Федеральное агентство связи

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

Сибирский государственный университет

телекоммуникаций и информатики

Е.В. Кокорева

**Теория телетрафика и анализ систем беспроводной связи**

**Контрольная работа**

**учебно-методическое пособие**

Новосибирск 2019

УДК 621.391

**Кокорева Е.В. Теория телетрафика и анализ систем беспроводной связи:** Учебно-методическое пособие. – Новосибирск: СибГУТИ, 2019. – 16 c.

Учебно-методическое пособие предназначено для подготовки студентов направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и сети связи». В пособии приведена методика расчёта характеристик канала передачи данных под управлением протокола HDLC при помощи аналитической модели в виде системы массового обслуживания M/G/1 с приоритетом.

Кафедра систем мобильной связи

Таблиц – 1, иллюстраций – 2, литературы – 5 наим.

Рецензент – доцент кафедры телекоммуникационных сетей и вычислительных средств О.И. Моренкова

Утверждено редакционно-издательским советом СибГУТИ в качестве учебно-методического пособия.

© Сибирский государственный университет

телекоммуникаций и информатики, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

[Оглавление 3](#_Toc16632586)

[Замечания по выполнению и оформлению контрольной работы 4](#_Toc16632587)

[Введение 5](#_Toc16632588)

[Теоретическая часть 6](#_Toc16632589)

[Задание 12](#_Toc16632590)

[Варианты задания 13](#_Toc16632591)

[Список литературы 14](#_Toc16632592)

Замечания по выполнению и оформлению контрольной работы

1. Выполнение контрольной работы

Контрольная работа требует для своего выполнения наличия на компьютере пакета математических и инженерных расчётов, такого как Mathcad или SMath Studio. Рекомендуется использование последнего из них, т.к. данный пакет является свободно распространяемым, легко устанавливается на компьютер и не требует каких-либо специальных знаний для его использования.

Вариант задания выбирается из таблицы 1 (ячейка таблицы содержит номер варианта, соответствующие заголовки строки и столбца – исходные данные для расчёта) **по двум последним цифрам пароля**. **Если число, образованное двумя последними цифрами пароля, превышает 48, то в качестве номера варианта принимается сумма этих цифр**.

Преподаватель должен получить от студента на проверку архив, содержащий два документа:

1. Отчёт в виде текстового документа (.doc, .docx или .pdf).
2. Файл рабочий лист Mathcad в формате .mcd, .xmcd или рабочий лист SMath Studio в формате .sm с расчётами и графиками.
3. Оформление отчёта

Отчёт по выполнению контрольной работы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 7.32-2017 и содержать:

1. Титульный лист.
2. Аннотацию.
3. Содержание (с нумерацией страниц).
4. Задание в соответствии с вариантом.
5. Краткое теоретическое описание моделируемой системы.

**Примечание 1:** Копирование материала данного пособия в качестве теоретического описания не допускается.

1. Выполнение задания с описанием основных этапов.
2. Результаты выполнения в виде графиков зависимостей, полученных в ходе расчёта.
3. Выводы по проделанной работе.
4. Список литературы (по ГОСТ 7.1-2019).

Рисунки (графики, схемы, диаграммы и пр.), таблицы, формулы и другие объекты должны быть пронумерованы и подписаны в соответствии с ГОСТ 2.105-95.

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении контрольной работы необходимо построить математическую модель канального уровня телекоммуникационной сети с приоритетным обслуживанием под управлением протокола HDLC. Сеть предоставляет два уровня приоритета.

Модель данной сети описывается системой массового обслуживания типа M/G/1 по символике Кендалла-Башарина. Это означает, что на входе пуассоновский поток требований с показательным распределением промежутков времени между поступлениями пакетов, время обслуживания (передачи) распределено показательно и система имеет один общий канал передачи данных.

Требуется получить и проанализировать вероятностно-временные характеристики данной сети.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Моделирование систем приоритетного обслуживания

* 1. Описание системы массового обслуживания

Рассматривается дуплексный канал передачи данных, который работает под управлением протокола HDLC с использованием процедуры управления каналом LAPB. Предполагается при этом, что используется режим выборочного неприёма, с единичным размером окна.

