САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА М.А БОНЧ-БРУЕВИЧА

**Курсовая работа**

**Математические модели в сетях связи (ММвСС)**

На тему:

**«Расчет пропускной способности линий связи»**

Вариант 8527

Факультет: ИКСС

Специальность: Программная инженерия

Выполнил: Чепуренко В.А. ИКПИ-85.

Преподаватель: Лобастова М.В.

Санкт-Петербург, 2019

**Содержание**

[Цель работы 3](#_Toc532461870)

[Параметры сети 3](#_Toc532461871)

[Требования к качеству обслуживания 3](#_Toc532461872)

[Значения исходных данных 4](#_Toc532461873)

[Матрица интенсивности трафика в направлениях 4](#_Toc532461874)

[Матрица кратчайших маршрутов между вершинами графа x](#_Toc532461875)

[Матрица интенсивностей нагрузок на линии связи x](#_Toc532461876)

[Матрица потоков x](#_Toc532461877)

[Интенсивность трафика ПД в линиях связи x](#_Toc532461878)

[Пропускная способность линий связи x](#_Toc532461879)

[Оптимизация пропускной способности линии связи x](#_Toc532461880)  
 [Выводы x](#_Toc532461879)

[Список литературы](#_Toc532461880) x

**Цель работы**

Применение знаний в области моделирования сетей связи с целью расчета параметров сетевых элементов. Целью выполнения задания является расчет требуемых пропускных способностей линий связи в сети с заданными структурными параметрами и требованиями к качеству обслуживания.

**Параметры сети:**

* количество узлов в сети связи *n* (20),
* интенсивность удельной абонентской нагрузки *y*0 (0,1 Эрл),
* тип кодека (G.711),
* скорость потока для данного типа кодека *a*o (85,6 Кбит/с),
* длина пакета *L* (200 байт),
* количество абонентов в узлах связи (Распределение абонентов по узлам сети - индивидуально),
* матрица расстояний между узлами связи (Матрица расстояний – индивидуальна).

**Требования к качеству обслуживания:**

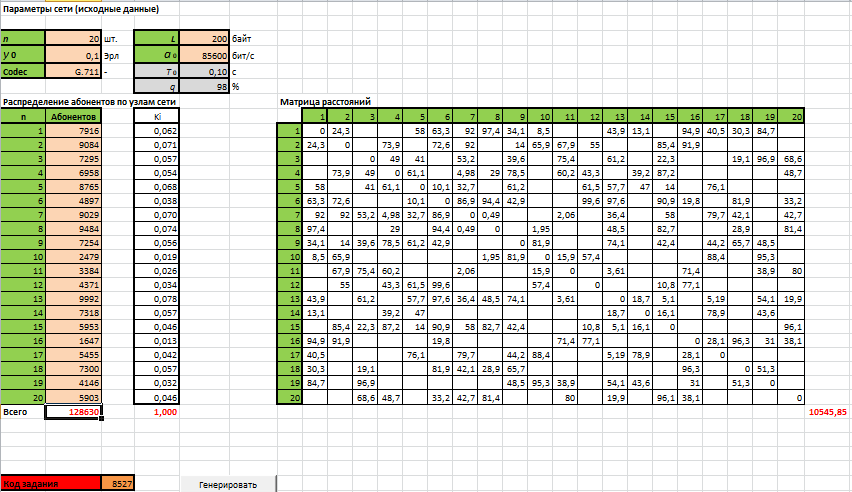
* начальное требование к величине задержки *T*о (100 мс=0,1с),
* доля вызовов, обслуженных с гарантированным качеством *q* (98%). (Данные могу быть получены многократно.)
* Структура сети задана неориентированным графом. Вершинами графа являются узлы сети, а ребрами линии связи.
* Граф задан матрицей (матрицей расстояний между вершинами).   
  D = [dij]; i,j = 1..n
* *n* – количество узлов сети.  
  Узлы сети заданы вершинами графа *n*1…*n*20.  
  Каждый из узлов сети может производить «*собственный*» трафик и может выполнять функции маршрутизации трафика других узлов сети.
* «Собственный» трафик узла связи производят абоненты, подключенные к этому узлу. Количество абонентов определено индивидуальным заданием.
* Линии связи в сети являются *двунаправленными* (т.е. если скорость передачи равна *b* Мбит/с, то данные по ней могут передаваться независимо в двух направлениях со скоростями *b* Мбит/с).
* Трафик между узлами сети распределен *пропорционально их абонентской емкости*.
* Маршрутизация трафика производится по *кратчайшему маршруту*, при этом кратчайшим маршрутом является маршрут с *минимальной длиной*, вычисленной согласно заданной *матрице расстояний* между узлами.
* Все абоненты сети используют только услугу IP телефонии (VoIP).
* Удельная интенсивность абонентской нагрузки определена заданием (0,1 Эрл).
* Число абонентов, включенных в узлы, задается индивидуально (Распределение абонентов по узлам сети).

