



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

Методические указания к выполнению практических работ

Моделирование информационно-аналитических систем

Практическая работа 11

<i>(наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)</i>	
Уровень	специалитет
<i>(бакалавриат, магистратура, специалитет)</i>	
Форма обучения	очная
<i>(очная, очно-заочная, заочная)</i>	
Направление(-я) подготовки	10.05.04 Информационно-аналитические системы безопасности, специализации: специализация №1 "Автоматизация информационно-аналитической деятельности"; специализация №3 "Технологии информационно-аналитического мониторинга».
<i>(код(-ы) и наименование(-я))</i>	
Институт	Кибербезопасности и цифровых технологий
<i>(полное и краткое наименование)</i>	
Кафедра	Информационно-аналитические системы кибербезопасности (КБ-2)
<i>(полное и краткое наименование кафедры, реализующей дисциплину (модуль))</i>	
Лектор	к.т.н., доцент Лебедев Владимир Владимирович
<i>(сокращенно – ученая степень, ученое звание; полностью – ФИО)</i>	
Используются в данной редакции с учебного года	2024/25
<i>(учебный год цифрами)</i>	
Проверено и согласовано «___» _____ 20__ г.	
<i>(подпись директора Института/Филиала с расшифровкой)</i>	

Москва 20__ г.

Практическая работа № 11

Восстановление непрерывных зависимостей по данным эксперимента Подбор моделей регрессии Статистический анализ и разработка предиктивных моделей с заданными статистическими показателями

Теоретические предпосылки разработки

Задача разработки заключается в требовании построить алгоритм определения количества каналов в СМО для предоставления телекоммуникационных услуг с гарантированным статистическим показателем уровня отказов типа DOS.

Исходные данные разработки.

Имеется имитационная модель процесса обслуживания, разработанная на основе типовой математической схемы СМО, рассмотренной в практической работе №10.

Схема модели СМО без накопителя с ограниченным числом каналов предполагает возможность ситуации возникновения отказов, см. рис. 1.

Модель предлагает алгоритм расчёта случайной функции количества возникающих отказов в течение рабочей сессии обслуживания при заданной интенсивности потока заявок на предоставление услуг связи, интенсивности потока обслуживания и количества рабочих каналов в системе.

Формально функцию можно представить в операторном виде:

$$F: K \xrightarrow{N, \lambda, \mu} D.$$

В этой записи:

D – случайная величина отказов; K – число рабочих каналов в системе;
 λ – интенсивность потока заявок; μ – интенсивность потока обслуживания; N
– количество заявок, приходящих в систему за рабочую сессию.

