

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кафедра «Инновационные телекоммуникационные технологии»

ТЕОРИЯ ТЕЛЕТРАФИКА

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторного практикума
для студентов направления
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Севастополь
СевГУ
2024

УДК 519.872(076.5)
ББК 22.18-5*я73
Т33

Р е ц е н з е н т :

С. Р. Зиборов - канд. техн. наук, доцент

Ответственный за выпуск:

А.А. Савочкин - канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой
«Инновационные телекоммуникационные технологии»

Составитель: Е. А. Редькина

Т33 Теория телетрафика : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторного практикума для студентов направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Севастопольский государственный университет, Институт радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем, кафедра «Инновационные телекоммуникационные технологии» ; сост. Е. А. Редькина. – Севастополь : СевГУ, 2024. – 20 с. – Текст : электронный.

Целью пособия является оказание помощи в подготовке и выполнении лабораторному практикуму по дисциплине «Теория телетрафика».

УДК 519.872(076.5)
ББК 22.18-5*я73

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Инновационные телекоммуникационные технологии», протокол № 11 от 03 апреля 2024 г.

В авторской редакции

Изд. № 141/2024. Объем 1,25 п.л. Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,23.
Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

© Редькина Е. А., сост., 2024
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Теоретические сведения	5
1.1. Функции и плотность распределения вероятностей	5
1.2. Функции распределения вероятности входного потока	8
1.3. Описание модели поступления и обслуживания потоков	9
1.4. Модель чистого рождения.....	12
1.5. Модель с ограниченным буферным накопителем $M/M/v/K$	12
2. Лабораторная работа № 1. Исследование распределения интервалов одностороннего потока вызовов.....	13
2.1. Порядок выполнения лабораторной работы	14
2.2. Контрольные вопросы	14
3. Лабораторная работа № 2. Исследование распределения интервалов двухстороннего потока вызовов	15
3.1. Порядок выполнения лабораторной работы	15
3.2. Контрольные вопросы	15
4. Лабораторная работа № 3. Определения числа операторов и их загрузки при различных значениях вероятности потери вызовов.....	17
4.1. Порядок выполнения лабораторной работы 2	17
4.2. Контрольные вопросы	17
Библиографический список	19
Приложение А. Образец титульного листа	20

ВВЕДЕНИЕ

Целью лабораторного практикума является приобретение студентами практических навыков расчета функций распределения вероятности, которые применяются для описания потока данных.

В пособии приведено описание трех работ по дисциплине «Теория телетрафика».

Лабораторные работы выполняются студентами индивидуально фронтальным методом. При подготовке к лабораторной работе следует самостоятельно изучить материал по теме работы, используя данное пособие и литературу [1—3].

В качестве лабораторной установки используется персональный компьютер, в котором установлены специальные математические программы, например, *Mathlab*, *Octave* и т. п.

При выполнении лабораторной работы каждый студент обязан вести электронный протокол в виде файла DOCX, который сохраняется в памяти компьютера или на флэш-памяти студента. В протокол заносятся результаты расчетов и графики. По окончании работы преподаватель проверяет протокол, который используется студентом для оформления отчета по работе.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист (см. приложение А);
- цель работы;
- описание потока данных и преобразований этих данных;
- числовые результаты расчетов и графики полученных зависимостей;
- выводы должны содержать анализ полученных результатов и пояснения.

Отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с требованиями к оформлению текстовых документов [4].

Защита отчета проводится на очередном лабораторном занятии.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Функции и плотность распределения вероятностей

Предметом теории вероятностей являются закономерности, наблюдаемые в случайных событиях. Случайным называется событие A , которое может произойти или не произойти. Противоположностью случайного события является достоверное событие, которое неизбежно должно произойти.

Понятие вероятности случайного события тесно связано с понятием частоты, с которой происходит событие.

Противоположностью достоверного события является невозможное событие, которое никогда не может произойти.

