

Краевая научно-практическая конференция
учебно-исследовательских работ учащихся 6-11 классов
«Прикладные и фундаментальные вопросы математики»

Математическое моделирование

**Исследование эффективности функционирования локальной сети
персональных компьютеров в зависимости от топологии сети и
используемых коммуникационных протоколов**

Краскин Григорий Андреевич,
11 кл., МБОУ «Лицей №1», г. Пермь,
Нор Дмитрий Сергеевич,
11 кл., МБОУ «Лицей №1», г. Пермь,
Никитюк Александр Сергеевич,
учитель информатики,
аспирант ИМСС Уро РАН.

Пермь. 2016.

Оглавление

Введение.....	3
Концептуальная постановка задачи моделирования.....	5
Математическая постановка.....	8
Результаты.....	10
Список литературы.....	15

Введение.

Содержательная постановка:

Компьютерная сеть - это система, обеспечивающая обмен данными между вычислительными устройствами (компьютеры, серверы, маршрутизаторы и другое оборудование). Для передачи информации используются, как правило, различные виды электрических сигналов, световых сигналов или электромагнитного излучения. Локальная вычислительная сеть (ЛВС, локальная сеть; LAN)—компьютерная сеть, покрывающая обычно относительно небольшую территорию или небольшую группу зданий (дом, офис, фирму, институт). Сегодня в мире сотни миллионов компьютеров объединены в глобальные и локальные сети, это обеспечивает быстрый, надежный и относительно недорогой обмен данными между отдельными людьми, между различными компаниями и предприятиями, находящимися почти в любой точке планеты. Поэтому значимость сетей в жизни человека трудно переоценить. Данная работа посвящена изучению локальной сети «Лицея №1» г. Перми с целью получения исследовательского опыта и нахождения возможных путей оптимизации работы самой сети.

Исследуемая локальная вычислительная сеть реально существует и с её помощью работают и учатся (в том числе и авторы), а значит результаты исследования могут быть полезны для оптимизации эффективности функционирования данной сети.

Необходимо выбрать оптимальный вариант коммуникационного протокола и топологии сети для эффективной работы локальной вычислительной сети персональных компьютеров «Лицея № 1».

Для достижения этой цели авторами были поставлены следующие задачи:

- Изучение литературы о компьютерных сетях и локальных вычислительных сетях в частности.
- Создание математической модели ЛВС.

- Моделирование ЛВС «Лицея №1» с помощью заданных параметров этой сети и программного обеспечения AnyLogic
- Систематизация полученных результатов
- Выбор наиболее оптимальной конфигурации ЛВС

Модель должна позволять:

- определять значения эффективной скорости передачи данных по сети персональных компьютеров, коэффициента использования канала передачи и оценивать их.

Исходные данные:

- топология сети и используемое коммуникационное оборудование.
- используемые коммуникационные протоколы и их параметры.
- конфигурация и количество конечных узлов.

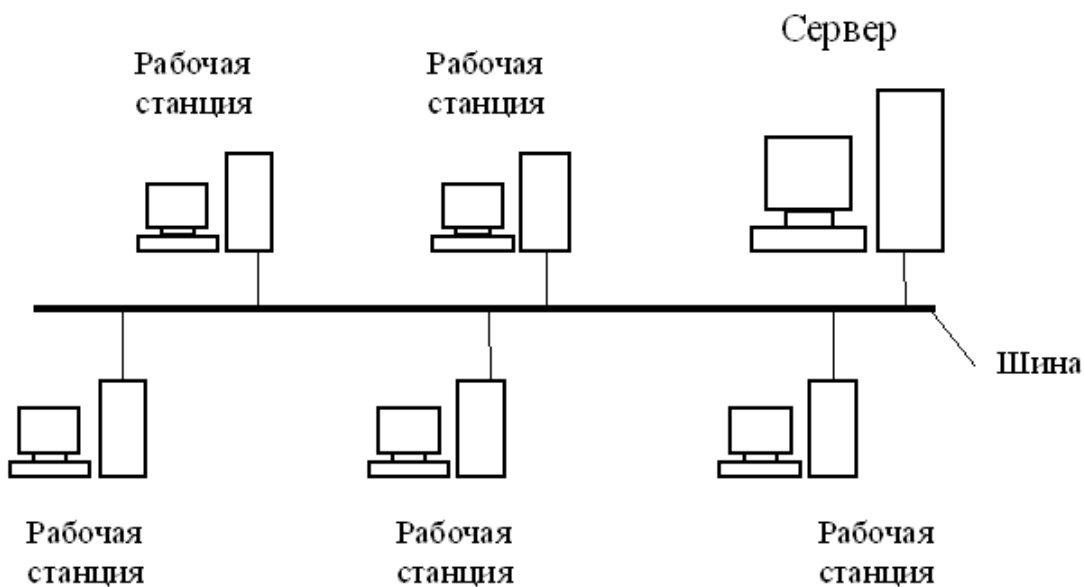
Концептуальная постановка задачи моделирования.

