t v_{\text{max_kmpm}} \cdot f_{TC}(t) \cdot f_{DC}(d(t)) dt = d(t)$$



Result :=

```
t ← tstart_m
Δt ← 1
d ← 0
while (d < distance_km)
  v ← vmax_kmpm · fTC( mod(  $\frac{t}{\text{MPH}}$ , HPD ) ) · fDC(  $\frac{d}{\text{distance\_km}} \cdot 100$  )
  Vt ← v · MPH
  Ct ← iCfloor(Vt)
  d ← d + v · Δt
  Dt ← d
  t ← t + Δt
  (
    C
    V
    D
    t - tstart_m
  )
```

Дискретность по времени -
одна минута

Единица измерения расстояния
в функции fDC() - проценты.
Поэтому, вычисляется
процентное отношение
расстояния

```
m := rows(Result0)
```

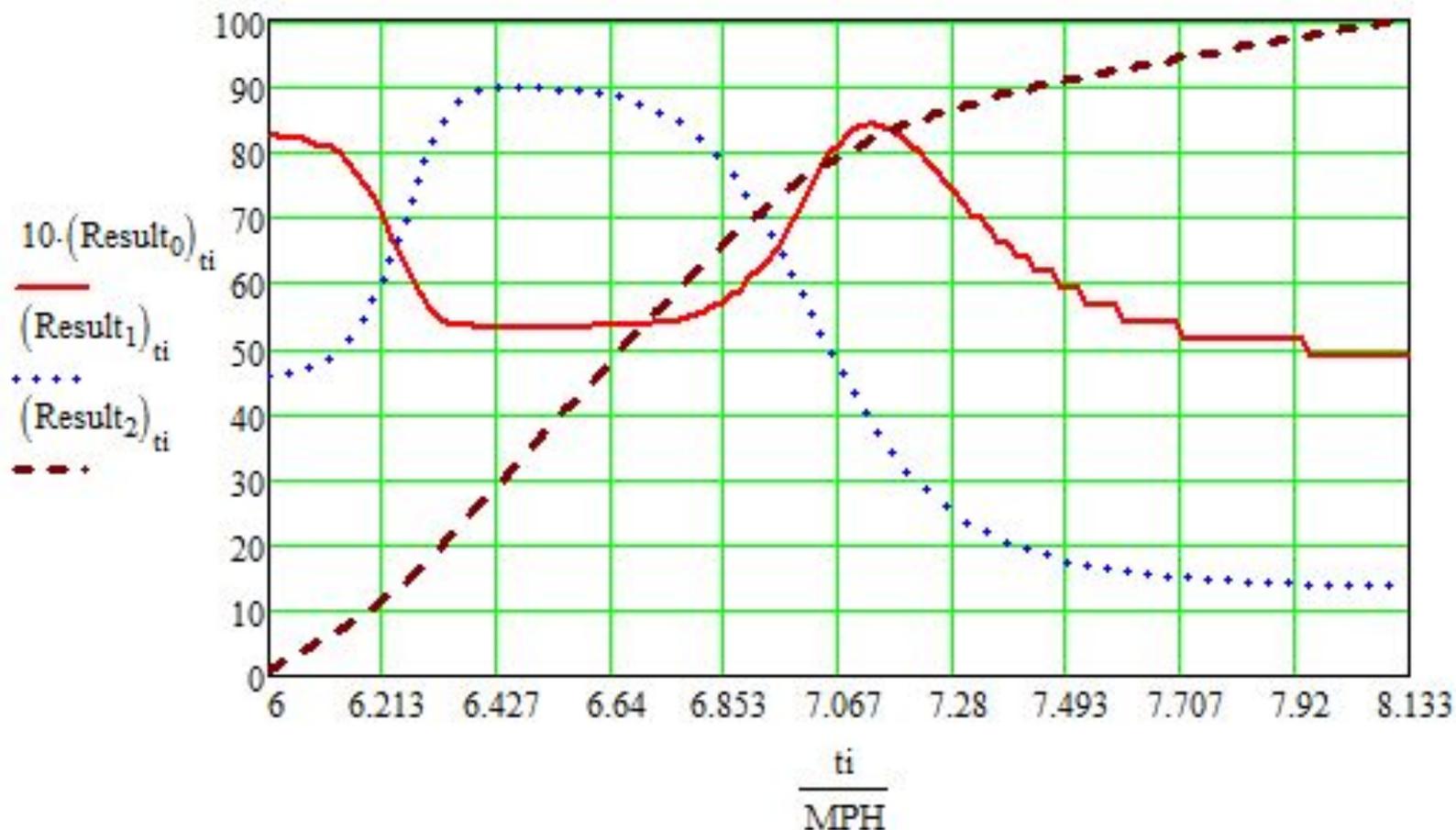
Result₃ = 129

```
ti := tstart_m..(m - 1)
```