В теории вероятностей вероятность достоверного события считается равной единице, при этом вероятность невозможного события считается равным нулю. Отсюда следует, что вероятность $P(A)$ (от англ. Probability — вероятность) случайного события A , которое возможно, но недостоверно, будет иметь значение между нулем и единицей

$$0 \leq P(A) \leq 1. \quad (1)$$

Основными понятиями теории вероятностей являются: случайная величина, функция распределения вероятностей и плотность распределения вероятностей случайной величины (далее функция и плотность распределения).

Случайной называется величина X , которая принимает случайное значение, что можно рассматривать как случайное событие. Функцией распределения вероятности называется функция $F(x)$, также это может быть ряд значений, которые позволяет определить вероятность того, что случайная величина X примет какое-то значение или попадет в какой-то интервал возможных значений этой величины. Если функция распределения определяется вероятностью того, что случайная величина X меньше числа x , то эта функция записывается в виде $F(x) = P(X < x)$, где $P(X < x)$ — вероятность, значение которой находится в интервале $[0, 1]$.

В случае непрерывной случайной величины X , функция распределения $F(x)$ также является непрерывной, что позволяет использовать ее производную

$$F'(x) = f(x) = \frac{d}{dx} F(x), \quad (2)$$

которая называется плотностью распределения.

Типичным примером является нормальная плотность распределения (функция Гаусса)

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}},$$

где a — математическое ожидание; σ — среднее квадратическое отклонение.

Функция распределения, соответствующая нормальной плотности распределения вероятности, определяется выражением

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx.$$

На рисунке 1 показаны примеры функций распределения Гаусса - Лапласа.

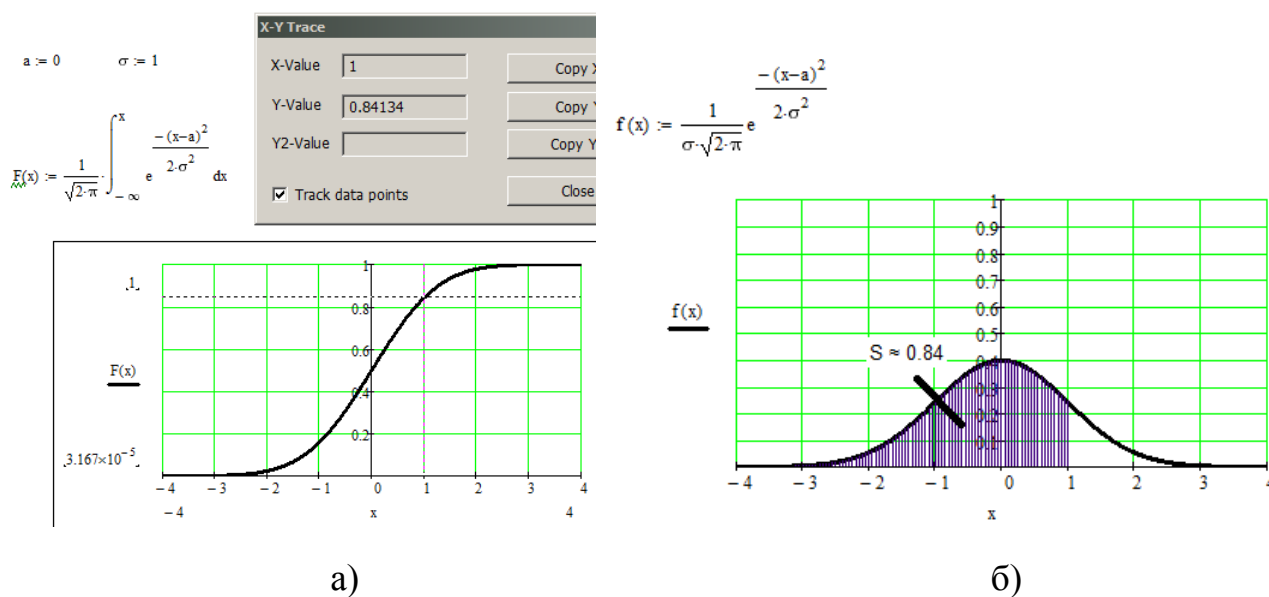


Рисунок 1 — Нормальная функция распределения вероятности (а) и нормальная плотность распределения вероятности (б) при $a=0$ и $\sigma=1$

Функция распределения численно равна площади между осью x и графиком плотности распределения на интервале от $-\infty$ до x . Например, при $x=1$ такая площадь равна $S = 0,84$, следовательно, $F(1) = 0,84$.