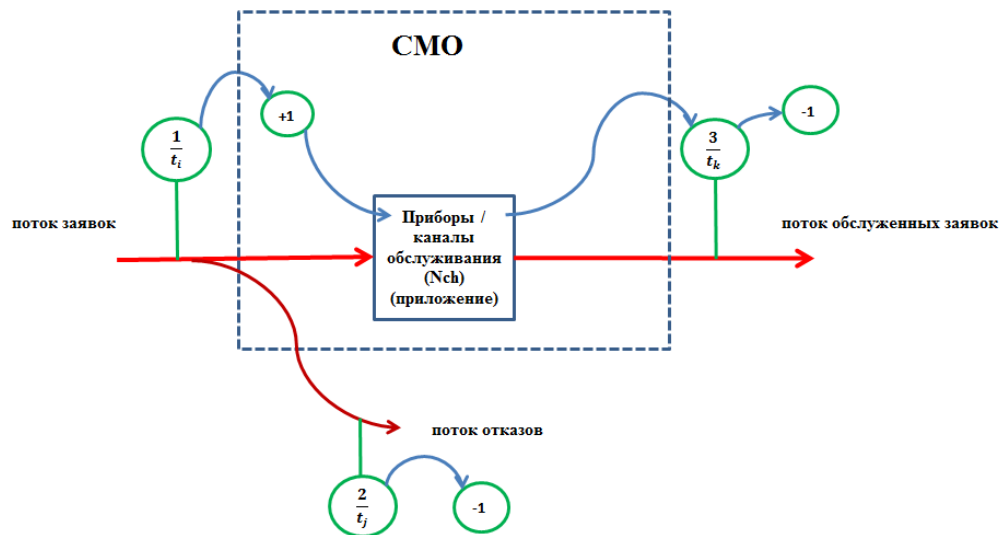


Рисунок 1. Модель процесса занятия каналов СМО без накопителя с отказами

Интерпретация зависимости заключается в определении влияния главного фактора-предиктора, в качестве которого рассматривается количество рабочих каналов в системе K , на отклик-показатель, в качестве которого рассматривается количество отказов D .

Так как функция стохастическая, то в качестве параметров рассматриваются некоторые средние значения параметров-признаков или характеристик случайных составляющих процесса: λ , μ , N .

Была разработана пользовательская подпрограмма-функция приложения $Dens_Numbs_ (N, \lambda, \mu, K)$:

```
Function Dens_Numbs_(X As Integer, Y, Z, W As Integer)
Dim K As Integer, Nch As Integer, Lyam, Mu, Nkr, Nk, ZZ
Dim A1(), A2(), A3(), A4(), A5(), A6(), A7(), A8()
'K - число заявок в цепи событий
'Nch - число каналов в СМО
'Lyam - интенсивность потока заявок
'Mu - интенсивность потока обслуживания
K = X
```

```

Lyam = Y
Mu = Z
Nch = W
ReDim A1(1 To K, 1 To 2), A2(1 To K, 1 To 2), A3(1 To 2 * K, 1 To 3), A4(1 To
2 * K, 1 To 3)
ReDim A5(1 To 2 * K, 1 To 3), A6(1 To 2 * K, 1 To 3), A7(1 To 2 * K, 1 To 3),
A8(1 To 2 * K, 1 To 3)
'Ввод данных временных параметров событий в СМО
'Формирование шкалы моментов времени поступления запросов в АИС
'Определение интервалов времени между поступлениями запросов в цепи событий
'Спецификация: Tin - время поступления в АИС; Tque - время поступления из
очереди на обслуживание;
'Tout - время окончания обслуживания (выход из АИС); DTin - интервалы времени
между поступлениями запросов в АИС в цепи событий;
'DTque - время задержки в очереди; DTserv - время обслуживания; DTout - время
пребывания в системе

'Ввод шкалы моментов времени поступления заявок на вход СМО
'A1 - шкала моментов поступления заявок на каналы в СМО

    For J = 1 To K
        Randomize
        r = Rnd()
        DTin = (1 / Lyam) * Log(1 / (1 - r))
        If J = 1 Then
            A1(J, 1) = DTin
        Else
            A1(J, 1) = A1(J - 1, 1) + DTin
        End If
        A1(J, 2) = 1
    Next J

'Ввод шкалы моментов времени окончания обслуживания заявок в СМО
'A2 - шкала моментов времени освобождения каналов

    For J = 1 To K
        Randomize
        r = Rnd()
        DTserv = (1 / Mu) * Log(1 / (1 - r))
        A2(J, 1) = A1(J, 1) + DTserv
        A2(J, 2) = -1
    Next J

'Формирование сводной шкалы событий A1-A2

    For M = 1 To K
        A3(2 * M - 1, 1) = A1(M, 1)
        A3(2 * M - 1, 2) = A1(M, 2)
        A3(2 * M - 1, 3) = M
        A3(2 * M, 1) = A2(M, 1)
        A3(2 * M, 2) = A2(M, 2)
        A3(2 * M, 3) = M
    Next M

'Сортировка сводной шкалы событий

    For J = 1 To 2 * K
        A4(J, 1) = A3(J, 1)
        A4(J, 2) = A3(J, 2)
        A4(J, 3) = A3(J, 3)
    Next J

    KK = 1

