

Липецкий государственный технический университет

Факультет автоматизации и информатики

Кафедра автоматизированных систем управления

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №1

по курсу Компьютерные сети

Студент

Глубоков Г.В.

Группа

АИ-20-1

Руководитель

Останков А.И.

Липецк 2023

Задание кафедры:

Рассчитать время доставки сообщений 3 размеров (S1, S2, S3) по трём сетям с линейной топологией (с 2, 4 и 8 узлами) с использованием трёх технологий коммутации:

- Коммутация каналов (КК)
- Коммутация сообщений (КС)
- Коммутация пакетов (КП)

Для расчётов сначала на основании анализа диаграммы сетевого взаимодействия вывести формулу, а затем вычислить индивидуальное числовое значение. При вычислении числовых значений задержку распространения сигнала, а также задержки коммутации принять равными 0. Числовые значения оформить в виде таблицы.

Для сравнения построить графики зависимости времени доставки сообщения (координата по оси Y) от размера сообщения (координата по оси X) для сети с 4 узлами по всем трём технологиям коммутации. Графики строить в одинаковом масштабе на одной общей системе координат.

Исходные данные (Вариант 2)

Дано:

- Три фрагмента сетей, состоящих из 2, 4 и 8 узлов, соединённых звеньями передачи данных в линейную топологию
- Сообщения трёх размеров S_1 , S_2 и S_3 байтов
 - 1) $S_1 = 100 + 14 \cdot n = 100 + 14 \cdot 2 = 128$ байтов
 - 2) $S_2 = S_1 \cdot 150 = 128 \cdot 150 = 19200$ байтов
 - 3) $S_3 = S_1 \cdot 30000 = 3840000$ байтов
- Скорость передачи данных по всем каналам V байтов в секунду ($V = 2500$ байт/сек)
- Максимальный размер пакета P байтов ($P = 1500$ байтов)

Ход работы:

1. Коммутация каналов

Рассмотрим схему передачи сообщения методом коммутации каналов для сети с 4 узлами с линейной топологией. Диаграмма сетевого взаимодействия для данной сети представлена на рисунке 1.