Если случайная величина X является дискретной, то ее функция распределения также является дискретной и вычислить плотность распределения (2) невозможно. В этом случае используется ряд прспределения дискретной величины X в виде таблицы 1.

Таблица 1 — Значения случайной дискретной величины и их вероятности

Значения случайной величины	x_1	x_2	x_3	x_4
Вероятность значения	p_1	p_2	p_3	p_4

В этом случае функцию распределения находят по формуле

$$F(x) = \sum_{x_i < x} p_i.$$

Функция распределения вероятности имеет следующие свойства.

Свойство неотрицательности. В соответствии с (1), функция распределения вероятности принимает значения

$$0 \leq F(x) \leq 1.$$

Свойство разности функций вероятности. Вероятность события, при котором случайная величина X попадает в интервал $[\alpha; \beta]$ равна разности значений функций распределения вероятности на границах интервала:

$$P\{\alpha \leq X < \beta\} = F(\beta) - F(\alpha).$$

Отсюда следует, что вероятность того, что непрерывная случайная величина принимает отдельное конкретное значение, равна 0.

Свойство неубываемости. Функция распределения случайной величины — неубывающая функция, так что при $\beta > \alpha$ выполняется неравенство

$$F(\beta) \geq F(\alpha).$$

Свойство конечности значений вероятности. Поскольку любая физическая величина имеет конечное значение, то вероятность того, что это значение находится в интервале $(-\infty; +\infty)$ всегда равна 1, тогда как вероятность того, что она находится вне этого интервала — равна 0:

$$\begin{cases} P\{-\infty < x < +\infty\} = 1; \\ P(x \leq -\infty) = 0; \\ P(x \geq +\infty) = 0. \end{cases}$$

1.2. Функции распределения вероятности входного потока

Рассмотрим процесс поступления вызовов в инфокоммуникационной сети. Поскольку такой процесс, как правило, является случайным, то для описания потока вызовов используются различные функции плотности распределения интервалов t_i , соответствующие временной диаграмме поступления вызовов, показанной на рисунке 2.

$$P(t_n \leq t) = A(t).$$

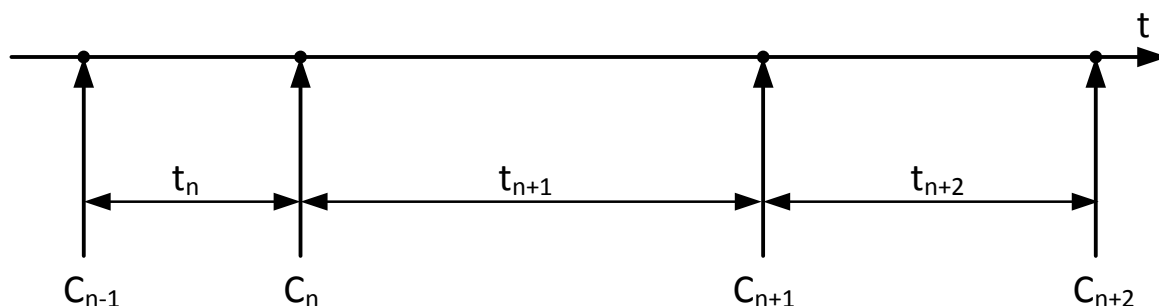


Рисунок 2 — Временная диаграмма поступления вызовов

Одной из часто используемых является функция плотности распределения Марковского процесса в виде показательной (экспоненциальной) функции.

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t},$$

где λ — интенсивность поступления вызовов, равная среднему числу вызовов поступающих за единицу времени.

Математическое ожидание длительности интервала, соответствующее показательной плотности распределения, определяется по формуле

$$\bar{t} = 1/\lambda.$$

Детерминированный процесс входного потока часто оценивается с применением детерминированного закона распределения интервалов между вызовами с постоянной длительностью $\bar{t} = 1/\lambda = \text{const}$ между вызовами

$$f(t) = \delta\left(t - \frac{1}{\lambda}\right),$$

где $\delta(t)$ — дельта-функция.