**Задание**

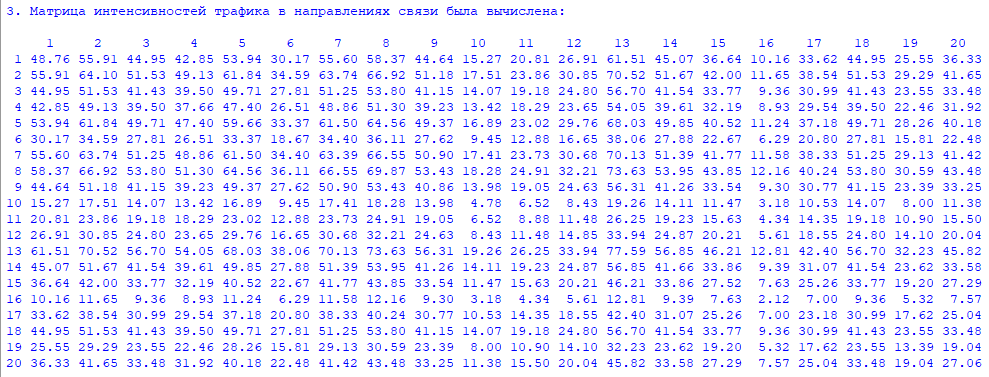
1. Требуется выполнить расчет величины пропускной способности линий связи, для обеспечения нормы качества обслуживания (q и T0).

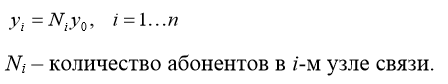
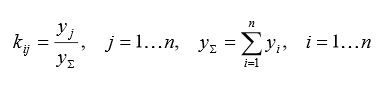
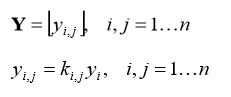
2. Оптимизировать величины пропускной способности линий связи в сети, при целевом значении «сквозной» задержки абонент-абонент T0/2=50 мс.

**Значения исходных данных**



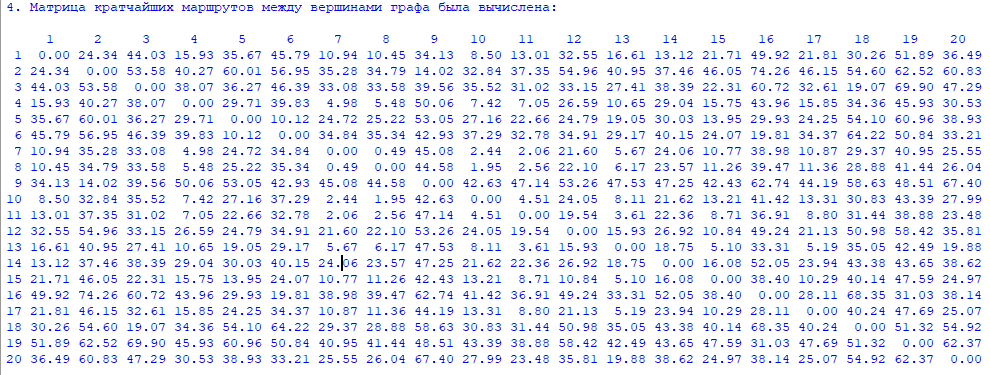
# 1. Матрица интенсивности трафика в направлениях связи (Y)



