

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. И.РАЗЗАКОВА**

**Кафедра «Телекоммуникации»**

**ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ**

**Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по дисциплине «Теория информационных процессов и систем»  
для студентов специальности  
552802.01 «Информационные системы и технологии»**

**БИШКЕК – 2011**

«Рассмотрено»  
на заседании кафедры  
«Телекоммуникации»  
Протокол № 7 от 14.02.2011 г.

«Одобрено»  
Методической комиссией  
ФИТ  
Протокол № 6 от 15.02.2011 г.

УДК 621.386.11

Составитель САРЫБАЕВА А.А.

Теория информационных процессов и систем. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теория информационных процессов и систем» для студентов специальности 552802.01 «Информационные системы и технологии» / КГТУ им. И.Раззакова; сост. А.А.Сарыбаева. – Б.: ИЦ «Текник», 2011. – 30 с.

Приводятся необходимые теоретические сведения и лабораторные работы, направленные на обучение языку GPSS (General Purpose Simulation System) и системы GPSS World для имитационного моделирования сложных технических объектов, представленных как системы массового обслуживания.

Целью настоящего методического пособия является оказание помощи студентам приобрести практические навыки имитационного моделирования сложных технических объектов.

Предназначено для студентов по направлению 552802 «Информационные системы».

Ил.: 3. Рис.: 23.

Рецензент к.т.н., доцент Жээнбеков А.А.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ к выполнению лабораторных работ по курсу «Теория информационных процессов и систем»

### Порядок выполнения работ:

- 1) Ознакомиться с теоретическим материалом;
- 2) Выполнить задания;
- 3) Оформить отчет.

Отчет оформляется по каждой лабораторной работе и состоит из следующих разделов:

1. Тема лабораторной работы;
2. Цель работы;
3. Описание задания;
4. Результаты работы;
5. Интерпретация результатов;

### Лабораторная работа №1 Основы имитационного моделирования в системе GPSS World

**Цель работы:** научиться использовать язык GPSS (General Purpose Simulation System) и систему GPSS World для имитационного моделирования сложных технических объектов, представленных как системы массового обслуживания.

#### 1.1. Краткие теоретические сведения

**Моделирование** – это метод исследования сложных систем, основанный на том, что рассматриваемая система заменяется на модель и проводится исследование модели с целью получения информации об изучаемой системе. Среди различных видов моделирования применяемых для изучения сложных систем, большая роль отводится имитационному моделированию.

**Имитационной** называется модель, которая воспроизводит все элементарные явления, составляющие функционирования исследуемой системы во времени с сохранением их логической структуры и последовательности.

Под **системой** понимается множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство. **Функционирование системы** может рассматриваться и описываться как взаимодействие **событий, действий или процессов**, происходящих в системе. Под **событием** понимается всякое изменение состояния системы под воздействием внешней среды или сложившихся в системе условий. Событие рассматривается как мгновенное изменение состояния системы. Под **действием** понимается пребывание элемента системы в некотором состоянии. Упорядоченная во времени логически взаимосвязанная последовательность событий, выделенная в соответствии с некоторым признаком, называется **процессом**. Существует множество систем, процессы функционирования в которых могут

быть представлены моделями информационных потоков, получившими название **систем массового обслуживания (СМО)**. Это, прежде всего, процессы в технических системах – телефонные сети, радиосвязь и телекоммуникации, вычислительные машины, системы и сети. При их анализе наиболее важно определить скорость передачи или обработки информации, оценить пропускную способность, загрузку оборудования и т.д.

### **Основные концепции создания систем массового обслуживания**

В разных областях техники, в организации производства, в социальной сфере и в военном деле постоянно возникает необходимость решения вероятностных задач, связанных с работой систем массового обслуживания разного вида требований. Термин «массовое обслуживание» предполагает многократную повторяемость ситуаций в том или ином смысле (много прибывших в систему и обслуженных заявок, большое число находящихся в эксплуатации аналогичных систем) и статистическую устойчивость картины.

**Система массового обслуживания** – это система, состоящая из обслуживающего прибора, заявки, находящейся на обслуживании, и ожидающих обслуживания заявок.

Несмотря на успешное развитие и применение методов аналитического моделирования основным методом исследования таких систем остается имитационное моделирование на ЭВМ с применением специализированных языков программирования.

Имитационное моделирование, как и моделирование вообще – мощное средство для изучения сложных систем. Для имитационного моделирования используется целый спектр языков, в частности язык GPSS. Ни один из языков моделирования не оказал на имитацию столь большого воздействия, как GPSS (General Purpose Simulation System - система имитационного моделирования общего назначения). Язык GPSS был и остается весьма эффективным при решении множества простых задач, посвященных исследованию систем массового обслуживания.

## **1.2. Базовые понятия системы моделирования GPSS World**

Система массового обслуживания – это совокупность последовательно связанных между собой входящих потоков требований на обслуживание (машин, самолетов, пользователей и т.д.), накопителей, очередей, каналов обслуживания (станций, техобслуживания, ЭВМ и т.д.) и выходящих потоков требований после обслуживания подчиняющихся определенному закону.