Для описания сложных распределений, связанных с анализом интенсивности нагрузки для описания входного потока используют также эрланговское и гамма-распределение, зависящие от порядка r (количества потоков). При этом, функция плотности распределения Эрланга имеет вид

$$f(t) = \frac{r\lambda(r\lambda t)^{r-1}}{(r-1)!} e^{-r\lambda t}.$$

Функция плотности гамма-распределения вероятности поступления входного потока в заданные интервалы времени с постоянной длительностью $\bar{t} = 1/\lambda$ имеет вид

$$f(t) = \frac{r\lambda(r\lambda t)^{r-1}}{\Gamma(r)} e^{-r\lambda t}.$$

Примером гиперэкспоненциальной плотности распределения вероятности поступления вызовов является трафик телефонного канала с одновременным использованием двух потоков ($r=2$) цифровых данных (от модема и телефонного звонка) с известными интенсивностями двух потоков.

1.3. Описание модели поступления и обслуживания потоков

Основными процессами в теории массового обслуживания являются процессы рождения (поступления заявок в систему) и гибели (обслуживание заявок в системе), которые описываются соответствующими интенсивностями поступления λ и обслуживания μ .

Анализ процессов рождения и гибели позволяет оценить ключевую задачу в теории массового обслуживания (помимо оценки интенсивности нагрузки) — это нахождение системы к текущем состоянии (k -м состоянию, E_k) в заданный интервал времени. Определить вероятность нахождения системы в k -м состоянии (что означает, что сейчас в системе на обслуживание пришло/имеется k заявок) можно только при анализе процессов переходов в это состояние последовательно (из прошлого состояния в текущее, то есть составляя дифференциальные уравнения переходов). При этом переход из E_{k+1} состояние в E_k с интенсивностью обслуживания μ_k (тоже может менять на каждом новом интервале времени, в общем случае) является гибелью заявки (произошло обслуживание заявки), и наоборот из E_{k-1} состояние в E_k с интенсивностью поступления λ_k является рождением заявки, так как произошло поступление новой заявки в систему.

На рисунке 3 показана модель потоков вызовов, учитывающая процессы рождения и гибели вызовов, происходящие в различные моменты времени в системе обслуживания вызовов, а на рисунке 4 — диаграмма переходов системы обслуживания из одного состояния в другое.

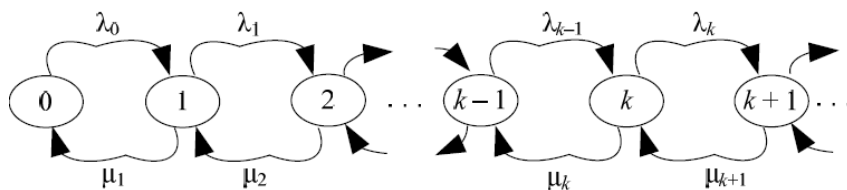


Рисунок 3 — Модель потоков в случае рождения и гибели вызовов

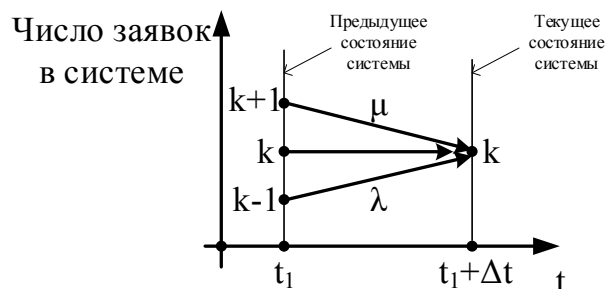


Рисунок 4 — Диаграмма переходов системы обслуживания в текущее состояние k из предыдущего состояния ($k-1$) или последующего состояния ($k+1$)