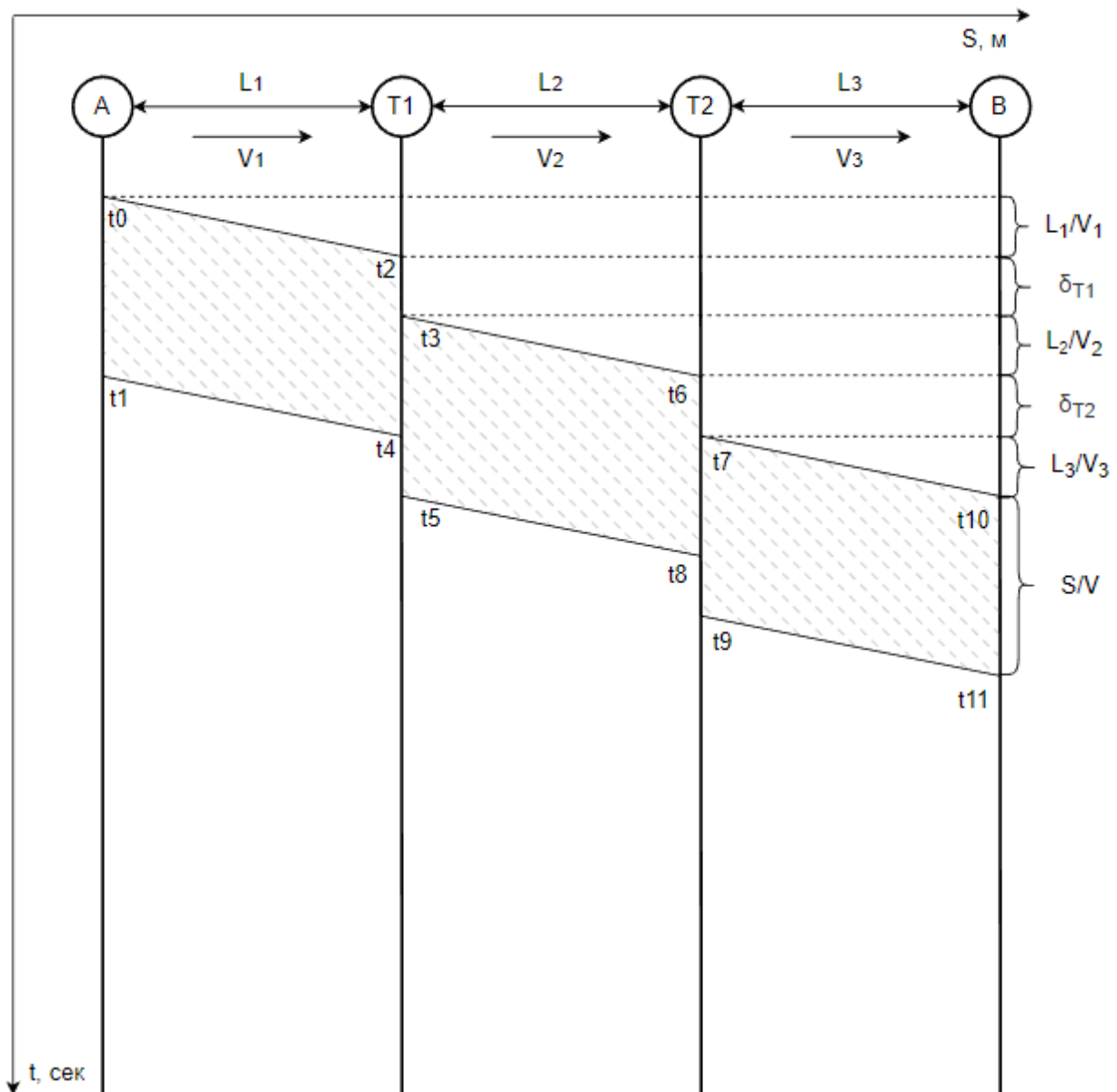


Рисунок 1 - Диаграмма сетевого взаимодействия для передачи сообщения методом коммутации каналов

Обозначения на диаграмме:

- А – узел-источник
- В – узел-получатель
- T1, T2 – транзитные узлы
- L1, L2, L3 – расстояния между узлами А и T1, T1 и T2, T2 и В соответственно
- V1, V2, V3 – скорость передачи данных по каналам между узлами А и T1, T1 и T2, T2 и В соответственно

Расчёт формулы:

Так как t_0 – момент начала передачи сообщения с узла А, t_1 – момент окончания передачи сообщения с узла А. Таким образом $t_1 - t_0$ – время передачи сообщения узлом А. Соответственно: $t_5 - t_3$ – время передачи сообщения узлом T1, а $t_9 - t_7$ – время передачи сообщения узлом T2.

Так как t_2 – момент начала приёма сообщения узлом T1, t_4 – момент окончания приёма сообщения узлом T1. Таким образом $t_4 - t_2$ – время приёма сообщения узлом T1. Соответственно: $t_8 - t_6$ – время приёма сообщения узлом T2, а $t_{11} - t_{10}$ – время приёма сообщения узлом В.

Скорость передачи файла по всем каналам одинакова. Значит время передачи сообщения $t_{\text{пер}} = \frac{S}{V}$. Следовательно:

$$t_1 - t_0 = t_5 - t_3 = t_9 - t_7 = \frac{S}{V}$$

Расстояние между узлами и скорость распространения сигнала фиксированы. Значит время распространения сигнала между узлами будет фиксированным. Следовательно:

$$t_2 - t_0 = t_4 - t_1 = \frac{L_1}{V_1}$$

$$t_6 - t_3 = t_8 - t_5 = \frac{L_2}{V_2}$$

$$t_{10} - t_7 = t_{11} - t_9 = \frac{L_3}{V_3}$$

Так как время передачи по всем каналам одинаково, а скорость распространения фиксирована, то $t_{\text{приёма}} = \frac{S}{V}$. Следовательно:

$$t_4 - t_2 = t_8 - t_6 = t_{11} - t_{10} = \frac{S}{V}$$

Пусть $t_3 - t_2 = \delta_{T1}$, $t_7 - t_6 = \delta_{T2}$ – задержка коммутации на узлах T1 и T2 соответственно, а $\frac{L_i}{V_i}$ – время распространения сигнала по i-ому каналу, где $i = 1, 2, \dots$.