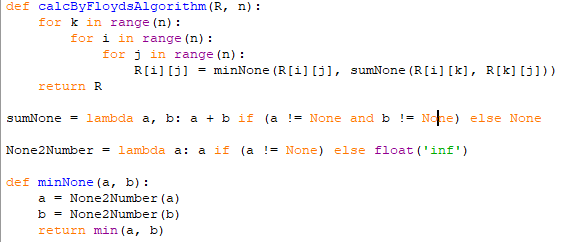
  

**2. Матрица кратчайших маршрутов между вершинами графа (R)**

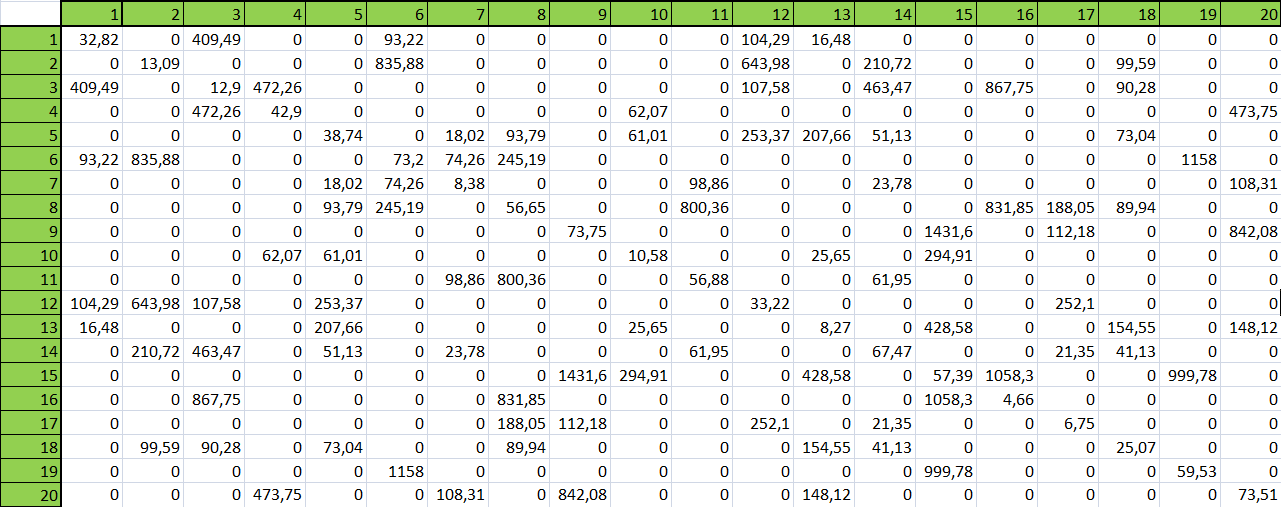
На основе матрицы расстояний между вершинами графа, используя алгоритм Флойда.  
Данная матрица содержит информацию о кротчайшем пути из вершины i в вершину j.



Реализация алгоритма Флойда:



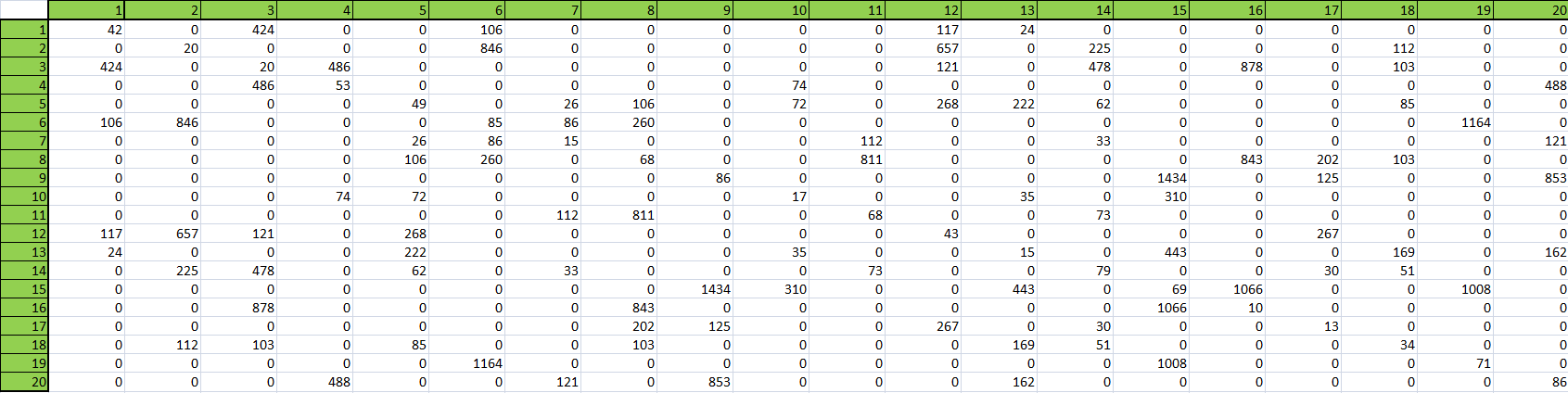
**3. Матрица интенсивностей нагрузок на линии связи (~Y)**

