**Контрольная работа**

**по дисциплине**

**«Теория телетрафика»**

Законы распределения случайной величины

Таблица1 Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Емкость АТС | Nнх | Nкв | Cнх | Tнх | Cкв | Tкв | N1 ГИ | Тип блока 1ГИ |
| 9 | 8000 | 3200 | 4800 | 3,4 | 120 | 1,1 | 140 | 1200 | 80\*120\*400 |

Задание 1

1.Построить огибающую распределения вероятности занятия линий в пучке из v , на каждую из которых поступает интенсивность нагрузки а, при условии, что:

а) N ≈ v;

6) N>>v;

в) N, v → ∞.

2. Для каждого используемого распределения рассчитать среднее число занятых линий и их дисперсию.

Для расчета число линий в пучке определить из следующего выражения:

 (целая часть полученного числа), где NN - номер варианта.

Средняя интенсивность нагрузки, поступающей на одну линию:

для NN ≤15:а = 0,15+0,05(15-NN); для 15 < NN ≤ 25:а= 0,05 +0,05(26-NN).

Примечания.

Для огибающей распределения привести таблицу значений Рi, и i

В распределении Пуассона привести шесть - восемь составляющих, включая значения вероятности для i=[Y] (целая часть числа Y); Y = a\*v

# Решение

а) Распределение Бернулли (биноминальное распределение) при N ≤ v имеет вид:

,

где можно рассматривать как вероятность занятия любых i линий в пучке из v;

- числоо сочетаний из

а – средняя интенсивность поступающей нагрузки на одну линию v – линейного пучка от N источников а =0,15+0,05(15-NN)= 0,15+0,05(15-9)=0,45

v – число линий в пучке

Рисунок1 Биноминальное распределение

Математическое ожидание и дисперсия числа занятых линий, вероятность занятия которых описывается распределением Бернулли, соответственно равны:

б) Распределение Эрланга используется при N>>v и имеет вид:

где - вероятность занятия любых i линий в пучке из v.

Y – средняя интенсивность нагрузки Y=a\*v=0,45\*9=4,05

Рисунок 2 Распределение Эрланга

Математическое ожидание и дисперсия числа занятых линий, вероятность занятия которых подчиняется распределению Эрланга, соответственно равны:

в) Распределение Пуассона используется при N, v → ∞ и имеет вид:

где Y – средняя интенсивность нагрузки Y=a\*v=0,45\*9=4,05

Рисунок 3 Распределение Пуассона

Математическое ожидание и дисперсия числа занятых линий, в бесконечном пучке линий равны между собой и вычисляются по формуле:

Потоки вызовов. Основные свойства и характеристики

Задание 2

На коммутационную систему поступает простейший поток вызовов с интенсивностью Y.

1. Рассчитать вероятности поступления менее k вызовов за промежуток времени [0, t\*): Pk(t\*), где t\*= 0,5; 1,0; 1,5; 2,0.

2. Построить функцию распределения промежутков времени между двумя последовательными моментами поступления вызовов. F(t\*), где t\*= 0; 0,1; 0,2; ...

3. Рассчитать вероятность поступления не менее k вызовов за интервал времени [0, t\*): Pi≥k{t\*), где t\*= 1.

Примечание:

Для расчета значения Y и v взять из задания 1. Число вызовов k определить из выражения: k = [v/2] - целая часть числа.

Для построения графика, рассчитать не менее пяти значений F(t\*). Результаты расчета привести в виде таблицы значений F(t\*) и t\*.

Расчет членов суммы Pi≥k{t\*) провести не менее, чем для восьми членов суммы.

Решение

1. Вероятность поступления менее k вызовов за промежуток времени [0, t\*): Pk(t\*), где t\*= 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; вычислим по формуле:

, где k =0, 1, 2,....;

Y=4,5; v=9 – из первого задания; k=v/2=9/2=4,5=5

Рисунок 4 График распределения вероятности

2. Найдем и построим значения функции распределения промежутков времени между двумя последовательными моментами поступления вызовов по формуле:

, где t\*= 0; 0,1; 0,2; ...

