

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

тпр (бит) - длина преамбулы = 16

тф(бит) - длина флага = 8

ту(бит) - длина поля управления = 16

ткр (бит) - число контрольных разрядов = 16

k (бит) - длина пакета = 128

нkv (бит) - длина квитанции = 16

N - число станций в сети = 26

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

D (км) - длина канала = 2.0

p - вероятность ошибки в канале = 0

кг - коэффициент готовности канала данных = 1

qб - вероятность отсутствия блокировок = 1

tдкк (мс) - время декодирования кадра = 0.4

tдккв (мс) - время декодирования квитанции = 0.12

Tдоп (с) - среднее допустимое время старения = 2.1

Заданный параметр

Параметр Тдоп - среднее допустимое время старения информации.

Выбранные значения:

Тдоп = 1.0 с

Тдоп = 2.1 с

Тдоп = 5.0 с

Расчёты

Формулы для расчётов:

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

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

$$t_{\text{к}} = \frac{n_k}{V_c} \text{ [с]}$$

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

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

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

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

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

$$R_c = kN\lambda \text{ [бит/с]}$$

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

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

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

| Tдоп, с | r _a , бит | n _k , бит | T _{ок} , с | Q | t, с | R _c , бит/с | R _c ^{PB} , бит/с | λ^* , пак/с |
|---------|----------------------|----------------------|------------------------|-------|--------|------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 1.0 | 9 | 209 | 5.392×10^{-4} | 0.985 | 0.0152 | 33280 | 32781 | 71.35 |
| 2.1 | 9 | 209 | 5.392×10^{-4} | 0.993 | 0.0152 | 33280 | 33038 | 71.35 |
| 5.0 | 9 | 209 | 5.392×10^{-4} | 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: $x=\lambda$

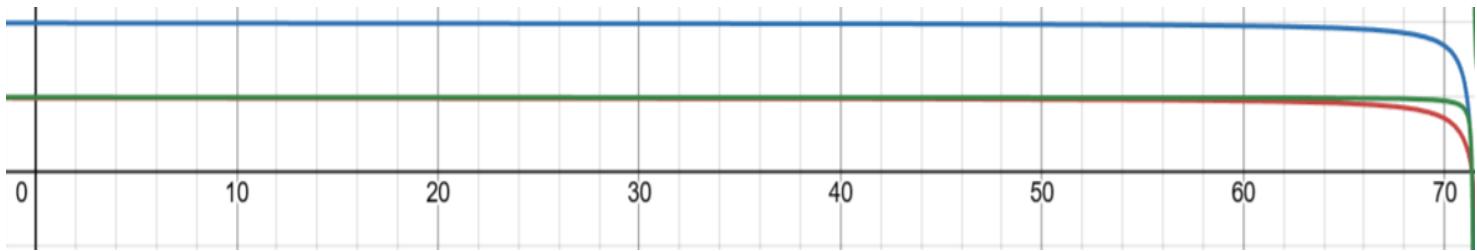


Рисунок 1 - Графики вероятностей своевременной доставки кадра

| | |
|---|---|
| 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 $Rc(\lambda)$

пусть: $x=\lambda$

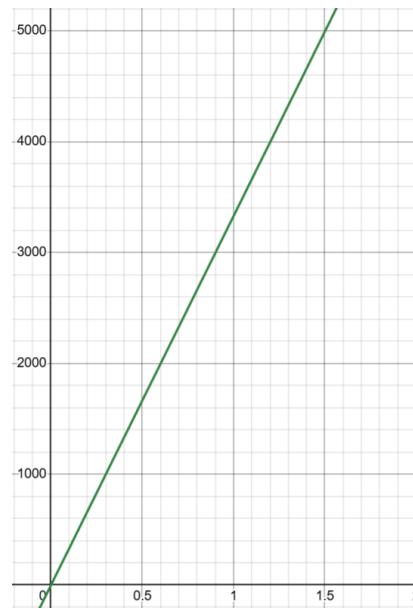


Рисунок 3 - Информационная скорость сети общего применения

1 $R = 3328 \cdot x$

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

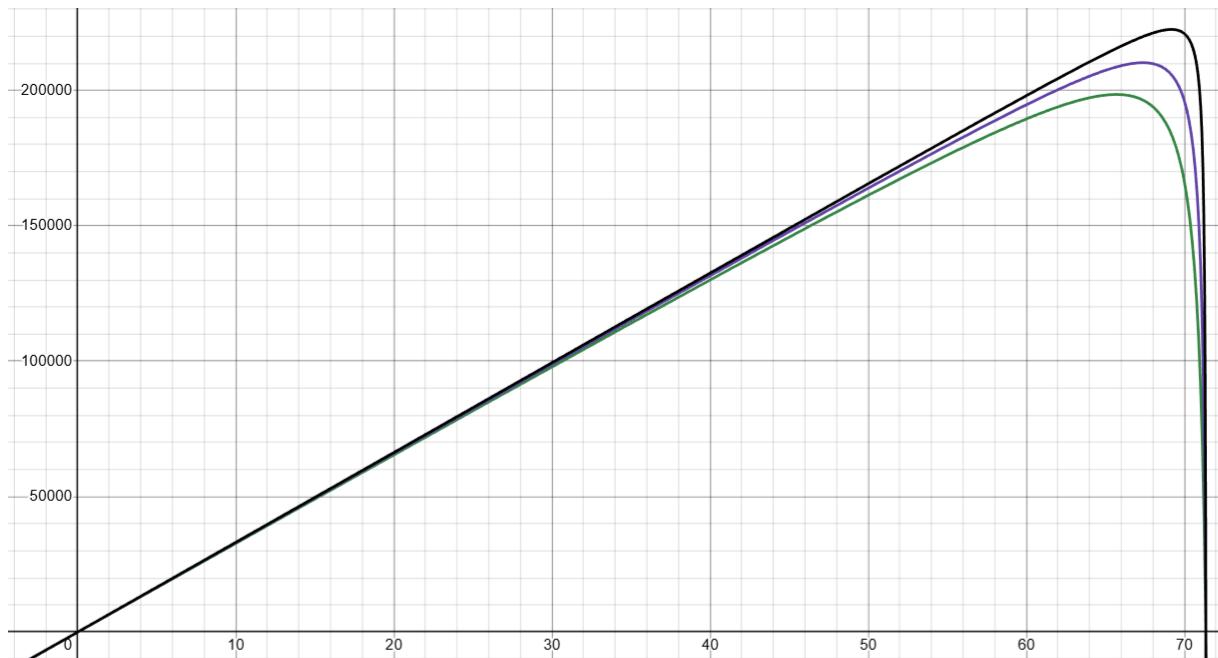


Рисунок 4 - Информационная скорость сети реального применения

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

2 $R = 3328 \cdot x \cdot \frac{0.47290 \cdot (1 - 0.014014 \cdot x)}{(0.47619 - 0.00665 \cdot x)}$

3 $R = 3328 \cdot x \cdot \frac{0.19944(1 - 0.014014 \cdot x)}{(0.2 - 0.00280 \cdot x)}$

Вывод

В ходе данной работы было исследовано влияние параметра Тдоп на ВВХ сети. Судя по расчётом 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 Тдоп. Увеличение Тдоп с 1.0 до 5.0 секунд позволяет существенно повысить надежность доставки данных в сети реального времени, особенно при высоких нагрузках.