

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

кафедра информационных систем

## **ОТЧЕТ**

**по практической работе №4**

**по дисциплине “ИКСиС”**

**Тема: “Математическое моделирование и расчет ВВХ систем множественного доступа”**

Выполнил: Лобачев Иван Максимович

Группа: № 3374

Вариант: № 93

Санкт-Петербург

2025

## Исходные данные

$r_{пр}$  (бит) - длина преамбулы = 16

$r_{ф}$  (бит) - длина флага = 8

$r_u$  (бит) - длина поля управления = 16

$r_{кр}$  (бит) - число контрольных разрядов = 16

$k$  (бит) - длина пакета = 128

$n_{кв}$  (бит) - длина квитанции = 16

$N$  - число станций в сети = 26

$V_c$  (бит/с) - скорость передачи в сети =  $2.1 \cdot 10^9$

$D$  (км) - длина канала = 2.0

$p$  - вероятность ошибки в канале = 0

$k_g$  - коэффициент готовности канала данных = 1

$q_b$  - вероятность отсутствия блокировок = 1

$t_{дкк}$  (мс) - время декодирования кадра = 0.4

$t_{дккв}$  (мс) - время декодирования квитанции = 0.12

$T_{доп}$  (с) - среднее допустимое время старения = 2.1

## Заданный параметр

Параметр  $T_{доп}$  - среднее допустимое время старения информации.

Выбранные значения:

$T_{доп} = 1.0$  с

$T_{доп} = 2.1$  с

$T_{доп} = 5.0$  с

## Расчёты

Формулы для расчётов:

$$r_a = 2 \times \log_2 N \text{ [бит]}$$

$$n_k = r_{\text{пр}} + r_{\text{ф}} + r_y + r_{\text{кр}} + r_a + k + r_{\text{кр}} \text{ [бит]}$$

$$t_k = \frac{n_k}{V_c} \text{ [с]}$$

$$t_{\text{кв}} = \frac{n_{\text{кв}}}{V_c} \text{ [с]}$$

$$t_{\text{pij}} = \frac{D}{0.7 \times 300 \times 10^6} \text{ [с]}$$

$$T_{\text{ок}} = t_k + t_{\text{pij}} + t_{\text{дкк}} + t_{\text{кв}} + t_{\text{pij}} + t_{\text{дккв}} \text{ [с]}$$

$$Q = \frac{(1 - \lambda N T_{\text{ок}})}{T_{\text{доп}}} \times \frac{e^{-\frac{N T_{\text{ок}}}{T_{\text{доп}}}}}{\frac{1}{T_{\text{доп}}} - \lambda + \lambda e^{-\frac{N T_{\text{ок}}}{T_{\text{доп}}}}}$$

$$t = -\frac{N(1 - \lambda N T_{\text{ок}})T_{\text{ок}}(N T_{\text{ок}} \lambda - 2)}{2(N T_{\text{ок}} \lambda - 1)^2} \text{ [с]}$$

$$R_c = k N \lambda \text{ [бит/с]}$$

$$R_c^{PB} = R_c \times Q \text{ [бит/с]}$$

$$\lambda^* = \frac{1}{N T_{\text{ок}}} \text{ [пак/с]}$$

Расчёты в таблице при  $\lambda = 10$  пак/с

Тдоп, с	га, бит	нк, бит	Ток, с	Q	t, с	Rc, бит/с	Rc^PB, бит/с	λ*, пак/с
1.0	9	209	5.392×10 <sup>-4</sup>	0.985	0.0152	33280	32781	71.35
2.1	9	209	5.392×10 <sup>-4</sup>	0.993	0.0152	33280	33038	71.35
5.0	9	209	5.392×10 <sup>-4</sup>	0.997	0.0152	33280	33184	71.35

Таблица 1. Расчеты ВВХ по трем выбранным значениям параметра Тдоп

## Графики зависимостей

### 1. Вероятность своевременной доставки кадра $Q(\lambda)$

пусть:  $x=\lambda$

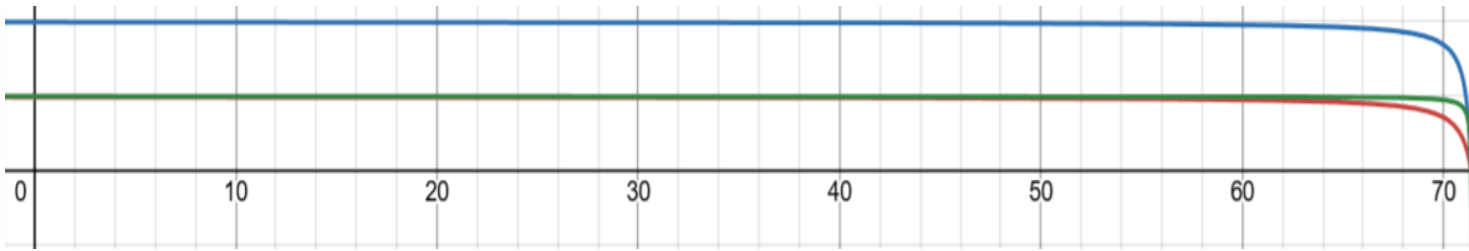





Рисунок 1 - Графики вероятностей своевременной доставки кадра


1 	$Q = \frac{0.98609 \cdot (1 - 0.014014 \cdot x)}{(1.0 - 0.01391 \cdot x)}$
2 	$Q = \frac{0.947290 \cdot (1 - 0.014014 \cdot x)}{(0.47619 - 0.00665 \cdot x)}$
3 	$Q = \frac{0.19944 \cdot (1 - 0.014014 \cdot x)}{(0.2 - 0.00280 \cdot x)}$