В качестве имитационной модели будем использовать аппарат СМО с ожиданиями. Под СМО (система массового обслуживания) понимают системы, на вход которых подается случайный поток однотипных заявок (событий), обработка которых выполняется одним или несколькими однотипными каналами (устройствами). Система массового обслуживания называется системой с ожиданием, если заявка, заставшая все каналы занятыми, становится в очередь и ждет, пока не освободится какой-нибудь канал.

Основные понятия СМО:

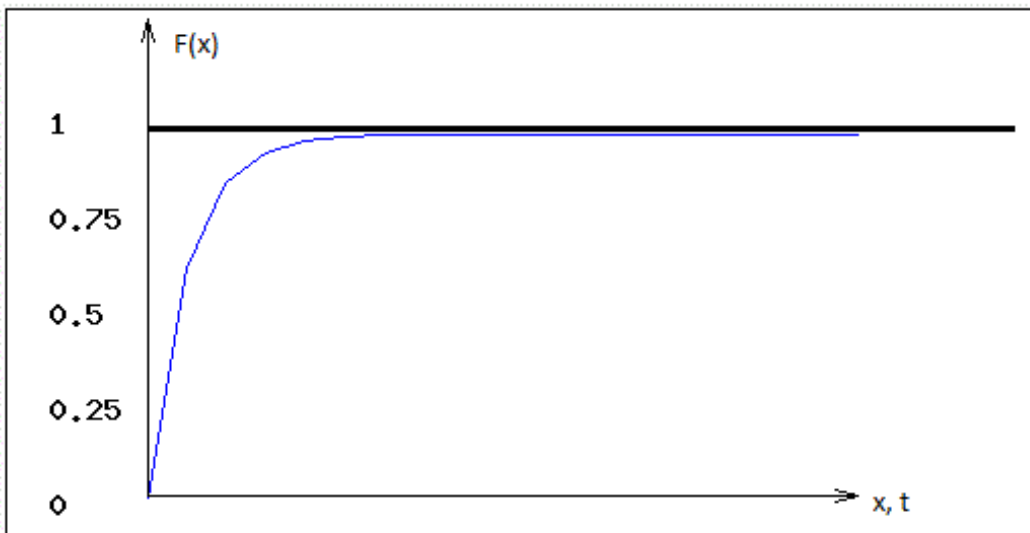
- Требование (заявка) — запрос на обслуживание.
- Входящий поток требований — совокупность требований, поступающих в СМО.
- Время обслуживания — период времени, в течение которого обслуживается требование.
- Математическая модель СМО — это совокупность математических выражений, описывающих входящий поток требований, процесс обслуживания и их взаимосвязь.
- Примем следующие гипотезы:
 - Предметная область: информатика (вычислительные сети, системы массового обслуживания).
 - Для данной модели рассмотрим семейство стандартов 802, так как это наиболее часто используемые стандарты для локальных сетей и мегаполисов. Используем технологию пакетной передачи данных компьютерных сетей Ethernet, для упрощения расчетов.
 - В качестве топологии сети рассмотрим шину (последовательное присоединение узлов сети к единому каналу передачи данных), так как линейная сеть представляет собой соединение 50 персональных компьютеров с 1 сервером. (Рис. 1)
 - Количество узлов – 5, для упрощения расчетов.

- Рассматриваемая ЛВС будет смоделирована с помощью одноканальной (топология – шина(один канал передачи данных)) СМО без отказов (с ожиданиями).
- В качестве заявок рассмотрим пакеты стандарта 802.3(Таблица 1).
Пакет — это определённым образом оформленный блок данных, передаваемый по сети в пакетном режиме.
- Источниками заявки являются узлы нашей сети.
- Каналом передачи данных является шина.
- Генерация заявок происходит по экспоненциальному закону(рис.2)



(рис. 1)

Рабочие станции – узлы сети. Шина – канал передачи данных, соединяющий станции и сервер.