Требование (транзакт) – это объект, поступающий в систему и нуждающийся в определенном обслуживании в данной системе.

Канал обслуживания – устройство, в котором выполняется обслуживание требования. Основным параметром канала обслуживания является время обслуживания, которое, как правило, является случайной величиной.

Накопитель (буфер) – это место временного расположения требований, нуждающихся в обслуживании. Он характеризуется емкостью, т.е. максимально возможным количеством одновременно находящихся в накопителе требований.

Имитационная модель – это формальное описание логики функционирования исследуемой системы во времени, учитывающее наиболее существенные взаимодействия её элементов и обеспечивающее возможность проведения статистических экспериментов.

Имитационная модель СМО – это модель, отражающая поведение системы и изменения её состояния во времени при заданных потоках требований, поступающих на входы системы.

Имитационное моделирование – это численный метод определения параметров функционирования самых различных систем по многочисленным реализациям с учетом вероятностного характера протекания процесса.

Модель в системе GPSS World – это последовательность операторов моделирования, т.е. операторов GPSS, или процедур языка PLUS (Programming Language Under Simulation – язык программирования для моделирования).

При имитационном моделировании выделяют три представления времени: реальное (время, в котором происходит функционирование моделируемой системы в реальной жизни (час, смена, год), модельное (время, в котором происходит функционирование моделируемой системы при проведении имитационного моделирования на ЭВМ) и машинное время (время, отражающее затраты времени ЭВМ на проведение имитационного моделирования).

Система моделирования GPSS World основана на переходе требований (транзактов) от блока к блоку (от оператора к оператору) в определенные моменты времени. Что называется событием. События соответствуют конкретным изменениям в реальной системе: требование появилось, требование вошло в очередь, требование обслуживается и т.д.

### Основные операторы языка GPSS

Каждый оператор языка GPSS должен находиться на одной строке текста. Он структурно состоит из нескольких полей:

- номер строки (необязательный);
- метка (необязательный);
- собственно оператор;
- операнды;
- комментарий (необязательный);

| №  | Оператор | Параметры       | Описание                         |
|----|----------|-----------------|----------------------------------|
| 1. | GENERATE | A,B,C,D,E,F,G,H | Сгенерировать требование         |
| 2. | QUEUE    | A,B             | Увеличить содержимое очереди     |
| 3. | DEPART   | A,B             | Уменьшить содержимое очереди     |
| 4. | SEIZE    | A               | Занять канал обслуживания        |
| 5. | RELEASE  | A               | Освободить канал обслуживания    |
| 6. | ENTER    | A,B             | Увеличить вместимость накопителя |
| 7. | LEAVE    | A,B             | Уменьшить вместимость накопителя |
| 8. | ADVANCE  | A,B             | Задержать перемещение требования |

|     |                 |               |   |
|-----|-----------------|---------------|---|
| 9.  | ASSIGN          | A,B           | Модифицировать параметр требования          |
| 10. | PREEMPT         | A,B,C,D,E     | Отстранить требование от обслуживания       |
| 11. | RETURN          | A             | Вернуть канал обслуживания А                |
| 12. | BUFFER          |               | Идти в хвост цепи текущий событий           |
| 13. | GATE            | A,B           | Переместить в зависимости от состояния      |
| 14. | GATHER          | A             | Подождать родственные требования            |
| 15. | LINK            | A,B,C         | Ввести в цепь пользователя                  |
| 16. | UNLINK          | A,B,C,D,E,F,G | Вывести из цепи пользователя                |
| 17. | <имя> STORAGE   | A             | Определить вместимость накопителя           |
| 18. | MARK            | A             | Создать временную метку                     |
| 19. | MATCH           | A             | Подождать другое требование                 |
| 20. | SELECT          | A,B,C,D,E,F,G | Выбрать элемент                             |
| 21. | SAVEVALUE       | A,B,C         | Модифицировать сохраняемое значение         |
| 22. | MSAVEVALUE      | A,B,C,D       | Модифицировать значение матрицы             |
| 23. | PRIORITY        | A,B           | Изменить приоритет                          |
| 24. | SPLIT           | A,B,C,D       | Разделить требование                        |
| 25. | TABULATE        | A,B           | Собрать табличные данные элемента           |
| 26. | TERMINATE       | A             | Уничтожить требование                       |
| 27. | TEST            | A,B,C         | Переместить согласно сравнению              |
| 28. | TRANSFER        | A,B,C,D       | Передать в новое местоположение             |
| 29. | ASSEMBLE        | A             | Собрать родственные требования              |
| 30. | EQU             | A,B           | Определить эквивалентность                  |
| 31. | MATRIX          | A,B,C         | Задать матрицу                              |
| 32. | INITIAL         | A,B           | Инициализировать                            |
| 33. | RMULT           | A,B,C,D,E,F,G | Установить значение генератора              |
| 34. | <Имя> VARIABLE  | A             | Определить целую переменную                 |
| 35. | <Имя> FVARIABLE | A             | Определить вещественную переменную          |
| 36. | <Имя> BVARIABLE | A             | Определить булеву переменную                |
| 37. | <Имя> FUNCTION  | A,B           | Определить функцию                          |
| 38. | <Имя> TABLE     | A,B,C,D,E     | Определить таблицу                          |
| 39. | QTABLE          | A,B,C,D       | Определить таблицу для очереди              |
| 40. | LOGIC           | A             | Изменить логический переключатель           |
| 41. | LOOP            | A,B           | Изменить параметр требования и зациклить    |
| 42. | REPORT          |               | Сообщить                                    |
| 43. | COUNT           | A,B,C,D,E     | Поместить индекс объекта внутрь параметра   |
| 44. | TRACE           |               | Начать трассировку                          |
| 45. | UNTRACE         |               | Завершить трассировку                       |
| 46. | INDEX           | A,B           | Увеличить параметр требования               |
| 47. | EXECUTE         | A             | Выполнить блочную операцию элемента         |
| 48. | WRITE           |               | Разместить текстовую строку в потоке данных |
| 49. | READ            |               | Считать текстовую строку из потока данных   |
| 50. | RESET           |               | Сбросить                                    |
| 51. | ADOPT           |               | Изменить номер ансамбля                     |