График функции распределения

Рисунок 5 График функции распределения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t\* | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| F(t\*) | 0,0 | 0.362 | 0.593 | 0.741 | 0.835 | 0.895 | 0.933 | 0.957 | 0.973 | 0.983 |

Таблица 2 Результаты расчета

3. Рассчитаем вероятность поступления не менее k вызовов за интервал времени [0, t\*): Pi≥k{t\*), где t\*= 1, по формуле:

;

Телефонная нагрузка и ее параметры

Задание 3

1. Рассчитать интенсивность поступающей нагрузки на входы ступени 1ГИ для АТСКУ , Эрл.

2. Рассчитать средние интенсивности удельных абонентских нагрузок для абонентских линии народнохозяйственного и квартирного секторов:

, Эрл.;

, Эрл.;

а также среднюю удельную интенсивность нагрузки на абонентскую линию АТС:

, Эрл.;

Пересчитать интенсивность нагрузки на выход ступени 1ГИ.

Примечания:

1. Для расчета интенсивности поступающей нагрузки взять из табл.1 в

зависимости от номера варианта Ni, Сi, Тi. В расчете принять n =5:

2. Нагрузка со входа ступени 1ГИ на ее выход пересчитывается с помощью следующего выражения: Увых1ГИ = (tвых1ГИ / tвх1ГИ) \* Увх1ГИ, где tвых1ГИ и tвх1ГИ - соответственно среднее время занятия выхода ступени 1ГИ и среднее время занятия входа ступени 1ГИ. tвых1ГИ=tвх1ГИ- Δt, где Δt -разница между временами занятия входа и выхода ступени 1ГИ. Для АТСКУ: Δt = 0,5\*tмави + τмри + tмри + tco + n\*tн + τм1ГИ + tм1ГИ. Среднее время занятия входа ступени 1ГИ: tвх1ГИ = Увх1ГИнх / (Nнх \* Снх + Nкв \* Скв), для расчета принять: кp = 0,6; кз = 0,2; кнo = 0,15; кoш = 0,05.

**Решение**

Структурный состав источников нагрузки проектируемой АТС:

Абоненты (N)

* народнохозяйственного сектора (НХ) – 2400
* квартирного сектора (КВ) – 5600

Средняя продолжительность разговоров Т в секундах:

Тнх – 90 с; Ткв – 150 с.

Среднее число вызовов, поступающих на АТС в ЧНН:

Снх – 3,7; Скв – 0,9.

Емкость существующей сети N = 55000.

Число действующих станций на ГТС – 7, в т. ч.

NАТС1 – 7000; NАТС2 – 8000; NАТС3 – 6000; NАТС4 – 9000; NАТС5 – 5000; NАТС6 – 10000;

NАТС7 – 10000.

Емкость проектируемой АТС – 8000

Доля вызовов, закончившихся разговором кр = 0,6

Интенсивность поступающей нагрузки на входе ступени 1 ГИ проектируемой АТС может быть определена по формуле:

Увх1ГИ= Ni\*Уi, где i – категория абонентской линии,

Ni – число абонентских линий i - ой категории

Уi – удельная интенсивность нагрузки поступающая от АЛ i – ой категории на проектируемой АТС

Удельная интенсивность нагрузки от АЛ i – ой категории находится по формуле:

Уi = Ci \* ti, где Сi – среднее число вызовов поступающих в ЧНН от АЛ i – ой категории;

ti – средняя длительность занятия входов 1 ГИ вызовом от АЛ i – ой категории

Средняя длительность занятия входов 1 ГИ определяется выражением:

ti = кp\*tpi + кз\*tз + кно\*tно + кош\*tош +ктех\*tтех;

где кр – доля вызовов из общего числа закончившихся разговором;

кз – доля вызовов из общего числа не закончившихся разговором из–за занятости вызываемой АЛ;

кно – то же из-за не ответа абонента;

кош – то же из-за ошибок в наборе номера;

ктех – то же из-за технических неисправностей в узлах коммутации (при расчетах ктех= 0);

tpi; tно; tош; tтех – средние длительности занятий соответствующие этим случаям.