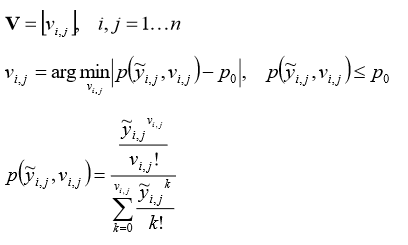


При помощи матрицы R найдем матрицу ~Y [~yi j]; i, j = 1..n

Если i=j, то ~Yi j = Yi j; есть i не = j, то ~Yi j = 0.

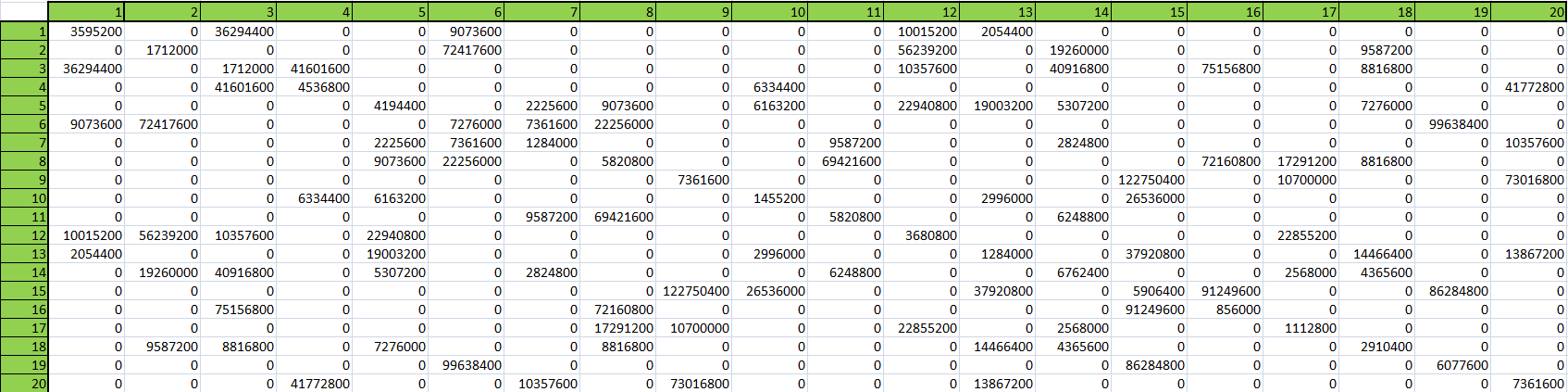
**4. Матрица потоков (V)**

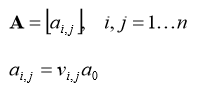




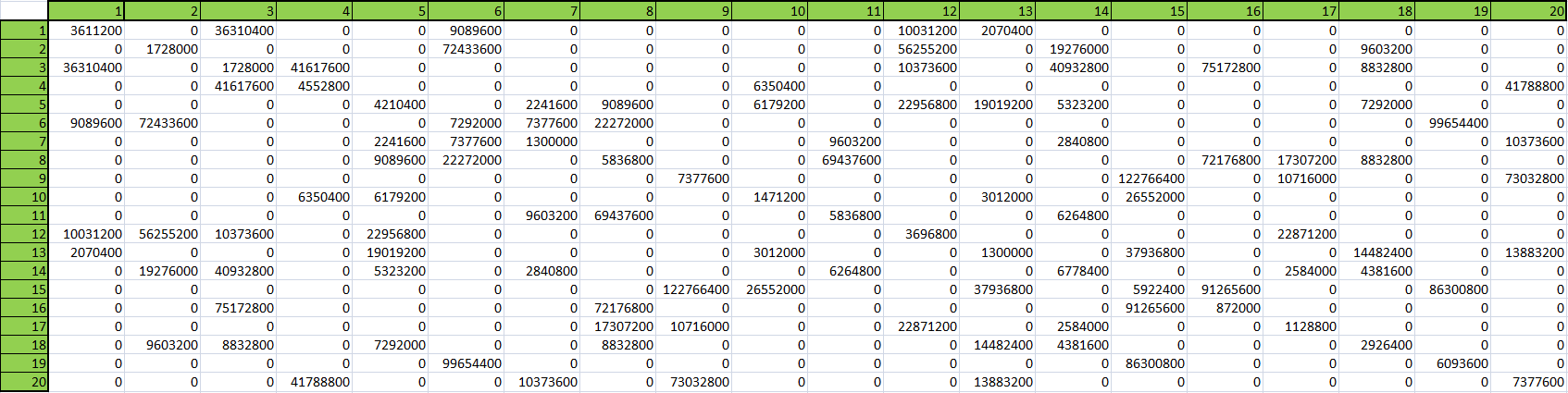
На основе матрицы интенсивностей нагрузок на линии связи Y и требований к качеству обслуживания p0, найдем матрицу потоков V = [vi, j]; i, j =1..n; p0=1-q/100, где q 98 %, т.е p0 = 1-0,98=0,02

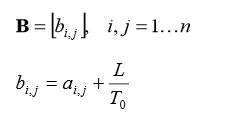