|     |             |  |  |
|-----|-------------|--|--|
| 52. | CLOSE       |  | Закрыть поток данных                   |
| 53. | JOIN        |  | Увеличить группу членов                |
| 54. | ALTER       |  | Изменить атрибуты требования           |
| 55. | DISPLACE    |  | Переместить требование к блоку         |
| 56. | EXAMINE     |  | Исследовать член группы                |
| 57. | FAVAL       |  | Сделать канал обслуживания доступным   |
| 58. | FUNAVAL     |  | Сделать канал обслуживания недоступным |
| 59. | INTEGRATION |  | Включить или выключить интегрирование  |
| 60. | PLUS        |  | Оценить PLUS-выражение                 |
| 61. | SAVAL       |  | Сделать накопитель доступным           |
| 62. | SUNAVAL     |  | Сделать накопитель недоступным         |
| 63. | REMOVE      |  | Уменьшить группу членов                |
| 64. | SEEK        |  | Установить позицию в потоке данных     |
| 65. | SCAN        |  | Восстановить информацию группы членов  |

Динамическими объектами системы являются требования (транзакты), которые создаются и уничтожаются в определенные моменты времени моделирования той или иной системы. Параметры требования – это набор значений, связанных с требованием.

Арифметические целые переменные определяются с помощью оператора `variable` (переменная). Перед оператором в поле меток ставится символьное или числовое имя переменной, а в поле переменных пишется арифметическое выражение, определяющее данную переменную, например:

`20 variable Q2+4`

Такая запись означает, что арифметическая переменная под номером 20, которую далее именуют V20, равна сумме числа требований в очереди под номером 2 (Q2) и константы 4.

`SUM variable (P2+P6)/4`

Такая запись означает, что арифметическая переменная с символьным именем SUM, которую далее именуют V\$SUM, равна сумме значений 2-го и 6-го параметров требования, деленных на 4.

### **Основные этапы моделирования**

Моделирование состоит из нескольких этапов:

1. Постановка задачи;
2. Выявление основных особенностей;
3. Создание имитационной модели процесса;
4. Представление имитационной модели в системе GPSS World;
5. Моделирование системы.

### **Основы имитационного моделирования с использованием системы GPSS World**

Структура рабочего окна системы состоит из следующих частей (рис. 1.1):

- строки заголовка;
- иерархической системы меню;
- стандартной горизонтальной панели инструментов (необязательно);

- здесь продублированы наиболее часто используемые команды меню;
- основного рабочего поля;
  - строки состояния

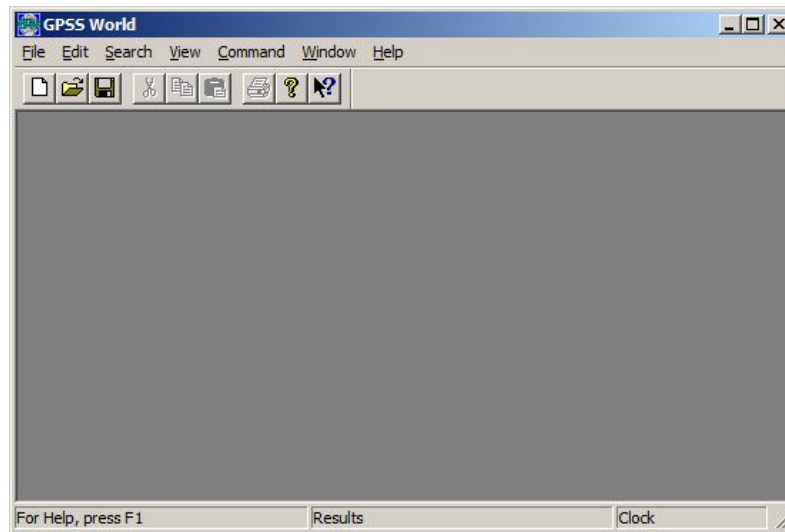


Рис. 1.1. Главное меню системы GPSS World

Пункт File (Файл) главного меню служит для работы с файлами документов. Файлы имитационных моделей в системе GPSS World записываются в окне Model (Модель) и сохраняются с расширением .gps, текстовые файлы записываются в окне Text file (Текстовый файл) и сохраняются с расширением .txt. Файлы могут содержать и результаты проведенного моделирования, и они создаются после сохранения содержимого окна Report (Отчет) и сохраняются с расширением .grg. Кроме того, можно сохранить сообщения, выводимые в окне Journal (журнал), т.е. появляющиеся в процессе моделирования системы, и они сохраняются с расширением .sim.