Процессы рождения и гибели относятся к непрерывным Марковским цепям и описываются матрицей интенсивностей переходов и системой дифференциально-разностных уравнений:

$$Q = \begin{pmatrix} -\lambda_0 & \lambda_0 & 0 & 0 & \dots \\ \mu_1 & -(\lambda_1 + \mu_1) & \lambda_1 & 0 & \dots \\ 0 & \mu_2 & -(\lambda_2 + \mu_2) & \lambda_2 & \dots \\ 0 & 0 & \mu_3 & -(\lambda_3 + \mu_3) & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix},$$

$$Q = \begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda_0 P_0(t) + \mu_1 P_1(t) \\ \vdots \\ \frac{dP_k(t)}{dt} = -(\lambda_k + \mu_k) P_k(t) + \lambda_{k-1} P_{k-1}(t) + \mu_{k+1} P_{k+1}(t) \end{cases}.$$

В зависимости от свойств поступления заявок потоки делятся на различные виды. Наиболее часто применяют так называемый простейший поток, который отличается тремя свойствами: стационарность (интенсивности не меняются), ординарность (2 и более вызовов в одном потоке за один момент времени (при $dt \rightarrow 0$) не могут произойти) и отсутствие последствий (число заявок в одном интервале не зависит от числа заявок в других интервалах).

Для простейшего потока справедливо соотношение для вероятности отсутствия за интервал времени τ заявки/события:

$$P_0(\tau) = e^{-\lambda\tau},$$

а вероятность прихода хотя бы одного вызова —

$$P_{\geq 1}(\tau) = 1 - e^{-\lambda\tau}.$$

Одной из характеристик для потоков является коэффициент вариации

$$v = \sigma / m,$$

где σ — среднеквадратичное отклонение, $m = 1/\lambda$ — математическое ожидание.

Для реальных потоков коэффициент вариации характеризует степень стохастичности (непредсказуемости) потока и удовлетворяет условию $0 \leq v \leq 1$.

Для простейшего потока, который наиболее стохастичен, $v = 1$, тогда как для потока с регулярными вызовами и равными интервалами $v = 0$.

1.4. Модель чистого рождения

Процесс чистого рождения — частный случай описания нахождения системы в различных состояниях с рождением и гибелью, когда рассматривается случай поступления потока вызова без его обслуживания, как показано на рисунке 5.

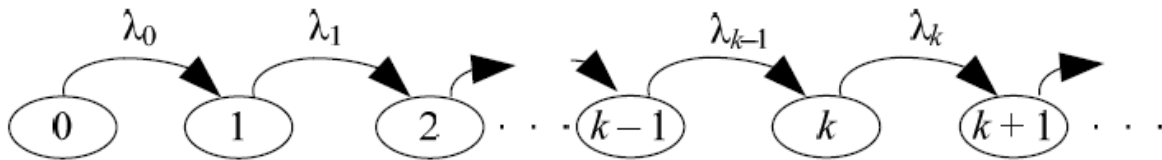


Рисунок 5 — Диаграмма переходов системы в случае чистого рождения

Тогда в случае постоянной интенсивности входного потока можно записать функцию вероятности нахождения системы в k -ом состоянии на основе распределения нестационарных вероятностей Пуассона:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}.$$

1.5. Модель с ограниченным буферным накопителем M/M/v/K

Модель с ограниченным буферным накопителем наибольшим образом соответствует работе оборудования реального кол-центра (от англ. *call* — вызывать), например, для предоставления сервисов по IP-телефонии.

Сама модель является развитием модели системы массового обслуживания (СМО) типа M/M/v — с неограниченным числом мест ожидания в буфере (то есть не учитываются потери из-за занятости линий и большой интенсивности пользователя). Характер процессов по модели с ограниченным числом мест K в буферном накопителе M/M/v/K как видно из названия, учитывает потери из-за ограниченного числа мест в буфере ожидания, при переполнении которого,

вызовы начинают теряться. При достижении ситуаций, когда $K \geq v$, система работает согласно диаграмме интенсивности переходов с указанием случаев $v-1, v, v+1$, как показано на рисунке 6.