**5. Интенсивность трафика ПД в линиях связи (А)**



На основе матрицы потоков V и данных о типе кодека (скорости одного потока) вычислим матрицу. Для кодека G.711 примем a0=85,6 Кбит/c =85600Бит/с;  


**6. Пропускная способность линий связи (В)**



На основе матрицы интенсивности трафика ПД A и данных и требований к величине задержки To, вычислим матрицу следующей формулой:   
L = 200Байт \* 8 = 1600Бит;  
To =0,1;  


**Оптимизация пропускной способности линий связи**

Основная задача состоит в приближении значения к Topt =To/2=0,05  
Bo=B;

dc=10000;

mo= ∞;

Oprev = ∞;

**НАЧАЛО ЦИКЛА**

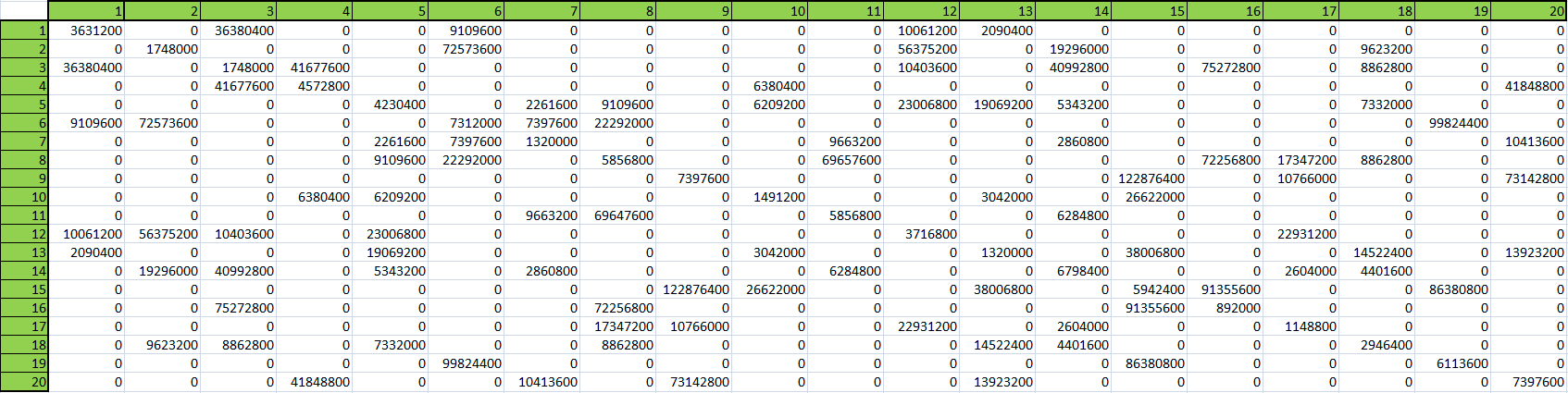
Oprev = mo;