В практических расчетах, возможно использовать выражение:

ti = αi\*кp\*tpi, где αi – коэффициент непроизводительного занятия коммутационной системы, зависящий от Ti и кр. Эта зависимость приведена на рис. 6

Рисунок 6 Коэффициент непроизводительного занятия коммутационной системы

Среднюю длительность занятия 1 ГИ в случае соединения окончившегося разговором можно найти из выражения:

tpi = ty + tпв + Ti + tо,

где ty – средняя длительность установления соединения;

tпв – средняя длительность слушания сигнала «КПВ»(tпв = 7 с.);

Ti – средняя продолжительность разговора для вызова i – ой категории;

to – продолжительность отбоя (to = 0,6 с.)

Средняя длительность установления соединения для АТСКУ определяется по формуле: tу = 0,5\*tмави + τмри + tмри + tco + n\*tн + τ1ГИ + tм1ГИ + τмсд + tмсд, где

τj – среднее время ожидания обслуживания вызова маркером j – степени, τj = 0,1c.;

tмави – время установления соединения МАВ на АИ при исходящей связи tмави = 0,3с.;

tмри – время установления соединения МРИ на ступени РИ, tмри = 0,2 с.;

tм1ГИ – время установления соединения МГИ на ступени 1ГИ, tм1ГИ = 0,65 с.;

tмсд – время установления соединения МСД, tмсд = 1 c.;

tco – средняя длительность слушания сигнала «Ответ станции», tco = 3 c.;

tн – средняя длительность набора одного знака номера, tн = 1,5 с.;

n – значность номера, n = 5.

Тогда вычислим:

ty = 0,5\*0,3 +0,1+ 0,2 + 3 + 5\*1,5 + 0,1 + 0,65 + 0,1 + 1 = 12,8 с.

tрнх = 12,8 + 7 + 90 + 0,6 = 110,4 с.;

tркв = 12,8 + 7 + 150 + 0,6 = 170,4 с.;

tнх = 1,21 \* 0,6 \* 110,4 = 80,15 с.;

tкв = 1,12 \* 0,6 \* 170,4 = 114,509 с.;

Унх = 3,7 \* 80,15 / 3600 = 0,082 Эрл.;

Укв = 0,9 \* 114,509 / 3600 = 0,029 Эрл.;

Увх1ГИ = 2400 \* 0,082 + 5600 \* 0,029 = 358,017 Эрл.;

Уисх = 358,017 / (2400 + 5600) = 0,045 Эрл.

Пересчитаем нагрузку со входов на выходы ступеней группового искания. Интенсивность нагрузки с входа на выход пересчитывается с помощью следующего выражения: Увых1ГИ = (tвых1ГИ / tвх1ГИ) \* Увх1ГИ, где tвых1ГИ и tвх1ГИ – соответственно средние времена занятия входа и выхода 1 ГИ.

Среднее время занятия входа ступени 1 ГИ:

tвх1ГИ = Увх1ГИ / (Nнх \* Снх + Nкв \* Скв),

тогда вычислим:

tвх1ГИ = 358,017 / (3,7 \* 2400 + 0,9 \* 5600) = 0,026 ч. = 92,591 с.

Среднее время занятия выхода 1ГИ:

tвых1ГИ = tвх1ГИ - Δt, где Δt – разница между временами занятия входа и выхода ступени 1ГИ.

для АТСКУ Δt = 0,5\*tмави + τмри + tмри + tco + n\*tн + τм1ГИ + tм1ГИ = 0,15 +0,1 + 0,2 + 3 + 7,5 + 0,1 + 0,65 = 11,7 с.

tвых1ГИ = 92,591 – 11,7 = 80,891 с.

Увых1ГИ = (80,891 / 92,591) \* 358,017 = 312,777 Эрл.

# Распределение нагрузки по направлениям

# Задание 4

1.Распределить интенсивность нагрузки Увых1ГИ ступени 1ГИ АТСКУ по направлениям методом нормированных коэффициентов тяготения (упрощенная формула). Расстояния между АТС задать в пределах 1 км < Lij < 14 км

2. Определить расчетную интенсивность нагрузки в каждом направлении.

Результаты представить в виде таблицы.

Примечание: Нагрузку на выходе 1ГИ в направлении к АМТС и УСС рассчитать следующим образом: Уамтс = 0,05 \* Увых1ГИ; Уусс = 0,02 \* Увых1ГИ .

Нагрузка, которая будет распределена по другим направлениям ступени, равна:

Уi = Увых1ГИ – (Уамтс + Уусс).

Для распределения нагрузки по направлениям емкости АТС взять из примечания предыдущего задания.