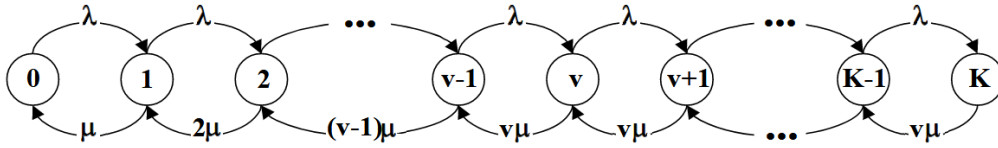


Рисунок 6 — Диаграмма переходов системы $M/M/v/K$

Для описания системы интенсивность поступления вызовов можно считать неизменной и равной $\lambda_n = \lambda$, где $n = 0, 1, \dots, K-1$. Тогда интенсивность обслуживания с учетом количества обслуживающих устройств будет определяться выражением:

$$\mu_n = \begin{cases} n \cdot \mu, & n = 1, 2, \dots, v-1, \\ v \cdot \mu & n = v, v+1, \dots, K. \end{cases}$$

Считая, что коэффициент использования системы (загрузка) равен $\rho = \lambda / v \cdot \mu$ (для неограниченной очереди), вероятность заданного числа вызовов в системе будет определяться по формуле

$$p_n = \begin{cases} \frac{(v \cdot \rho)^n}{n!} \cdot p_0 & n = 1, 2, \dots, v-1, \\ \frac{\rho^n \cdot v^v}{v!} \cdot p_0 & n = v, v+1, \dots, K. \end{cases}$$

Зная, что сумма всех вероятностей $\rho_n = 1$, при $n = 1, 2, \dots, K$, можно найти p_0 . Таким образом, действительная (эффективная) интенсивность поступления вызовов в данной модели определяется как $\lambda' = \lambda \cdot (1 - p_K)$, а интенсивность потерянных вызовов $\lambda - \lambda' = \lambda \cdot p_K$. Однако, вызовы, уже поступившие в очередь не могут быть потеряны, а значит для них можно определить среднее время ожидания обслуживания по формуле

$$W = \frac{\sum_{n=v+1}^K (n-v) \cdot p_n}{\lambda \cdot (1 - p_K)}.$$

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ ОДНОСТОРОННЕГО ПОТОКА ВЫЗОВОВ

2.1. Порядок выполнения лабораторной работы

Определить плотности распределения и функции распределения вероятностей интервалов одностороннего потока вызовов для разных значений интенсивностей входного потока λ в пределах от $0,1N$ до $10N$, где N — последняя цифра зачетной книжки, полагая число потоков $r = M$, где M — предпоследняя цифра зачетной книжки. В качестве зависимостей необходимо использовать по очереди следующие законы распределения вероятности поступления заявок: марковский закон распределения вероятности; детерминированный закон распределения вероятности; распределение Эрланга и Гамма-распределение вероятности.

При выполнении расчетов выбирать интервал времени в пределах, оптимальных для заданных значений интенсивности. При необходимости по осям координат можно задать логарифмический масштаб. В протоколе указать, как изменяется вид распределений при изменении интенсивности и числа потоков вызовов.

2.2. Контрольные вопросы

2.2.1. Какие функции часто применяются для математического описания случайного процесса поступления вызовов на вход системы?

2.2.2. Какими свойствами обладает функция распределения вероятности?

2.2.3. В чем заключается свойство конечности, докажите это свойство?

2.2.4. Опишите марковскую плотность распределения.

2.2.5. Опишите применение плотности распределения Эрланга.

2.2.6. Как интенсивность входного потока влияет на характеристики функции распределения вероятности прихода вызовов в заданные интервалы времени?

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ ДВУХСТОРОННЕГО ПОТОКА ВЫЗОВОВ

3.1. Порядок выполнения лабораторной работы

В качестве системы массового обслуживания использоваться модель с ограниченным буферным накопителем.

На двухстороннюю линию обслуживания поступают два простейших потока с интенсивностями $\lambda_1 = 0,1 \cdot N$ выз/с и $\lambda_2 = 0,1 \cdot M$ выз/с (где N — последняя цифра зачетной книжки, M — предпоследняя цифра зачетной книжки). При занятии линии в противоположную сторону отправляется сигнал блокировки, причем время его передачи составляет $t = 10$ мс.