Для создания нового файла выполняем команду File/New и выбираем требуемый тип файла (рис. 1.2.):

- Model (для создания модели);
- Text File (для создания текстового файла).

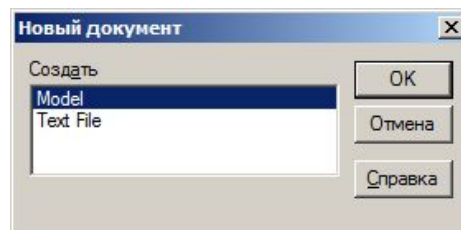


Рис. 1.2. Диалоговое окно выбора типа создаваемого файла

**1.3. Рассмотрим процесс создания имитационной модели на конкретном примере, т.е. на примере модели одноканальной разомкнутой системы массового обслуживания (СМО).**

#### **Постановка задачи**

Требования поступают на обслуживание в систему случайно в интервале



[5-9] единиц времени с равномерным распределением. А время обслуживания колеблется в интервале [3-9] единиц времени, также с равномерным распределением. Необходимо смоделировать прохождение через систему 200 требований.

### Выявление основных особенностей

Охарактеризуем каждое событие, возникшее в СМО:

1. Появление требования в системе (Generate – Генерировать);
2. Вход требования в очередь (Queue – Очередь);
3. Определение занятости канала обслуживания (Seize – Занять). Если канал занят, то требование остается в очереди, если свободен - то входит в канал обслуживания;
4. Выход требования из очереди (Depart – Выйти);
5. Обслуживание требования в канале обслуживания (Advance – Задержать);
6. Освобождение канала обслуживания (Release – Освободить);
7. Выход требования из системы (Terminate – Завершить).

### Создание имитационной модели

Для создания имитационной модели выполняем следующие действия:

1. Запустить систему моделирования GPSS World;
2. Выполнить команду File→New; Появится диалоговое окно Новый документ;
3. Выбрать пункт Model, когда появится окно модели, в него ввести программу.

Программа в системе GPSS World будет выглядеть так, как показано на рис. 1.3. Для ввода операторов (блоков) можем воспользоваться командой Edit→Insert GPSS Blocks...(рис. 1.4), и после выбора нужного блока, в текстовые поля появившегося окна внести нужные данные как показано на рис. 1.5.

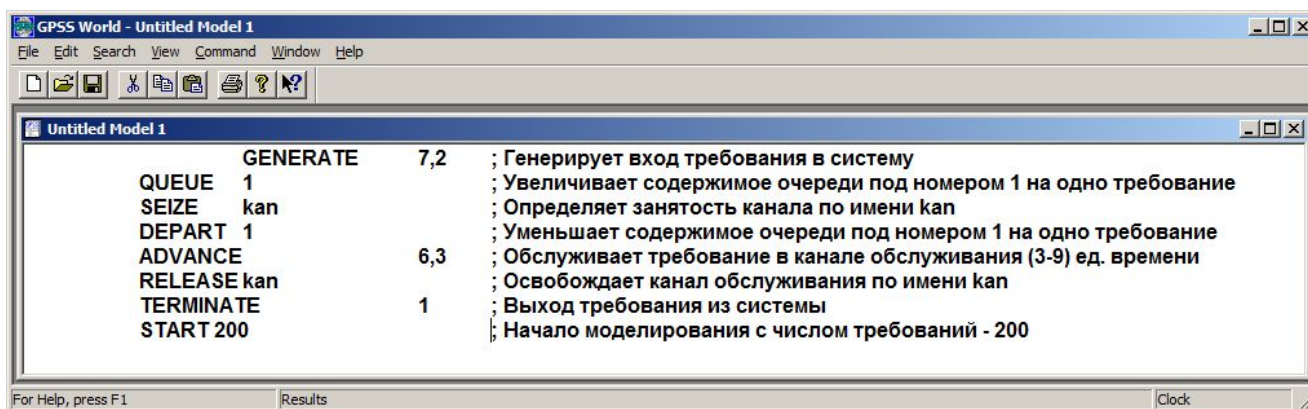


Рис. 1.3. Окно исходной модели

|            |          |             |
|------------|----------|-------------|
| ADOPT      | ASSEMBLE | ALTER       |
| ADVANCE    | CLOSE    | COUNT       |
| ASSIGN     | GATE     | DISPLACE    |
| BUFFER     | JOIN     | EXAMINE     |
| DEPART     | LINK     | EXECUTE     |
| ENTER      | LOGIC    | FAVAIL      |
| GENERATE   | LOOP     | FUNAVAIL    |
| LEAVE      | MATCH    | GATHER      |
| MARK       | OPEN     | INDEX       |
| MSAVEVALUE | PREEMPT  | INTEGRATION |
| PLUS       | PRIORITY | SAVAIL      |
| QUEUE      | READ     | SCAN        |
| RELEASE    | REMOVE   | SELECT      |
| SAVEVALUE  | RETURN   | SUNAVAIL    |
| SEIZE      | SEEK     | TABULATE    |
| SPLIT      | TEST     | TRACE       |
| TERMINATE  | UNLINK   | UNTRACE     |
| TRANSFER   | WRITE    |             |