# Решение

Распределим нагрузку по направлениям исходящей и входящей связи. Составим диаграмму распределения нагрузки:

Нагрузка на выходе ступени 1 ГИ распределяется по направлениям исходящей связи. Нагрузку в направлении к АМТС и УСС рассчитаем следующим образом:

Уамтс = 0,05Увых1ГИ = 0,05 \* 312,777 = 15,639 Эрл.

Уусс = 0,02Увых1ГИ = 0,02 \* 312,777 = 6,256 Эрл.

Нагрузка, которая будет распределена по другим направлениям исходящей связи, равна:

Уi = Увых1ГИ – (Уамтс + Уусс) = 312,777 – (15,639 + 6,256) = 290,882 Эрл.

Эта нагрузка распределяется между станциями сети с помощью нормированных коэффициентов тяготения nij, которые зависят от расстояния между станциями сети Lij, эта зависимость приведена в МУ, стр.12, рис.3.

Нагрузка от проектируемой АТС к другим станциям сети может быть определена из следующей формулы: Уij = nij \* Уi \* Уj / (nij \* Уj),

Это выражение приближенно можно записать в виде: Уij = nij \* Nj \* Уi / (nij \* Nj),

Расстояние от проектируемой АТСКУ до других станций на сети выберем из условия:

1км ≤ Lij ≤ 14 км

Тогда от АТСКУ до АТСКУ1 2км., nij = 0,8;

до АТСКУ2 3км., nij = 0,75;

до АТСКУ3 4км., nij = 0,67;

до АТСКУ4 5км., nij = 0,62;

до АТСКУ5 6км., nij = 0,57;

до АТСКУ6 7км., nij = 0,52;

до АТСКУ7 8км., nij = 0,5;

При определении внутристанционной нагрузки Уij Lij = 0, а nij = 1;

Исходящую нагрузку принимаем равной входящей нагрузке, т. е.:

Уij = Уii , Увх.амтс = Уамтс.

Тогда находим:

Уii = 1\*8000\*290,882/[(0,8\*7000)+(0,75\*8000)+(0,67\*6000)+(0,62\*9000)+(0,57\*5000)+

+(0,52\*10000)+(0,5\*10000)] = 67,943 Эрл.

Уатску-атску1 = 0,8 \* 7000 \* 0,008493 = 47,56 Эрл.;

Уатску-атску2 = 0,75 \* 8000 \* 0,008493 = 50,957 Эрл.;

Уатску-атску3 = 0,67 \* 6000 \* 0,008493 = 34,142 Эрл.;

Уатску-атску4 = 0,62 \* 9000 \* 0,008493 = 47,39 Эрл.;

Уатску-атску5 = 0,57 \* 5000 \* 0,008493 = 24,205 Эрл.;

Уатску-атску6 = 0,52 \* 10000 \* 0,008493 = 44,163 Эрл.;

Уатску-атску7 = 0,5 \* 10000 \* 0,008493 = 42,465 Эрл.;

Общая входящая нагрузка на проектируемой АТС:

Увхi = Уji + Уii = 67,943 + 47,56 + 50,957 + 34,142 + 47,39 + 24,205 + 44,163 + 42,465 =

= 460,729 Эрл.

После определения математических ожиданий интенсивности нагрузки по всем направлениям переходим к расчетным значениям нагрузки по формуле:

Ур = У + 0,674, где У – математическое ожидание интенсивности нагрузки в каждом направлении. Результаты расчета сведем в табл.3


### Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Направление | Математическое ожидание Уij, Эрл. | Расчетная нагрузка Ур , Эрл. |
| АТСКУ1 | 47,56 | 52,20816 |
| АТСКУ2 | 50,957 | 55,76829 |
| АТСКУ3 | 34,142 | 38,08026 |
| АТСКУ4 | 47,39 | 52,02984 |
| АТСКУ5 | 24,205 | 27,52098 |
| АТСКУ6 | 44,163 | 48,64208 |
| АТСКУ7 | 42,465 | 46,85713 |
| Внутристанционная | 67,943 | 73,49862 |
| УСС | 6,256 | 7,941809 |
| АМТС | 15,639 | 18,30441 |

**Метод расчета однозвенных полнодоступных коммутационных схем при обслуживании простейшего потока вызовов в системе с потерями. Первая формула Эрланга**

#### Задание 5

1. Рассчитать необходимое число линии на всех направлениях искания : ступени 1ГИ, предполагая полнодоступное однозвенное включение при заданных нормах величины потерь. Расчетную интенсивность нагрузки взять из предыдущего задания. Результаты занести в таблицу.