Определить вероятность встречного соединения (вероятность одновременного поступления двух вызовов за время t). Построить зависимость функции распределения вероятности от рассматриваемого интервала времени. Считать, что описанный процесс (за время заданный интервал времени) представляет собой процесс чистого рождения (вызовы еще не были обслужены, пуассоновский поток).

Диапазон значений интервала времени подобрать в пределах, оптимальных для заданных значений интенсивности.

Подобрать значение суммарной интенсивности, при которой максимум вероятности встречного соединения будет приходиться на время хода сигнала блокировки.

При необходимости задать по осям координат логарифмический масштаб. В выводах отчета по работе пояснить физический смысл максимального значения вероятности прихода двух сигналов за заданных интервал времени.

3.2. Контрольные вопросы

3.2.1. Почему процесс чистого рождения называют пуассоновским?

3.2.2. Какими свойствами обладает функция распределения вероятности?

3.2.3. Что такое процесс рождения в теории массового обслуживания (ТМО)?

3.2.4. Что такое процесс гибели в ТМО?

3.2.5. Как количество потоков характеризует систему?

3.2.6. Как интенсивность входного потока влияет на вероятность поступления двух вызовов одновременно в различные интервалы времени?

4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА ОПЕРАТОРОВ И ИХ ЗАГРУЗКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ВЕРОЯТНОСТИ ПОТЕРИ ВЫЗОВОВ

4.1. Порядок выполнения лабораторной работы 2

В сервисной части из четырех служб работают по несколько операторов, причем время предоставления услуг различно и подчиняется показательному закону распределения вероятности с интенсивностью обслуживания оператором $\mu_i = 0,1M \cdot i$ (вызов/мин), где M — предпоследняя цифра зачетной книжки, i — номер службы, а интервалы времени между поступающими на сервис запросами распределены по показательному закону с интенсивностью $\lambda_i = 0,1N \cdot i$ (вызов/мин), где N — последняя цифра зачетной книжки, i — номер службы.

Необходимо выполнить следующие действия:

— определить число операторов, которое необходимо для каждой службы для обеспечения средней задержки запроса услуги в очереди не более 30 сек для различной вероятности потерь (провести исследования характеристик при различных значениях, результаты представить в виде графиков);

—определить загрузку на каждого оператора по отдельности.

В качестве системы массового обслуживания использовать модель с ограниченным буферным накопителем. Расчет и построения графиков выполнить в специализированных математических программах, например, в *Matlab*, *Octave* и т. п.

4.2. Контрольные вопросы

4.2.1. Опишите примеры системы массового обслуживания с ограниченным буферным накопителем.

4.2.2. Чем отличается загрузка системы массового обслуживания с ограниченным буферным накопителем и бесконечным буфером?

4.2.3. Как определяется вероятность потерь в системы массового обслуживания с ограниченным буферным накопителем?

4.2.4. Каково выражение вероятности заданного числа заявок в системе для системы массового обслуживания с ограниченным буферным накопителем и каков его смысл?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кожанов, Ю. Ф. Теория телетрафика : учебное пособие / Ю. Ф. Кожанов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020. — 203 с. — ISBN 978-5-89160-193-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180137> (дата обращения: 26.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Теория телетрафика : учебное пособие / составитель Н. Ю. Братченко. — Ставрополь : СКФУ, 2014. — 177 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155171> (дата обращения: 26.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Зарубин, А. А. Теория телетрафика : методические указания / А. А. Зарубин. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2013. — 18 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181422> (дата обращения: 26.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Оформление текстовых работ : учебно-методическое пособие для преподавателей и обучающихся всех форм обучения по всем направлениям и специальностям кафедры «Радиоэлектронным системы и технологии» / Севастопольский государственный университет, Институт радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем, кафедра «Радиоэлектронные системы и технологии»; сост. В. Г. Слезкин. — Севастополь : СевГУ, 2024. — 29 с. Текст : непосредственный.

ПРИЛОЖЕНИЕ А**Образец титульного листа**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
Институт радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем
Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе

« _____ »
(название лабораторной работы)

по дисциплине «Теория телетрафика»

Выполнил студент _____
(фамилия, инициалы)

Группа _____

Отметка о защите _____

Преподаватель _____
(фамилия, инициалы)

Севастополь

20__