Рис. 1.4. Список блоков для вставки в модель

Параметры операторов характеризуют данное событие. В операторе GENERATE первая цифра – 7 – определяет средний интервал времени между поступлениями требований в систему на обслуживание, а вторая -2 – максимально допустимое отклонение от среднего времени. В операторах QUEUE и DEPART цифра 1 определяет номер очереди, в которую вошло и из которой собирается выйти требование. В операторах SEIZE и RELEASE символы kan определяют символическое имя канала обслуживания, в который собирается войти требование, если он освободился, и выйти – если требование уже в нем обслужилось. В операторе ADVANCE первая цифра – 6 – определяет среднее время обслуживания требования, а вторая – 3- максимально допустимое отклонение от этого времени. Оператор TERMINATE выполняет удаление одного требования из системы. Цифра 200 в операторе START означает число требований, которые необходимо пропустить через систему.

#### **Подготовка системы к моделированию**

Перед началом моделирования можно установить вывод тех параметров, которые необходимо получить в процессе моделирования. Для этого выполняем команду Edit-Settings, и в появившемся диалоговом окне устанавливаем нужные выходные данные. Наличие галочки в окошках говорит о том, что эта информация будет выведена в окне результатов моделирования.

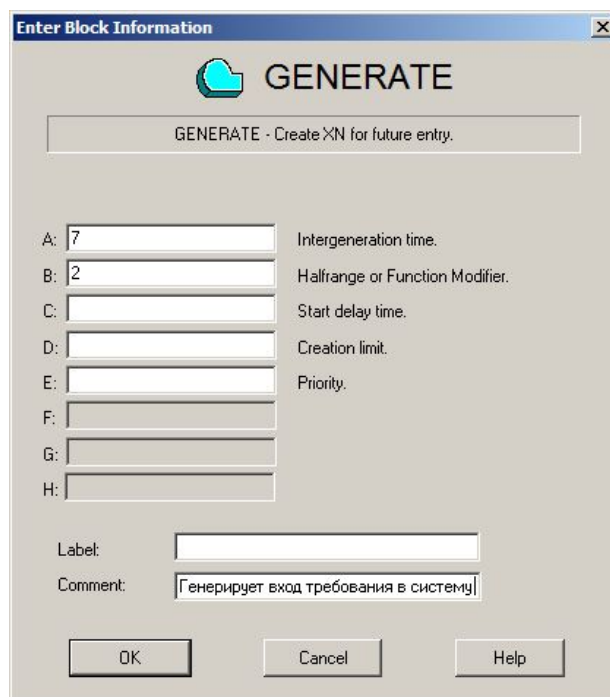


Рис. 1.5. Окно для ввода параметров блоков

### Моделирование системы

После создания имитационной модели необходимо оттранслировать и запустить на выполнение выполнив команду `Command → Create Simulation`. После этого появится окно `Journal` (Журнал) и результаты работы программы в окне `Report` (Отчет). Чтобы получить стандартный отчет для модели при наличии в ней управляющего оператора `START`, необходимо выполнить команду `Command → Create Simulation` (Создать выполняемую модель). Появится окно `Journal`, а затем – `Report` с результатами моделирования, как показано на рис. 1.6.

В стандартный отчет включаются следующие основные показатели моделирования системы:

- время моделирования системы – `End time` (Время окончания);
- число обслуженных требований в канале обслуживания – `Entries` (Число входов);
- коэффициент использования канала обслуживания – `Util.` (Использование);
- среднее время обслуживания требования в канале – `Ave.time` (Среднее время);
- максимальная длина очереди – `Max` (Максимальная);
- средняя длина (содержимое очереди – `Ave.cont` (Среднее содержимое);
- среднее время пребывания требования в очереди – `Ave.time` (среднее время) и др. показатели.