2. Рассчитать и построить зависимость числа линий v и коэффициента использования η от величины интенсивности нагрузки при величине потерь Р = 0,0NN, где NN - номер варианта. Результаты расчета представить в виде таблицы и графиков v = f(Y) и η = f(Y) при Р = const.

3. Построить зависимость величины потерь Ev,v(Y) от интенсивности поступающей нагрузки при фиксированном значении числа линий в направлении к УСС. Диапазон изменения величины потерь принять от 0,0001 до 0,2 (соответствующим выбором Y). Результаты представить в виде таблицы и графика Р =f(Y) при v = const.

**Решение**

1.Расчет необходимого числа линий на всех направлениях искания ступени 1ГИ таб.4

Таблица 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Направление | Расчетная нагрузка Ур , Эрл. | Р | Ртабл. | v |
| АТСКУ1 | 52,20816 | 0,005 | 0,005 | 69 |
| АТСКУ2 | 55,76829 | 0,005 | 0,005 | 73 |
| АТСКУ3 | 38,08026 | 0,005 | 0,005 | 53 |
| АТСКУ4 | 52,02984 | 0,005 | 0,005 | 69 |
| АТСКУ5 | 27,52098 | 0,005 | 0,005 | 40 |
| АТСКУ6 | 48,64208 | 0,005 | 0,005 | 65 |
| АТСКУ7 | 46,85713 | 0,005 | 0,005 | 63 |
| Внутри-станционная | 73,49862 | 0,003 | 0,003 | 93 |
| УСС | 7,941809 | 0,001 | 0,001 | 21 |
| АМТС | 18,30441 | 0,01 | 0,01 | 28 |

2. Рассчитаем и построим зависимость числа линий v и коэффициента использования η от величины интенсивности нагрузки при величине потерь Р = 0,008 по формулам:

η = У0/v, где У0 – обслуженная нагрузка,

У0 = У – Упот = У \* [1 – Еv,v (У)] = У \* 0,985

Таблица 5 Результаты расчета

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п.п. | У, Эрл. | v | Ртабл. | У0 | η |
| 1 | 1 | 5 | 0,007 | 0,985 | 0,197 |
| 2 | 3 | 9 | 0,007 | 2,955 | 0,328333 |
| 3 | 5 | 12 | 0,007 | 4,925 | 0,410417 |
| 4 | 10 | 19 | 0,007 | 9,85 | 0,518421 |
| 5 | 15 | 25 | 0,007 | 14,775 | 0,591 |
| 6 | 20 | 31 | 0,007 | 19,7 | 0,635484 |
| 7 | 25 | 37 | 0,007 | 24,625 | 0,665541 |
| 8 | 30 | 43 | 0,007 | 29,55 | 0,687209 |
| 9 | 40 | 54 | 0,007 | 39,4 | 0,72963 |
| 10 | 50 | 66 | 0,007 | 49,25 | 0,746212 |

Рисунок 7 График зависимости v = f(Y)

η

Рисунок 8 График зависимости η = f(Y)

3. Построим зависимость величины потерь Ev,v(Y) от интенсивности поступающей нагрузки при фиксированном значении числа линий в направлении к УСС.

Результаты расчета при v = const = 20 таб.6

Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п.п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| У, Эрл. | 7,70 | 8,16 | 8,44 | 8,83 | 9,40 | 10,46 | 11,04 | 11,45 | 11,91 | 12,92 |
| Ртабл. | 0,0001 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0005 | 0,001 | 0,003 | 0,005 | 0,007 | 0,01 | 0,02 |

Рисунок 9 График зависимости Р =f(Y)

**Метод расчета однозвенных полнодоступных коммутационных схем при обслуживании примитивного потока вызовов в системе с потерями. Первая формула Энгсета - Фрайя**

# Задание 6

1. Используя таблицы (приложение 2), рассчитать для заданных значений v и а при n = 20 вероятности Рt, Рв, Рн, сравнить их по величине. Для расчета значения v и а взять из задания 1. Если а > 0,5, то принять а = а/2.