Изменение расхода топлива со временем

Изменение скорости движения со временем

Изменение расстояния со временем





Общий расход топлива

$$\text{FuelC} := \sum_{ti} \left[\frac{(\text{Result}_0)_{ti}}{100} \cdot \frac{(\text{Result}_1)_{ti}}{\text{MPH}} \right] = 6.128$$

$\frac{(\text{Result}_0)_{ti}}{100}$ - расход топлива в единицах измерения л/км, ибо
таблица iC[] задаёт расход в единицах измерения л/100км

Средний расход топлива

$$\text{FuelCAverage} := \frac{1}{\text{Result}_3} \cdot \sum_{ti} (\text{Result}_0)_{ti} = 6.149$$

$\frac{(\text{Result}_1)_{ti}}{\text{MPH}}$ - расстояние в [км], пройденное за
дискрет по времени, то есть за 1 минуту

Визуализация траектории движения на изображении пространственно-временного распределения пропускной способности магистрали

Коэффициент вертикального сжатия $\text{koef} := 2$

$$_TDC_{\text{floor}\left(\frac{t}{\text{koef}}\right),d} := 255 \cdot TDC_{t,d}$$

$i := 0..(\text{rows}(_TDC) - 1)$ $j := 0..(\text{cols}(_TDC) - 1)$

$$\overset{R}{\underset{m}{m}},j := _TDC_{i,j} \quad \overset{G}{\underset{m}{m}},j := _TDC_{i,j} \quad B_{i,j} := _TDC_{i,j}$$

$$\overset{m}{\underset{m}{m}} := \text{rows}(R) = 720$$

$$k := \text{tstart}_m..(\text{rows}(\text{Result}_2) - 1)$$

$$\overset{G}{\text{mod}}\left(\text{floor}\left(\frac{\text{mod}(k, \text{MPD})}{\text{koef}}\right) - 1 + m, m\right), \text{floor}\left[(\text{Result}_2)_k\right] := 0$$

$$\overset{G}{\text{floor}}\left(\frac{\text{mod}(k, \text{MPD})}{\text{koef}}\right), \text{floor}\left[(\text{Result}_2)_k\right] := 0$$

$$\overset{G}{\text{mod}}\left(\text{floor}\left(\frac{\text{mod}(k, \text{MPD})}{\text{koef}}\right) + 1, m\right), \text{floor}\left[(\text{Result}_2)_k\right] := 0$$



Транспортная задача для самостоятельного решения

Построить временные зависимости расхода топлива, скорости и расстояния для движения от пункта А до пункта С через пункт В при одинаковом (и неизменном по отношению к вышеприведённому MathCAD-документу) пространственно-временном распределении пропускной способности отрезков АВ и ВС. Считать отрезки АВ и ВС равными между собой, с длиной 100 км каждый. Время выезда из начального пункта А принять равным 6 часам утра. Результат дополнительно представить на изображении с фоном пространственно-временного распределения **16**



Транспортная задача для самостоятельного решения

Параметризовать

предыдущую задачу с

учётом $n=3, 4, 5$

последовательных

идентичных трасс