Тогда время доставки сообщения t можно найти по следующей формуле:

$$t = \frac{S}{V} + \frac{L_1}{V_1} + \delta_{T1} + \frac{L_2}{V_2} + \delta_{T2} + \frac{L_3}{V_3}$$

В общем виде для N узлов:

$$t = \frac{S}{V} + \sum_{i=1}^{N-1} \frac{L_i}{V_i} + \sum_{j=1}^{N-2} \delta_{Tj}$$

Если время распространения по всем каналам равно, также как и задержки коммутации, то формула примет следующий вид:

$$t = \frac{S}{V} + (N - 1) * \frac{L_1}{V_1} + (N - 2) * \delta_{T1}$$

2. Коммутация сообщений

Рассмотрим схему передачи сообщения методом коммутации сообщений для сети с 4 узлами с линейной топологией. Диаграмма сетевого взаимодействия для данной сети представлена на рисунке 2.

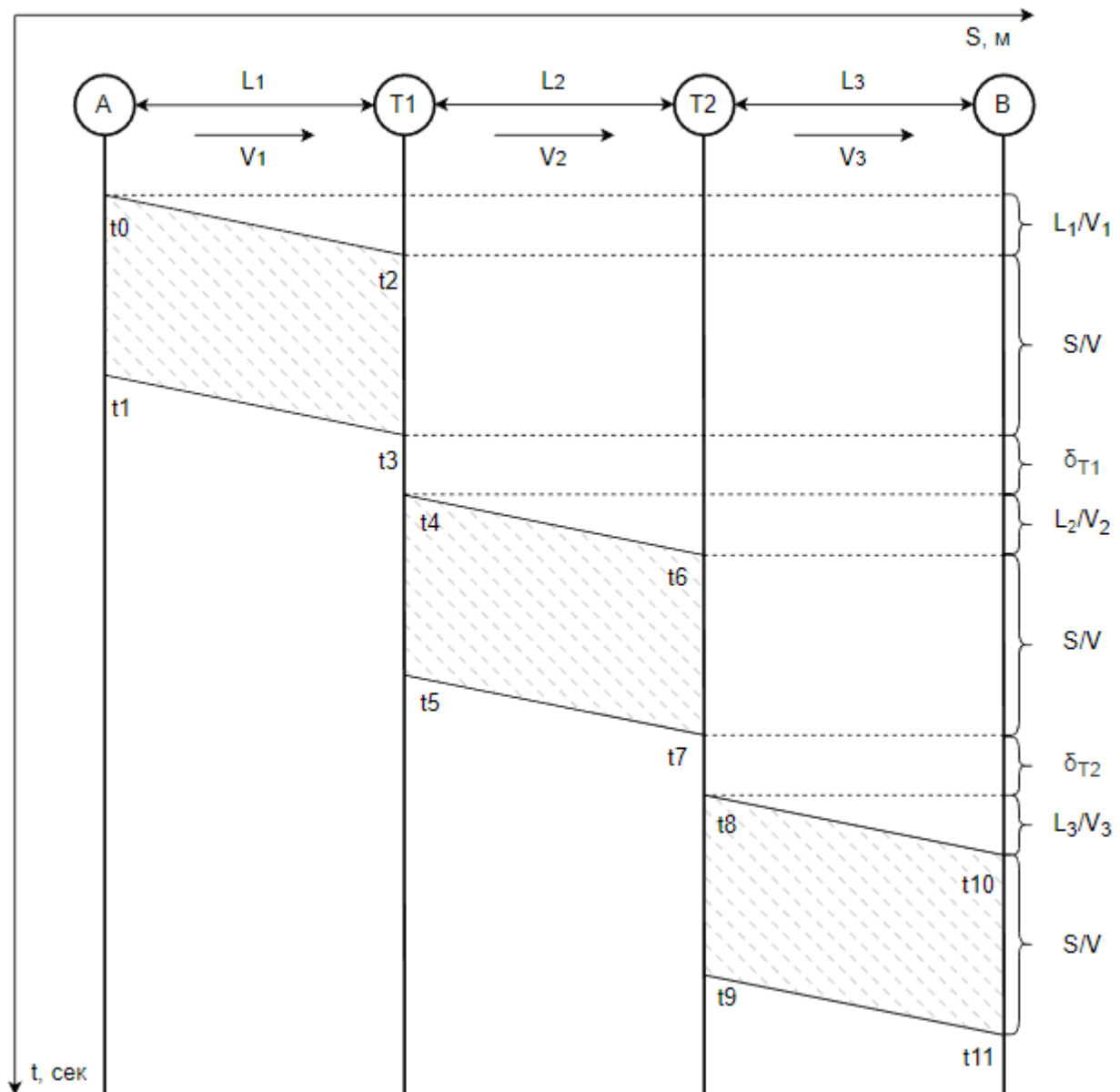


Рисунок 2 - Диаграмма сетевого взаимодействия для передачи сообщения методом коммутации сообщений

Обозначения на диаграмме:

- А – узел-источник
- В – узел-получатель
- T1, T2 – транзитные узлы
- L1, L2, L3 – расстояния между узлами А и T1, T1 и T2, T2 и В соответственно
- V1, V2, V3 – скорость передачи данных по каналам между узлами А и T1, T1 и T2, T2 и В соответственно

Расчёт формулы:

Так как t_0 – момент начала передачи сообщения с узла А, t_1 – момент окончания передачи сообщения с узла А. Таким образом $t_1 - t_0$ – время передачи сообщения узлом А. Соответственно: $t_5 - t_4$ – время передачи сообщения узлом T1, а $t_9 - t_8$ – время передачи сообщения узлом T2.