Моделирование данной системы осуществляется системой массового обслуживания M/G/1 c приоритетным обслуживанием. Тип приоритета – относительный (без прерывания обслуживания). Число уровней приоритета – 2, причём повторно передаваемые пакеты обладают более высоким приоритетом равным единице, а входящие пакеты – более низким приоритетом равным двум.

В данной системе массового обслуживания определяется несколько случайных процессов, значениями которых являются:

1. Скорость распространения сигнала в канале передачи данных  (км/сек.).
2. Случайная величина  − время распространения сигнала по каналу передачи данных (сек.) с функцией распределения :

. (1)

1. Случайная величина  − размер передаваемого кадра (бит) с функцией распределения .
2. Случайная величина  − длительность интервала времени между моментом начала передачи кадра по каналу передачи данных и моментом получения передающей станцией положительной либо отрицательной квитанции на него (сек.):

. (2)

* 1. Условие стационарности системы

Предполагается стационарный режим рассматриваемой системы массового обслуживания. Это означает, что существуют предельные значения всех характеристик СМО (формула 3) и все поступающие заявки (пакеты) будут обслужены.

, (3)

где  – среднее время доставки пакета,  – время доставки пакета на интервале , усреднённое по всем пакетам,  – среднее время ожидания пакетом обслуживания,  – время ожидания пакета на интервале , усреднённое по всем пакетам,  – среднее число пакетов в буфере передающей станции,  – число пакетов в буфере передающей станции на интервале , усреднённое по всем пакетам.

Данные требования выполняются при выполнении следующего условия:

, (4)

где  – коэффициент загрузки СМО (доля времени, в течение которого канал занят обслуживанием пакета),  – интенсивность поступления пакетов, поток которых складывается из входящего потока  и повторно передаваемых пакетов ,  – интенсивность обслуживания пакета,  – средняя длительность подтверждения передачи пакета (эквивалент среднего времени обслуживания).

* 1. Параметры моделируемого канала передачи данных

Для построения математической модели описанной выше системы необходимо определить следующие параметры:

* + 1. Исходные данные
* пропускная способность канала передачи данных  (бит/сек.);
* протяжённость канала передачи данных  (км);
* скорость распространения света, (км/сек.) ;
* средняя скорость распространения сигнала  (км/сек.);
* математическое ожидание  случайной величины  − времени распространения сигнала в канале:
* дисперсия  случайной величины ;
* минимальная длительность паузы между двумя последовательными передачами кадров передающей станцией  (сек.);
* размер управляющих полей передаваемого кадра  (бит), который определяется форматом кадра HDLC;
* размер квитанции  (бит) также определяется форматом кадра протокола HDLC;
* математическое ожидание  случайной величины  − длины информационного поля кадра;
* дисперсия  случайной величины ;
	+ 1. Расчётные характеристики
* вероятность неправильного приёма кадра принимающей станцией :

. (5)

* среднее количество повторных передач кадра для достижения его правильного приёма :

. (6)

* математическое ожидание  случайной величины  (описание см. в разделе 1.1):

. (7)

* дисперсия  случайной величины :

. (8)

* интенсивность повторных передач неправильно принятых кадров  (1/сек.):

. (9)

* коэффициент загрузки канала первичными передачами кадров :

. (10)

* коэффициент загрузки канала вторичными передачами кадров :

. (11)

* средняя длительность периода ожидания начала первичной передачи кадра (длительность периода времени между моментом поступления кадра для передачи и моментом начала его первичной передачи)  (сек.):

. (12)

* средняя длительность периода ожидания начала повторной передачи кадра (длительность периода времени между моментом поступления отрицательной квитанции на кадр и моментом начала его повторной передачи)  (сек.):

. (13)

* среднее время одной передачи первично передаваемого кадра (длительность периода времени между моментом поступления кадра в передающую станцию и моментом получения ей отрицательной либо положительной квитанции на него)  (сек.):

. (14)

* среднее время одной передачи повторно передаваемого кадра (длительность периода времени между моментом получения передающей станцией отрицательной квитанции на ранее переданный кадр и моментом получения ей следующей отрицательной либо положительной квитанции на этот же кадр)  (сек.):

. (15)

* среднее время доставки кадра (длительность периода времени между моментом поступления кадра в передающую станцию и моментом получения ей положительной квитанции на него)  (сек.):

. (16)

* среднее число первично передаваемых кадров в буфере передающей станции :

. (17)

* среднее число вторично передаваемых кадров в буфере передающей станции :

. (18)

* среднее число кадров в буфере передающей станции :

. (19)

* + 1. Входные параметры
* интенсивность потока кадров, поступающих для передачи по каналу передачи данных  (1/сек.);
* вероятность ошибочного приёма одного бита принимающей станцией  (BER).