for (i( 1..20 ))  
 for (j( 1..20 ))  
 for (x( 1..20 ))  
 for (y( 1..20 ))  
 Считаем задержки для каждого:  
 Bm=Bxy;  
 Если x,y = i,j , то Вm +=dc;  
 DELxy = L/( bm – axy);  
Далее находим значения матрицы задержек (DLxy) из DEL на маршруте из x в y путем суммирования задержек;  
Затем находим Oij , для этого суммируем элементы из таблицы DL:  
 for (x( 1..20 ))  
 for (y( 1..20 ))  
 Oij+ = (DLij - Topt)^2  
После – находим минимальное значение из таблицы O:

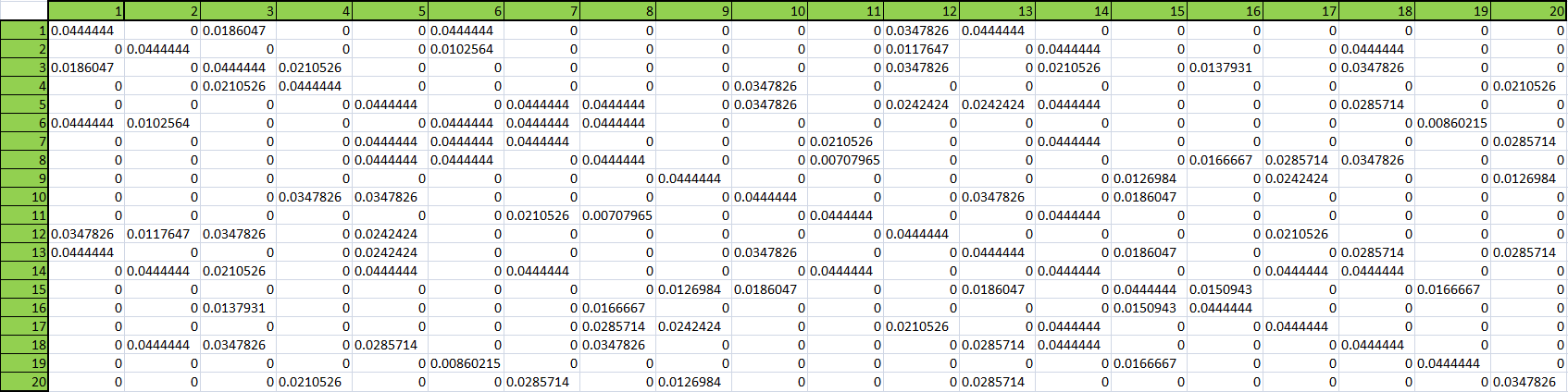
m0 = min {O};  
 B0mimj += dc

Если m0 < Oprev, то переходим к **НАЧАЛУ ЦИКЛА**

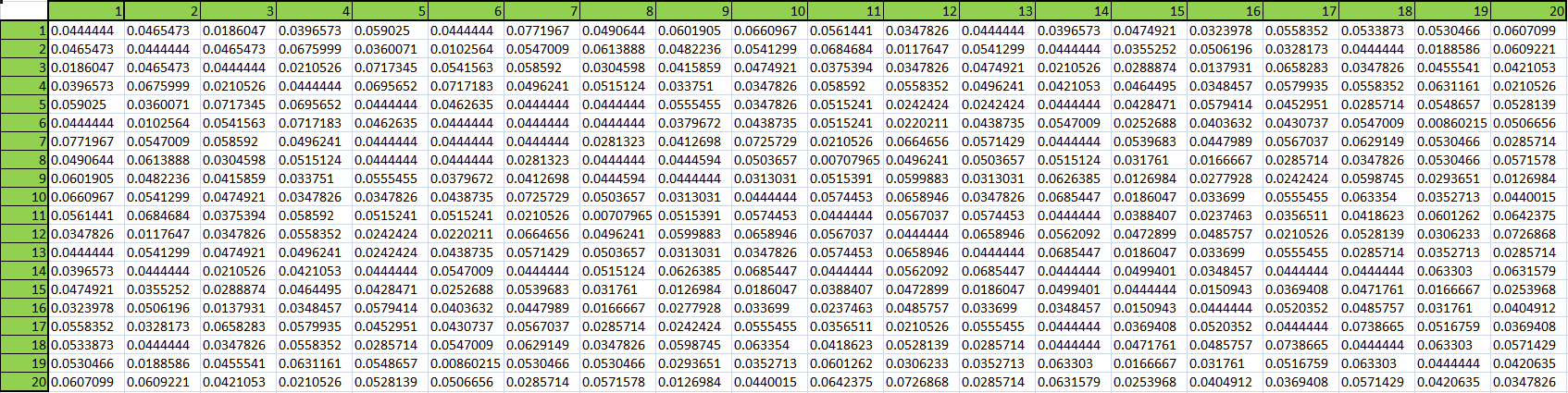