### 2. Среднее время задержки передачи кадра $t(\lambda)$

пусть:  $x=\lambda$



Рисунок 2 - Графики среднего времени задержки передачи кадра

1 	$t = \frac{26 \cdot (1 - 0.014014 \cdot x) \cdot (5.39 \cdot 10^{-4}) \cdot (0.014014 \cdot x - 2)}{2 \cdot (0.014014 \cdot x - 1)^2}$
--	--

### 3. Информационная скорость сети общего применения $R_c(\lambda)$

пусть:  $x=\lambda$

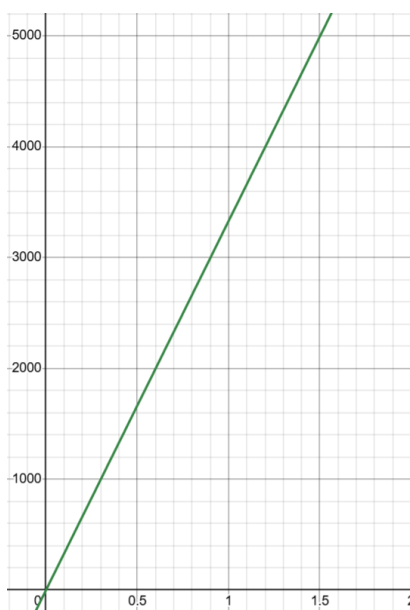


Рисунок 3 - Информационная скорость сети общего применения

$$R = 3328 \cdot x$$

### 4. Информационная скорость сети реального времени $R_c^{PB}(\lambda)$

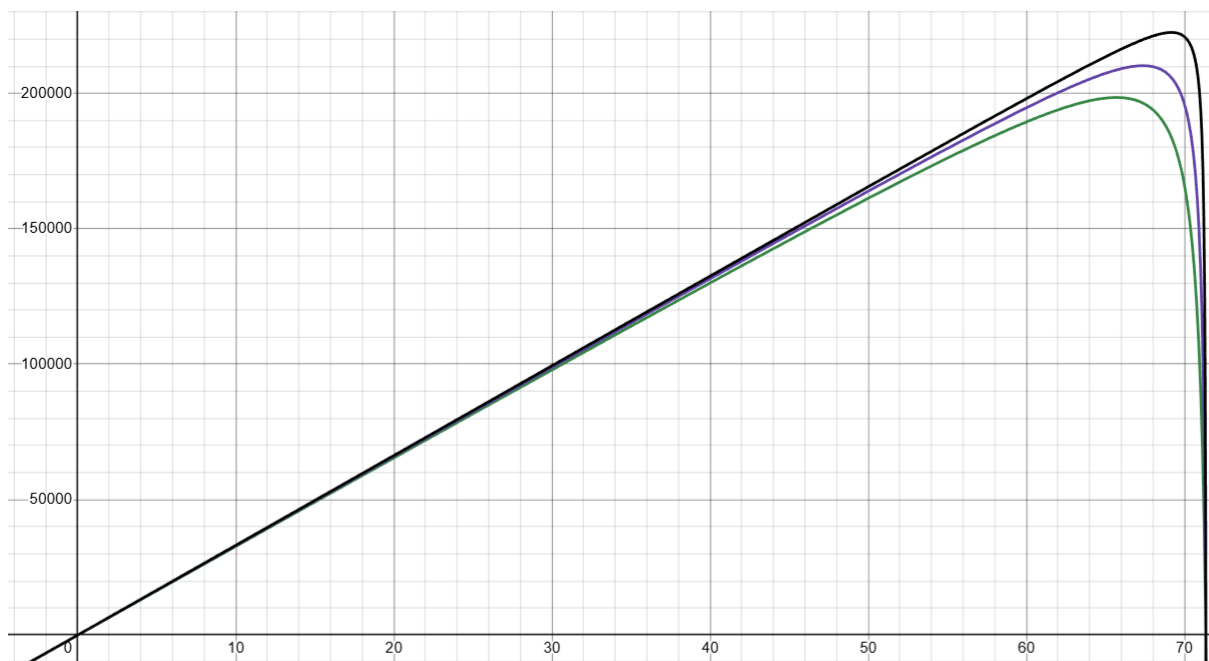


Рисунок 4 - Информационная скорость сети реального применения

$$R = 3328 \cdot x \cdot \frac{0.98609 \cdot (1 - 0.014014 \cdot x)}{(1.0 - 0.01391 \cdot x)}$$

$$R = 3328 \cdot x \cdot \frac{0.47290 \cdot (1 - 0.014014 \cdot x)}{(0.47619 - 0.00665 \cdot x)}$$

$$R = 3328 \cdot x \cdot \frac{0.19944(1 - 0.014014 \cdot x)}{(0.2 - 0.00280 \cdot x)}$$

## **Вывод**

В ходе данной работы было исследовано влияние параметра  $T_{доп}$  на ВВХ сети. Судя по расчётам и графикам, можно сделать вывод, что чем больше среднее допустимое время старения информации, тем выше вероятность своевременной доставки кадра и тем выше информационная скорость сети реального времени. При этом среднее время задержки передачи кадра и информационная скорость сети общего применения не зависят от параметра  $T_{доп}$ . Увеличение  $T_{доп}$  с 1.0 до 5.0 секунд позволяет существенно повысить надёжность доставки данных в сети реального времени, особенно при высоких нагрузках.