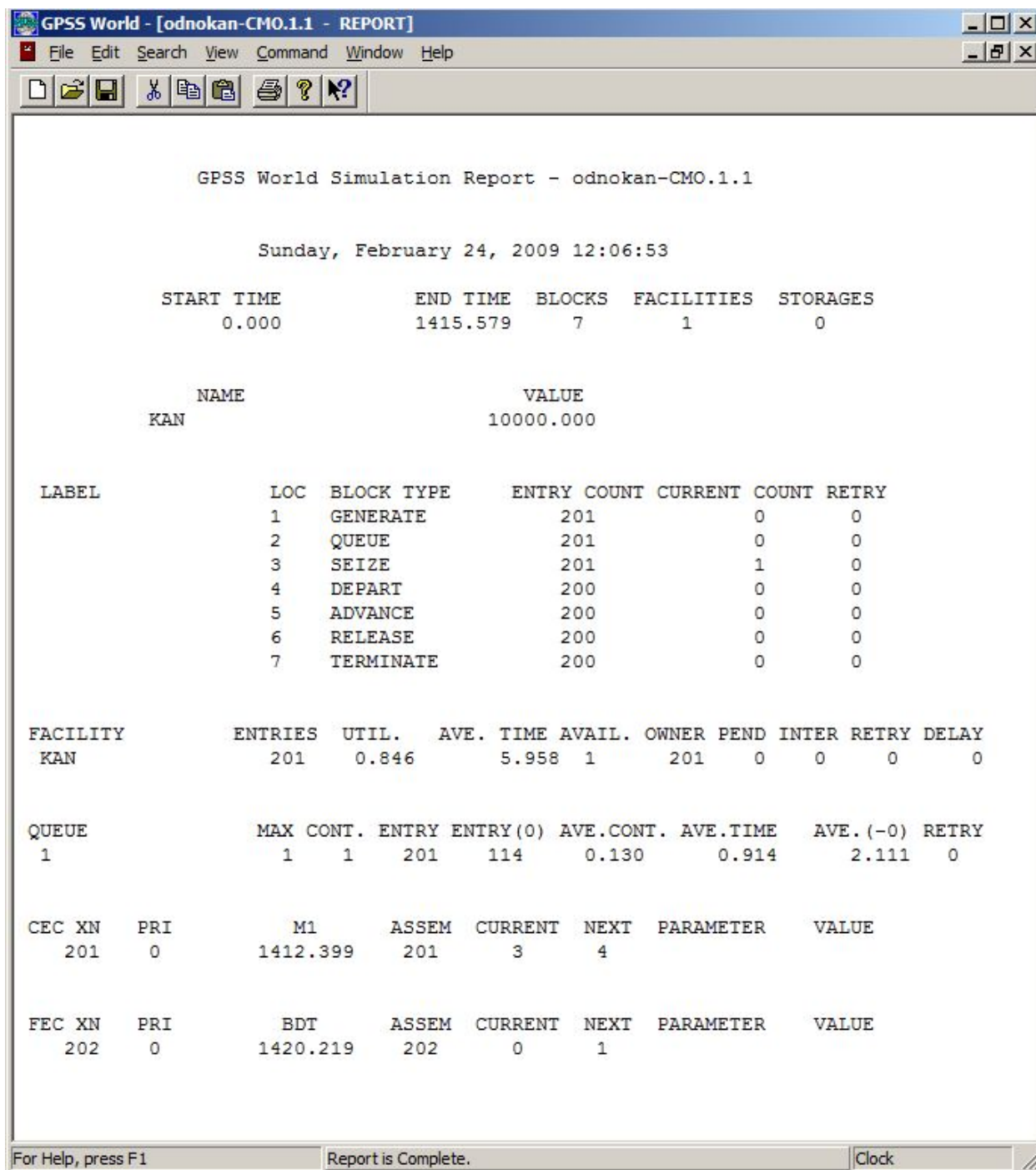


Рис. 1.6. Стандартный вывод результатов моделирования

Для просмотра элементов блоков выполняем команду Window→Simulation Window→Blocks Window и появится диалоговое окно Block Entities (Блочные элементы) (Рис. 1.7). Для просмотра количества и параметров каналов обслуживания выполняем команду Window→Simulation Window →Facilities Window (Рис. 1.8).