**7. Bo**



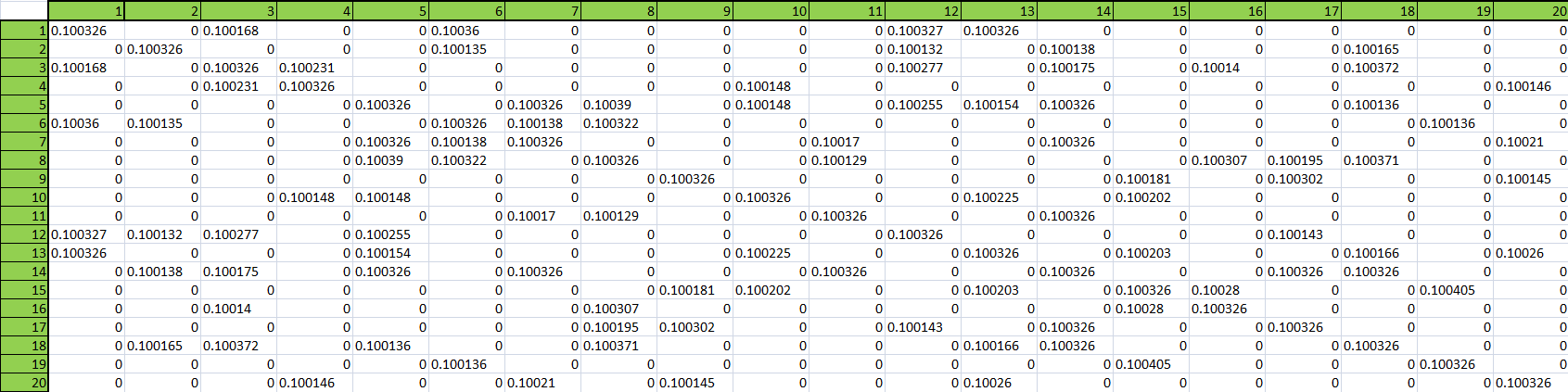
**8. DEL**

****

**9. DL**



**10. O**

****

**Код, реализующий оптимизацию**

# Выводы

В данной курсовой работе были рассчитаны требуемые пропускные способности линий связи в сети с заданными структурными параметрами и требованиями к качеству обслуживания.

Вычислив необходимые параметры сети, появляется возможность оптимизации её пропускной способности, для обслуживания клиентов с задержкой равной T0/2.

# 

# Список литературы

1. 3.8.1 Documentation [Электронный ресурс] /. — Электрон. журн. — Режим доступа: https://docs.python.org/3/, свободный. — Документация по языку программирования Python 3.