Так как t_2 – момент начала приёма сообщения узлом T1, t_3 – момент окончания приёма сообщения узлом T1. Таким образом $t_3 - t_2$ – время приёма сообщения узлом T1. Соответственно: $t_7 - t_6$ – время приёма сообщения узлом T2, а $t_{11} - t_{10}$ – время приёма сообщения узлом В.

Скорость передачи файла по всем каналам одинакова. Значит время передачи сообщения $t_{\text{пер}} = \frac{S}{V}$. Следовательно:

$$t_1 - t_0 = t_5 - t_4 = t_9 - t_8 = \frac{S}{V}$$

Расстояние между узлами и скорость распространения сигнала фиксированы. Значит время распространения сигнала между узлами будет фиксированным. Следовательно:

$$t_2 - t_0 = t_3 - t_1 = \frac{L_1}{V_1}$$

$$t_6 - t_4 = t_7 - t_5 = \frac{L_2}{V_2}$$

$$t_{10} - t_8 = t_{11} - t_9 = \frac{L_3}{V_3}$$

Так как время передачи по всем каналам одинаково, а скорость распространения фиксирована, то $t_{\text{приёма}} = \frac{S}{V}$. Следовательно:

$$t_3 - t_2 = t_7 - t_6 = t_{11} - t_{10} = \frac{S}{V}$$

Пусть $t_4 - t_3 = \delta_{T1}$, $t_8 - t_7 = \delta_{T2}$ – задержка коммутации на узлах T1 и T2 соответственно, а $\frac{L_i}{V_i}$ – время распространения сигнала по i-ому каналу, где $i = 1, 2, \dots$.