(рис. 2)

На данном рисунке можно видеть вероятность поступления заявки в зависимости от прошедшего времени, которая определяется по экспоненциальному закону.

	Заголовок кадра						Поле данных	
Преамбула	DA	SA	L	DSAP	SSAP	Control	DATA	Проверочные биты
8 байт	6	6	2	1	1	1	46-1497	4

(Таблица 1)

Примечание (к таблице 1): DA - адрес получателя; SA - адрес отправителя; DSAP - идентификатор программы, для которой передается информация; SSAP - идентификатор программы, которая передает информацию; Control - поле управления передачей данных; L - длина поля данных.

Таким образом мы должны создать имитационную модель локальной сети шина, состоящую из 5 узлов, с помощью одноканальной системы массового обслуживания без отказов, используя пакеты стандарта 802.3.

Математическая постановка.

Так как источниками заявок в нашей системе являются персональные компьютеры, то от них через случайные промежутки времени в сеть поступают заявки с интенсивностью λ . Затем они обрабатываются в канале передачи данных ЛВС с интенсивностью μ . Тогда распределение интервалов времени между поступлением заявок и распределение времени обработки заявки в канале передачи данных ЛВС определяется согласно экспоненциальному закону.

$$F_{t \text{ поступления}} = 1 - e^{-\lambda t}; \quad (1)$$

$$F_{t \text{ обработки}} = 1 - e^{-\mu t}; \quad (2)$$

Теперь укажем формулы для расчета исходных данных (то есть интенсивности поступления заявок λ и интенсивности обработки заявок в обслуживающем приборе):

$$\lambda = \frac{1}{L_{\text{кадра}} * a} \quad (3)$$

$$a = \frac{1}{U_{\text{поступления}}} \quad (4)$$

$$U_{\text{поступления}} = \frac{V_{\text{файла}}}{T_{\text{поступления}}} \quad (5)$$

$$\mu = \frac{1}{L_{\text{кадра}} * b} \quad (6)$$

$$b = \frac{1}{U_{\text{передачи}}} \quad (7)$$

b —номинальная скорость передачи 1 бита в канале.

a —номинальная скорость поступления 1 бита в канале.

Тогда можем найти эффективную скорость передачи данных:

$$C_3 = \frac{L_{\text{поля данных}}}{L_{\text{кадра}} * b} \quad (8)$$

Где $L_{\text{поля данных}}$ - это длина поля данных пакета.

Используя дополнительное программное обеспечение AnyLogic можем найти реальную скорость передачи данных в моделируемом канале локальной вычислительной сети. Обозначим за m число переданных кадров в канале, а за $T_{\text{моделирования}}$ - время моделирования.

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^m L_{\text{поля данных}}}{T_{\text{моделирования}}} \quad (9)$$

Мы имеем реальную и теоретическую скорости, а значит можем найти своеобразный КПД для этой сети:

$$K_{\text{исп}} = \frac{C_p}{C_э} \quad (10)$$

Полученные в результате значения можем занести в таблицу и сравнить их, выбрав затем лучший вариант построения ЛВС:

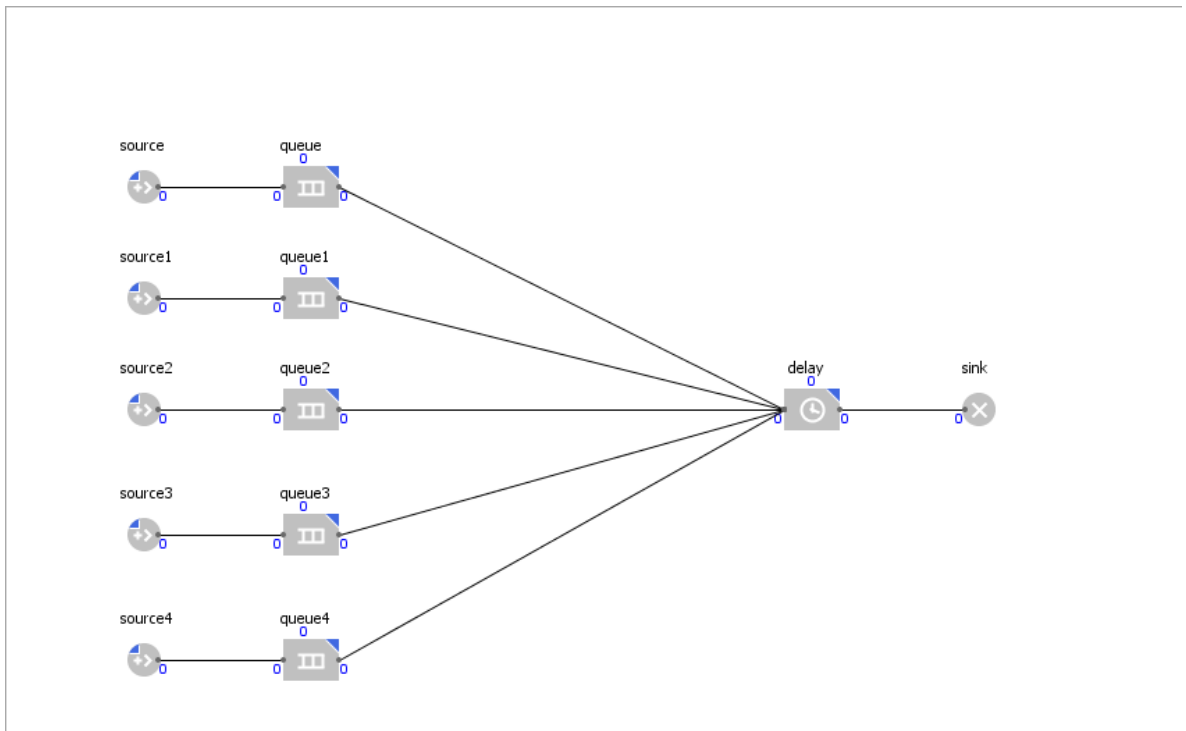
Основываясь на данных из формулы 10, мы сможем дать оценку пропускной способности для данной конфигурации сети.

Результаты

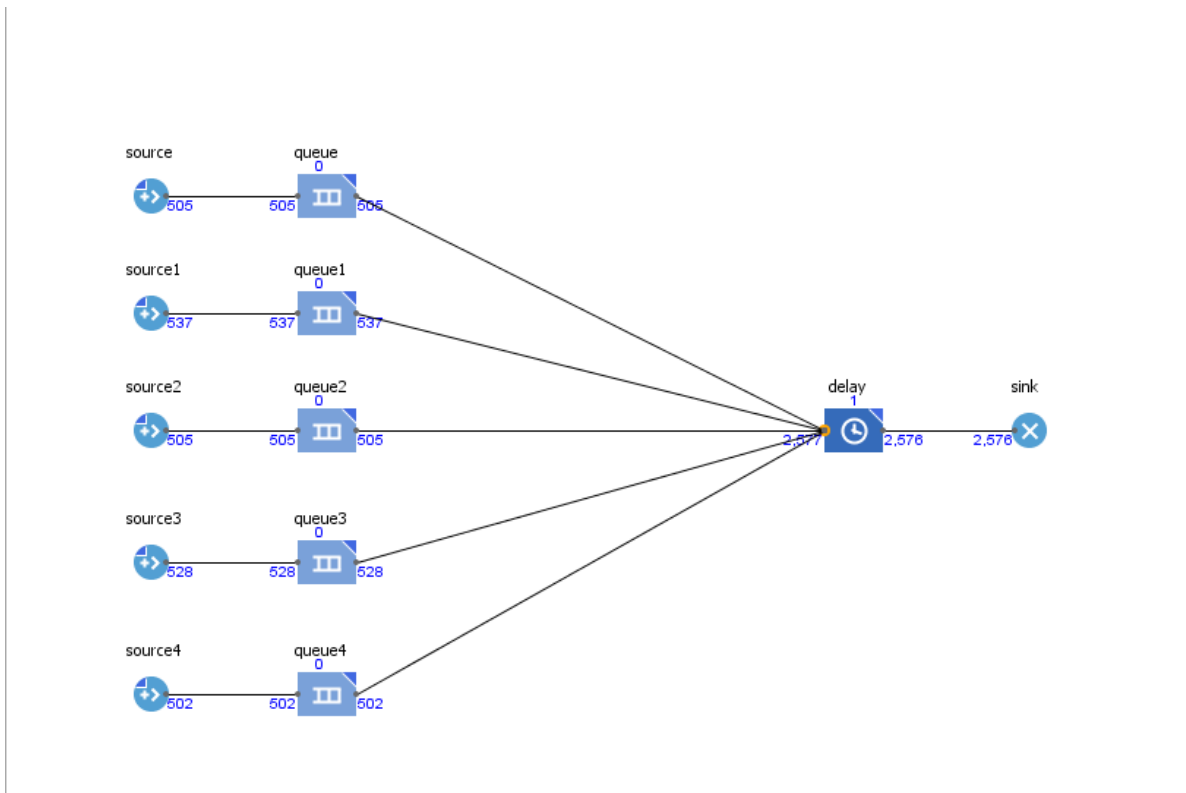
(Таблица 2) Результаты расчетов. Предварительный анализ модели.