```

```

Do While KK <= 2 * K
  For J = KK + 1 To 2 * K
    If A4(J, 1) < A4(KK, 1) Then
      AA = A4(KK, 1)
      BB = A4(KK, 2)
      CC = A4(KK, 3)
      A4(KK, 1) = A4(J, 1)
      A4(KK, 2) = A4(J, 2)
      A4(KK, 3) = A4(J, 3)
      A4(J, 1) = AA
      A4(J, 2) = BB
      A4(J, 3) = CC
    End If
  Next J
  KK = KK + 1
Loop

'Моделирование динамики занятия и освобождения каналов и формирование потока
отказов
'Динамика требований на занятие каналов

Nk = 0
For M = 1 To 2 * K
  Nk = Nk + A4(M, 2)
  A5(M, 1) = A4(M, 1)
  A5(M, 2) = Nk
  A5(M, 3) = A4(M, 3)
Next M

'Модифицированная шкала событий при ограниченном числе каналов в СМО -->A7 и
шкала потока отказов --> A6

For M = 1 To 2 * K
  A7(M, 1) = A4(M, 1)
  A7(M, 2) = A4(M, 2)
  A7(M, 3) = A4(M, 3)
Next M
ZZ = 0
A6(1, 1) = A7(1, 1)
A6(1, 2) = 0
A6(1, 3) = 0
For M = 2 To 2 * K
  Nkr = 0
  For J = 1 To M
    Nkr = Nkr + A7(J, 2)
  Next J
  If Nkr > Nch Then
    A6(M, 2) = 1
    A6(M, 1) = A7(M, 1)
    A6(M, 3) = A7(M, 3)
    A7(M, 2) = 0
    ZZ = A7(M, 3)
    n = M
    E = 0
    Do While E = 0
      n = n + 1
      If A7(n, 3) = ZZ Then
        T = n
        E = 1
      End If
    Loop
    A7(T, 2) = 0
  Else

```

```

        A6(M, 2) = 0
        A6(M, 1) = A7(M, 1)
        A6(M, 3) = 0
        If A4(M, 3) = ZZ Then
            A7(M, 2) = 0
        End If
        T = M
    End If
Next M

'Динамика занятия каналов в СМО с ограниченным числом каналов
'A8 - поток занятия каналов в моменты времени событий объединённой
сортированной шкалы

Nk = 0
For M = 1 To 2 * K
    Nk = Nk + A7(M, 2)
    A8(M, 1) = A7(M, 1)
    A8(M, 2) = Nk
    A8(M, 3) = A7(M, 3)
Next M

'Суммарное количество отказов за время наблюдения
DenSum = 0
For J = 1 To 2 * K
    DenSum = DenSum + A6(J, 2)
Next J

Dens_Numbs_ = DenSum

End Function

```

Функция определяет зависимость отклика – случайной величины отказов от других факторов модели в функциональном формате:

$$D = F(N, \lambda, \mu, K).$$

Модель также можно интерпретировать как модель системы информационной безопасности (СИБ), в которой наблюдается поток инцидентов ИБ, который обрабатывается в каналах приложений противодействия и восстановления.

План решения.

1. Построить план эксперимента: сформировать множество планов эксперимента.
2. Провести серию экспериментов с N параллельными опытами.
3. Произвести определение средних значений откликов по N результатам параллельных опытов в каждой точке плана эксперимента.

4. Составить таблицу средних значений откликов для каждой точки плана эксперимента.
 5. Рассмотреть некоторое множество классов параметрических функций для построения моделей регрессии восстанавливаемой зависимости.
 6. Построить модели.
 7. Оценить уровень точности и адекватности каждой модели.
 8. Выбрать лучшую модель путём сравнения по показателям точности и адекватности.
 9. Определить количество каналов, при котором достигается требуемый уровень максимального среднего количества отказов.
 10. Выполнить статистический анализ распределения количества отказов при заданном числе каналов.
 11. Определите вероятность превышения среднего количества отказов.
- Сделать выводы.
- Составить отчёт.