Тогда время доставки сообщения t можно найти по следующей формуле:

$$t = \frac{S}{V} + \frac{L_1}{V_1} + \delta_{T1} + \frac{S}{V} + \frac{L_2}{V_2} + \delta_{T2} + \frac{S}{V} + \frac{L_3}{V_3}$$

В общем виде для N узлов:

$$t = (N - 1) * \frac{S}{V} + \sum_{i=1}^{N-1} \frac{L_i}{V_i} + \sum_{j=1}^{N-2} \delta_{Tj}$$

Если время распространения по всем каналам равно, также как и задержки коммутации, то формула примет следующий вид:

$$t = (N - 1) * \frac{S}{V} + (N - 1) * \frac{L_1}{V_1} + (N - 2) * \delta_{T1}$$

3. Коммутация пакетов

Рассмотрим схему передачи сообщения методом коммутации пакетов для сети с 4 узлами с линейной топологией. Диаграмма сетевого взаимодействия для данной сети представлена на рисунке 3.

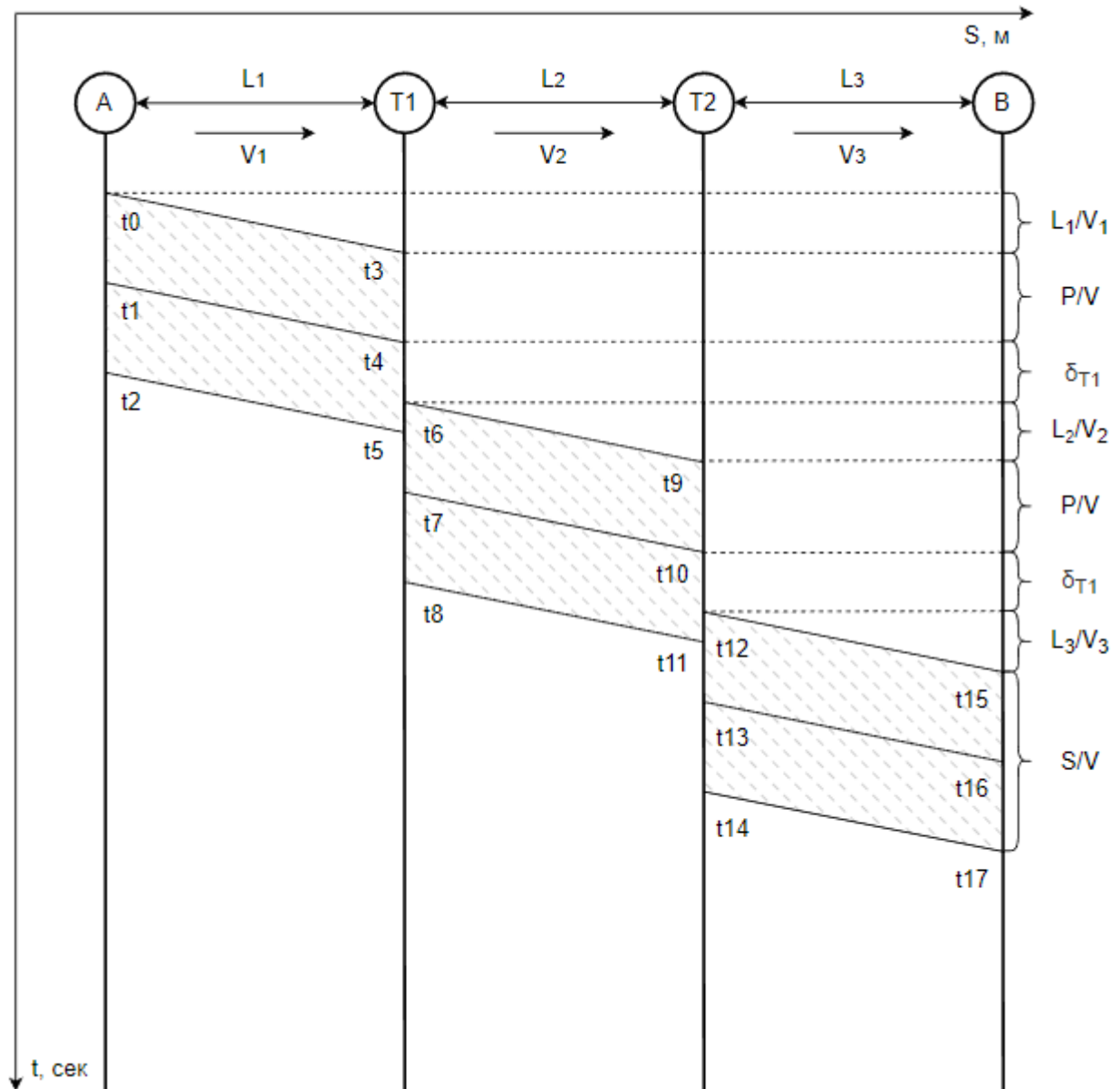


Рисунок 3 - Диаграмма сетевого взаимодействия для передачи сообщения методом коммутации пакетов

Обозначения на диаграмме:

- А – узел-источник
- В – узел-получатель
- T1, T2 – транзитные узлы
- L1, L2, L3 – расстояния между узлами А и T1, T1 и T2, T2 и В соответственно
- V1, V2, V3 – скорость передачи данных по каналам между узлами А и T1, T1 и T2, T2 и В соответственно

При передаче сообщения данным методом сообщение разбивается на пакеты, размер которых одинаков и равен максимально возможному.

Исключением может являться последний передаваемый пакет, который может оказаться меньше.

Пусть сообщение было разделено на N пакетов. Размер последнего пакета равен P_{last} , а остальных P.

Так как скорость передачи по всем каналам одинакова, то время передачи и время приема одного пакета (кроме, возможно, последнего) будет одинаково и составит $\frac{P}{V}$. Для последнего пакета: $t_{пер} = t_{приёма} = \frac{P_{last}}{V}$

По аналогии с предыдущими методами можно сказать, что время распространения сигнала между узлами и задержка коммутации фиксированы для каждого канала и каждого узла.