Результаты моделирования

Примеры зависимостей, полученных в результате моделирования, представлены на рис. 1–2.



Рис. 1. Зависимость среднего времени доставки пакета от интенсивности входящего потока



Рис. 2. Зависимость средней размера очереди в буфере передающей станции от интенсивности входящего потока

Из полученных зависимостей видно, что в канале с вероятностью ошибки на бит  происходит переполнение буфера передатчика и время доставки с большой скоростью растёт до бесконечности.

ЗАДАНИЕ

1. Вариант задания определить по двум цифрам пароля.

**Примечание 2:** варианты заданий находятся в таблице 1. Ячейки таблицы содержат номера вариантов. Исходные данные моделирования содержатся в заголовках строки и столбца, соответствующих ячейке с номером варианта.

1. Функцию распределения  случайной величины  выбрать равномерной на интервале [1000; 2000] бит.
2. Функцию распределения  случайной величины  выбрать равномерной на интервале  сек., в предположении, что скорость  равномерно распределена на интервале  (*С* – скорость света (м/сек.)).
3. Создать рабочий файл MathCad (SMeth Studio) и в нём запрограммировать приведённые формулы 5-19.
4. Определить  максимальную интенсивность потока входящих (первично передаваемых) кадров (кадр/сек.) по условию 4 (раздел 1.2).
5. Построить зависимости:
6. Максимальной интенсивности  от вероятности .
7. Количества  повторных передач кадров от вероятности .
8. Времени  доставки кадров от интенсивности  для .
9. Времени  доставки кадров от вероятности  при фиксированном значении .
10. Среднего числа  кадров в буфере передающей станции от интенсивности  для .
11. Среднего числа  кадров в буфере передающей станции от вероятности  при фиксированном значении .
12. Среднего числа  кадров в буфере передающей станции от интенсивности  для .
13. Среднего числа  кадров в буфере передающей станции от вероятности  при фиксированном значении .
14. Средней длительности  от интенсивности  для .
15. Средней длительности  от вероятности  при фиксированном значении .
16. Средней длительности  от интенсивности  для .
17. Средней длительности  от вероятности  при фиксированном значении .
18. Интерпретировать полученные зависимости, сделать выводы.
19. Оформить пояснительную записку в соответствии с ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 7.32-2019.
20. Сдать контрольную работу преподавателю на проверку.
21. По результатам проверки внести необходимые исправления и защитить работу.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ

Таблица 1 − Варианты заданий

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  кбит/сек. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  кбит/сек. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|  кбит/сек. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|  кбит/сек. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|  кбит/сек. | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|  кбит/сек. | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
|  кбит/сек. | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
|  кбит/сек. | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
2. Климов Г.П. Теория массового обслуживания. М.: Издательство МГУ, 2011. – 312 с.
3. Иверсен В.Б. Разработка телетрафика и планирование сетей : учеб. пособие. − М.: Нац. Открытый Ун-т "ИНТУИТ": Бином. Лаборатория знаний, 2011. − 526 с.
4. Блэк Ю. Сети ЭВМ. Протоколы, стандарты, интерфейсы. – М.: Мир, 1990. – 506 с.
5. Столлингс В. Компьютерные системы передачи данных, 6-е издание: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 928 с.

Елена Викторовна Кокорева

**теория телетрафика и анализ систем беспроводной связи**

**контрольная работа**

Редактор: К.И. Шурыгина

Корректор:

Подписано в печать

Формат бумаги 62×84 1/16, отпечатано на ризографе, шрифт №10,

Изд. л. 1,0, заказ №, тираж 10 экз.

Редакционно-издательский отдел СибГУТИ

630102, Новосибирск, ул. Кирова, 86