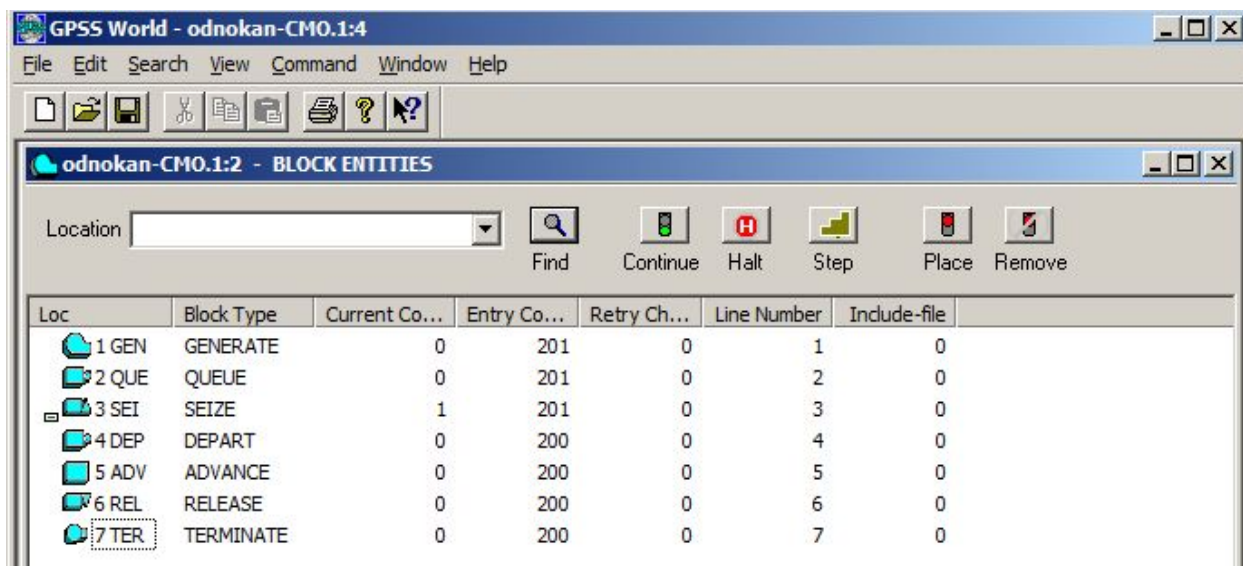


Рис. 1.7.

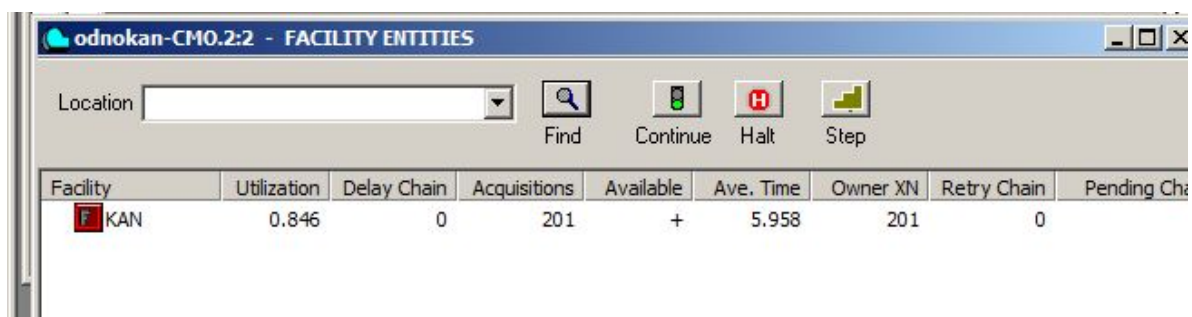


Рис. 1.8.

### Задание:

1. Ознакомьтесь с основами моделирования в системе GPSS World
2. Изучите основные операторы языка моделирования GPSS

Создать имитационную модель в системе GPSS World на примере модели одноканальной разомкнутой системы массового обслуживания (СМО).

## Лабораторная работа №2

### Имитационное моделирование одноканальной разомкнутой системы массового обслуживания в системе GPSS World

**Цель работы:** научиться использовать язык GPSS (General Purpose Simulation System) и систему GPSS World для имитационного моделирования одноканальных систем массового обслуживания.

#### 2.1. Классификация систем массового обслуживания

Системы массового обслуживания по наличию того или иного признака можно классифицировать таким образом:

1. По характеру поступления требований в систему: на системы с регулярным и случайным потоками поступления требований в систему. Если количество

требований, поступающих в систему в единицу времени (интенсивность потока), постоянно или является заданной функцией времени, то мы имеем систему с регулярным потоком поступления требований в систему, иначе – со случайным. Случайный поток требований в систему подразделяется на стационарный и нестационарный. Если параметры, потока требований не зависят от расположения рассматриваемого времени на оси времени, то мы имеем стационарный поток требований, в противном случае – нестационарный. Например, если число покупателей, проходящих в магазин, не зависит от времени суток, то поток требований (покупателей) – стационарный.

2. По количеству требований, поступающих в единицу времени: на системы с ординарным и неординарным потоками требований. Если вероятность поступления двух или более требований в один момент времени равна нулю или имеет столь малую величину, что ею можно пренебречь, то мы имеем систему с ординарным потоком требований.
3. По связи между требованиями: на системы без последствий от поступивших требований и с последствием. Если вероятность поступления требований в систему в некоторый момент времени не зависит от того, сколько требований уже поступило в систему, то есть не зависит от предыстории изучаемого процесса, то мы имеем задачу без последствий, в противном случае – с последствием.
4. По характеру поведения требования в системе: с отказами, с ограниченным ожиданием и с ожиданием без ограничения.
5. По способу выбора требований на обслуживание: с приоритетом, по мере поступления, случайно, последний обслуживается первым.
6. По характеру обслуживания требований: на системы с детерминированным и случайным временем обслуживания.
7. По числу каналов обслуживания: на одноканальные и многоканальные системы.
8. По количеству этапов обслуживания: на однофазные и многофазные системы.
9. По однородности требований, поступающих на обслуживание: на системы с однородными и неоднородными потоками требований.
10. По ограниченности потока требований: на замкнутые и разомкнутые системы. Если поток требований ограничен и требования, покинувшие систему, через некоторое время не возвращаются, то мы имеем замкнутую систему, в противном случае – разомкнутую.