Также по аналогии с предыдущими пунктами обозначим:

- $\frac{P}{V}$ – время передачи пакета (кроме, возможно, последнего)
- $\frac{P_{last}}{V}$ – время передачи последнего пакета
- $\frac{L_i}{V_i}$ – время распространения сигнала по i-ому каналу
- δ_{T_j} – задержка коммутации на j-ом узле

Значит время доставки сообщения t можно найти по следующей формуле:

$$t = \frac{P}{V} + \frac{L_1}{V_1} + \delta_{T1} + \frac{L_2}{V_2} + \frac{P}{V} + \delta_{T2} + \frac{L_3}{V_3} + \frac{S}{V}$$

В общем виде для N узлов:

$$t = \frac{S}{V} + (N - 2) * \frac{P}{V} + \sum_{i=1}^{N-1} \frac{L_i}{V_i} + \sum_{j=1}^{N-2} \delta_{T_j}$$

Если время распространения по всем каналам равно, также как и задержки коммутации, то формула примет следующий вид:

$$t = \frac{S}{V} + (N - 2) * \frac{P}{V} + (N - 1) * \frac{L_1}{V_1} + (N - 2) * \delta_{T1}$$

При этом если размер сообщения не превышает максимальный размер пакета, то все формулы совпадают с формулами для доставки сообщения методом коммутации сообщений.

4. Расчеты времени доставки сообщения

Из исходных данных получаем:

- $S1 = 100 + 14 * n = 100 + 14 * 2 = 128$ байтов
- $S2 = S1 * 150 = 128 * 150 = 19200$ байтов
- $S3 = S1 * 30000 = 3840000$ байтов
- Скорость передачи данных по всем каналам V байтов в секунду ($V = 2500$ байт/сек)
- Максимальный размер пакета P байтов ($P = 1500$ байтов)
- Задержка коммутации и время распространения сигнала равны 0 для всех узлов и каналов соответственно.

Определение количества и размеров пакетов, на которые будут разделены сообщения:

- Для $S1$: Количество пакетов 1, Размер пакетов: 128.
- Для $S2$: Количество пакетов 12, Размер пакетов: 1500, Размер последнего пакета: 1200.
- Для $S3$: Количество пакетов 2560, Размер пакетов: 1500.