U (Мб /с)	$L_{\text{поля данных}}$ (Б(б))	$L_{\text{кадра}}$ (б)	$T_{\text{пост.}}$ (с)	$V_{\text{файла}}$ (б)	b (мс/б)	a (мс/б)	λ	μ	C_9	C_p	$K_{\text{исп.}}$
10	46(368)	576	30	838860 8	0,0001	0,0037	0,46	17,3 6	6388,9	4501,9	0,7
	100(800)	1008	30	838860 8	0,0001	0,0037	0,27	9,92	7936,5	17333, 3	2,18
	500(400 0)	4208	30	838860 8	0,0001	0,0037	0,06	2,38	9505,7	34266 6,6	36,04
	1000(80 00)	8208	30	838860 8	0,0001	0,0037	0,03	1,21	9746,6	13693 33,3	140,4 9
	1497(97 6)	12184	30	838860 8	0,0001	0,0037	0,02	0,82	9829,3	30654 56,8	311,8 6

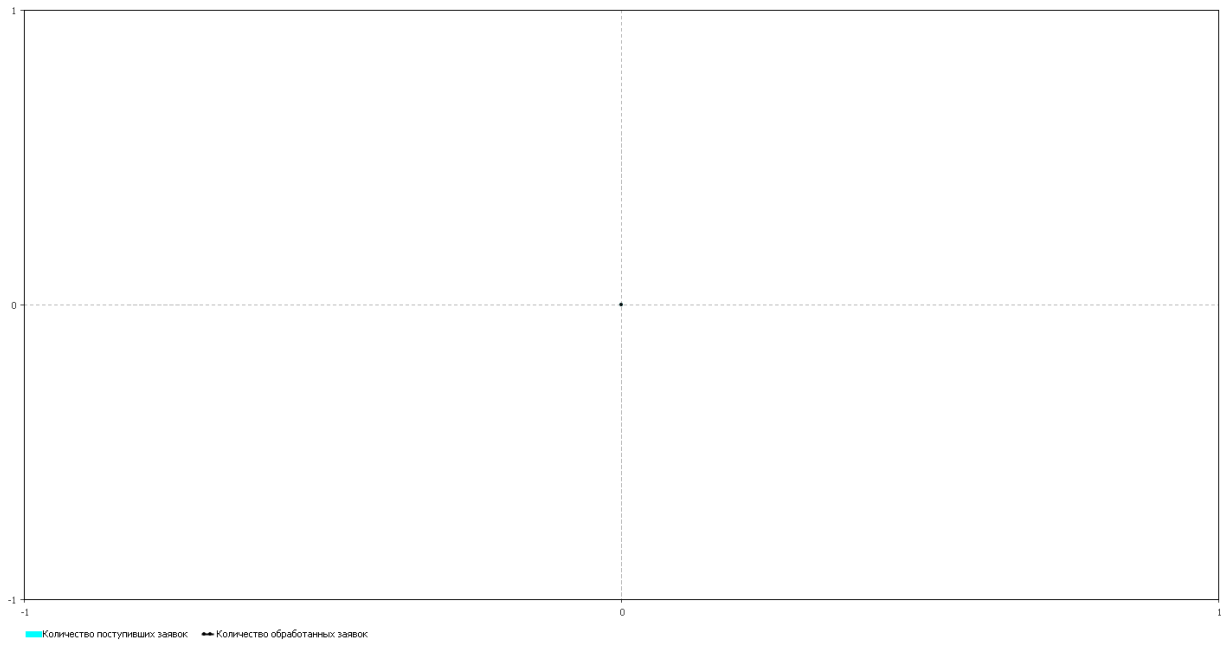
Работа в программе AnyLogic



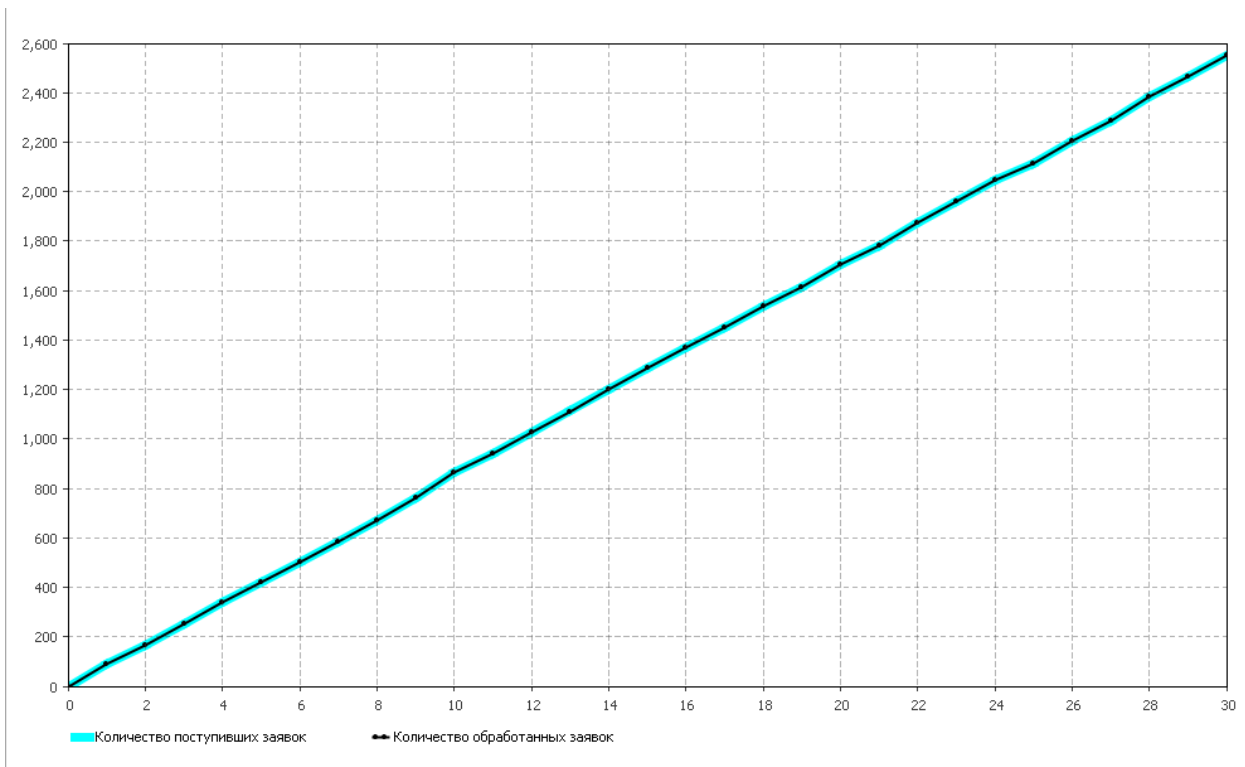
(Рис.3) имитационная модель поступления и обработки заявок в момент времени 0 секунд



(Рис.4) имитационная модель поступления и обработки заявок в момент времени 30 секунд



(Рис.5) график поступления и обработки заявок в момент времени 0 секунд



(Рис.6) график поступления и обработки заявок в момент времени 30 секунд

Примечание к рисункам 3-4.

Source - источник заявок (узел)

Queue - очередь из необработанных заявок

Delay - задержка на обработку заявок;

Sink - количество обработанных заявок.

Примечание к рисункам 5-6.

Ось абсцисс – прошедшее время.

Ось ординат - количество обработанных пакетов.

Заключение.

Таким образом при следующих исходных данных:

- Топологии сети шина
- Коммуникационном протоколе 802.3
- Технологии пакетной передачи данных компьютерной сети Ethernet
- Количестве узлов: 5
- Времени поступления заявок 30 секунд
- Объеме файла 1 МБ

можно сделать вывод, что наибольший коэффициент пропускной способности будет при наибольшей длине пакета (1497 байт).

В дальнейшем мы планируем подробнее изучить конфигурацию локально вычислительной сети Лицея №1. А также доработать нашу математическую модель с целью получения коэффициентов пропускной способности, на основе которых мы сможем сделать выбор оптимальных параметров сети.

Список литературы

- Олифер В.Г., Олифер Н.А. «Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы»
- Владимир Дронов «PHP 5/6, MySQL 5/6 и DreamweaverCS4. Разработка интерактивных Web-сайтов»
- Назаров С.Н. «Исследование топологии ЛВС на основе программы имитационного моделирования»
- <https://ru.wikipedia.org>