2. Построить зависимость числа линий v от интенсивности нагрузки при фиксированном значении Рв = 0,0NN при n = 10, 30, 60. На этом же рисунке построить зависимость v = f(Y) для обслуживания простейшего потока вызовов. Результаты представить в виде таблицы. Объяснить полученные зависимости.

# Решение

1. Рассчитаем вероятности Рt, Рв, Рн по формулам:

;

;

,

где а = 0,5 – интенсивность нагрузки от одного источника;

v = 9 – число линий в пучке;

n = 20 – число источников нагрузки, из условия задания.

;

;

;

По результатам расчета видно, что Рt> Рв> Рн.

2. Построим зависимость числа линий v от интенсивности нагрузки при фиксированном значении Рв = 0,0NN = 0,008 при n = 10, 30, 60. На этом же рисунке построим зависимость v = f(Y) для обслуживания простейшего потока вызовов.

Результаты расчета при Рв = 0,007 приведены в таб.7

Таблица 7

График зависимости числа линий v от интенсивности нагрузки рис.10

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №п.п. | a | Y = a\*n | v |
| n = 5 | 0,5 | 2,5 | 5 |
| n = 10 | 0,5 | 5 | 9 |
| n = 20 | 0,5 | 10 | 15 |
| n = 30 | 0,5 | 15 | 22 |
| n = 40 | 0,5 | 20 | 27 |
| n = 50 | 0,5 | 25 | 33 |
| n = 70 | 0,5 | 35 | 44 |
| n = 100 | 0,5 | 45 | 61 |
| n = ∞ | 0,5 | 50 | 65 |

Рисунок 10 График зависимости числа линий v от интенсивности нагрузки

Характер зависимости величины поступающей нагрузки Y от емкости пучка линий, который обслуживает вызовы примитивного потока, поступающие от фиксированного числа источников n такой же, как и при обслуживании вызовов простейшего потока. Однако на пропускную способность пучка влияет число источников вызовов n: в области малых потерь с уменьшением n увеличивается пропускная способность пучка. Из выше приведенного графика видно, что при данном качестве обслуживания поступающая на v линий пучка нагрузка создаваемого вызовами примитивного потока от любого числа источников имеет большую величину по сравнению с нагрузкой Y, создаваемой вызовами простейшего потока.

Таким образом, с точки зрения величины обслуживаемой нагрузки примитивный поток всегда «лучше» простейшего потока вызовов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнышев Ю. Н., Пшеничников А. П., Харкевич А. Д. Теория телетрафика - М.: Радиои связь, 1996. - 272 с.
2. Лившиц B.C., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика - М.: Связь, 1979. - 224 с.
3. Шнепс М.А. Системы распределения информации. Методы расчета. М.: Связь, 1979. -342 с.
4. Корнышев Ю.Н., Фань Г.Л. Теория распределения информации. М.: Радио и связь, 1985.-184 с.
5. Башарин Г.Л. Таблицы вероятностей и средних, квадратичных отклонений потерь на полнодоступном пучке линий. - М.: АН СССР 1962. -128 с.
6. Учебное пособие по курсовому проектировании координатных АТС / Р.А. Аваков, М.А. Подвида, В.Е. Родзянко- Л., 1961. - 102 с.
7. Лившиц B.C., Фидлин Л.В. Системы массового обслуживания с конечным числом источников. - М.: Связь, 1968. - 167 с.
8. Ионин Г.Л., Седол Я.Я. Таблицы вероятностных характеристик полнодоступного пучка при повторных вызовах. - М.: Наука, 1970. -155 с.
9. Захаров Т.П., Варакосин Н.П. Расчет количества каналов связи при обслуживании с ожиданием. - М.: Связь, 1967. - 194 с.
10. Проектирование координатных автоматических телефонных станций типа АТСК /М.Ф. Когш, З.С. Коханова, О.И. Панкратова и др. / ВЗЭЙС. - М.: 1969. -143 с.
11. Блинова Р.Д., Курносова Н.И. Методические указания для выполнения курсовой работы по курсу "Теория распределения информации". - М.: МТУСИ,'1994. - 26 с.