Учитывая условия задачи, получаем следующие расчётные формулы:

- $t = \frac{S}{V}$ – коммутация каналов
- $t = (N - 1) * \frac{S}{V}$ – коммутация сообщений
- $t = \frac{S}{V} + (N - 2) * \frac{P}{V}$ – коммутация пакетов (если $S > P$), иначе
 $t = (N - 1) * \frac{S}{V}$

Результаты расчётов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты расчётов

| Технология коммутации | Количество узлов в сети | Размер сообщения (байтов) | | |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|------------|--------------|
| | | S1 = 128 | S2 = 19200 | S3 = 3840000 |
| Коммутация каналов | 2 | 0.512 | 7.68 | 1536 |
| | 4 | 0.512 | 7.68 | 1536 |
| | 8 | 0.512 | 7.68 | 1536 |
| Коммутация сообщений | 2 | 0.512 | 7.68 | 1536 |
| | 4 | 1.536 | 23.04 | 4608 |
| | 8 | 3.584 | 53.76 | 10752 |
| Коммутация пакетов | 2 | 0.512 | 7.68 | 1536 |
| | 4 | 1.536 | 8.88 | 1537.2 |
| | 8 | 3.584 | 11.28 | 1539.6 |

Графики зависимости времени доставки сообщения (координата по оси Y) от размера сообщения (координата по оси X) для сети с 4 узлами по всем трём технологиям коммутации представлены на рисунках 4 и 5.

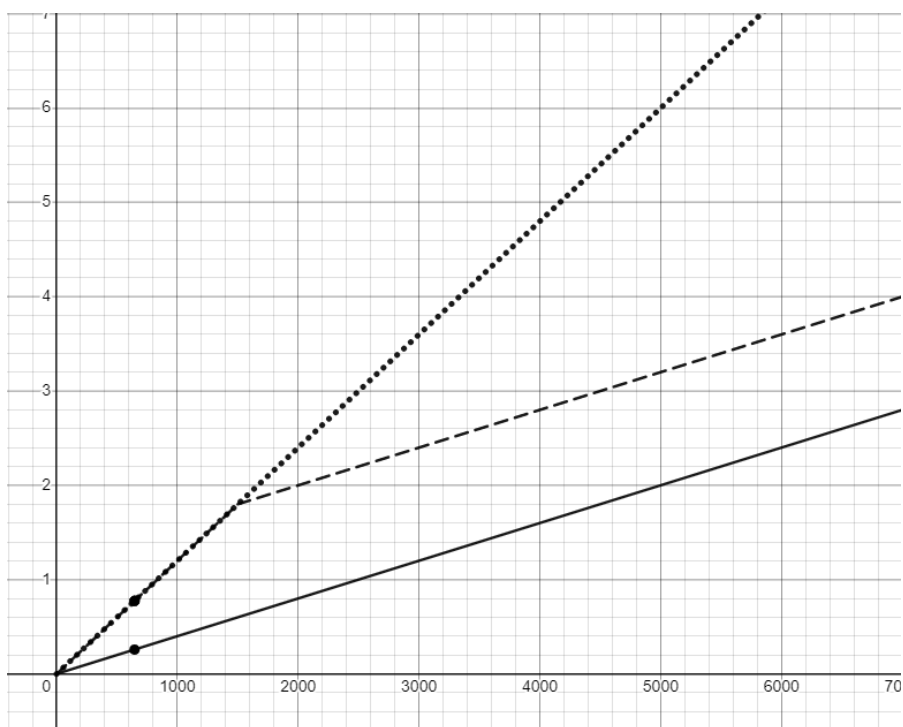


Рисунок 4 - Графики зависимости времени доставки сообщения (координата по оси Y) от размера сообщения (координата по оси X) для сети с 4 узлами по всем трём технологиям коммутации.



Рисунок 5 - Графики зависимости времени доставки сообщения (координата по оси Y) от размера сообщения (координата по оси X) для сети с 4 узлами по всем трём технологиям коммутации.