## **2.2. Постановка задачи**

Требуется промоделировать работу одноканальной системы массового обслуживания – разомкнутой, с равномерным законом поступления требований на обслуживание (лифт - пассажиры, изделия - контролер, программы – ЭВМ и т.д.). Допустим, что нам известен интервал времени между поступлениями двух смежных требований, равный  $8+2$  мин, в котором определяется время поступления требования на обслуживание. Величина интервала времени между поступлениями двух смежных требований в систему подчиняется равномерному распределению. Требуется смоделировать процесс функционирования системы и определить следующие основные её характеристики:

- Коэффициент обслуживания канала обслуживания;
- Среднее время использования канала обслуживания;
- Число входов в каждый канал обслуживания;
- Среднее содержимое очереди;
- Среднее время пребывания требования в очереди;
- Максимальное содержимое очереди;
- Коэффициент использования очереди.

Требования, поступающие в систему на обслуживание, не возвращаются в неё, то есть мы имеем одноканальную разомкнутую систему массового обслуживания.

### **2.3. Основные этапы моделирования**

#### **Выявление основных особенностей**

Рассмотрим все события, происходящие в одноканальной разомкнутой системе:

1. Генерирование требований, входящих в систему (Generate – Генерировать);
2. Вход требования в очередь (Queue – Очередь);
3. Проверка занятости канала обслуживания (Seize – Занять). Если канал занят, то требование остается в очереди, если свободен - то входит в канал обслуживания;
4. Выход требования из очереди (Depart – Выйти);
5. Обслуживание требования в канале обслуживания (Advance – Задержать);
6. Освобождение канала обслуживания (Release – Освободить);
7. Выход требования из системы (Terminate – Завершить).

Поскольку требования не возвращаются в систему, то мы имеем одноканальную разомкнутую систему.

#### **Создание имитационной модели**

Для создания имитационной модели выполняем следующие действия:

1. Запустить систему моделирования GPSS World;
2. Выполнить команду File→New; Появится диалоговое окно Новый документ;
3. Выбрать пункт Model, когда появится окно модели, в него ввести программу, как показано на рис. 2.1.

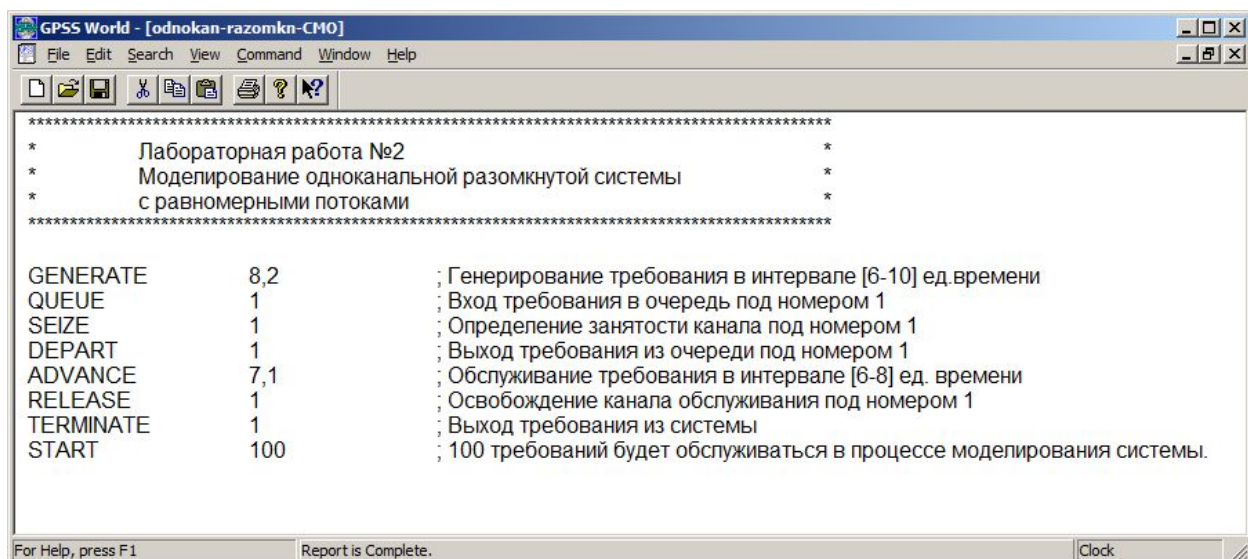


Рис. 2.1. Окно имитационной модели одноканальной разомкнутой СМО

### Подготовка системы к моделированию

Перед началом моделирования можно установить вывод тех параметров, которые необходимо получить в процессе моделирования. Для этого выполняем команду Edit→Settings, и в появившемся диалоговом окне устанавливаем нужные выходные данные, как показано на рис. 2.2. Наличие галочки в окошках говорит о том, что эта информация будет выведена в окне результатов моделирования, т.е. в нашем примере будет выведена информация для каналов обслуживания (Facilities) и очередей (Queues).

### Моделирование системы

После создания имитационной модели необходимо оттранслировать и запустить на выполнение выполнив команду Command→Create Simulation. После этого появится окно Journal (Журнал) и результаты работы программы в окне Report (Отчет), как показано на рис. 2.3.

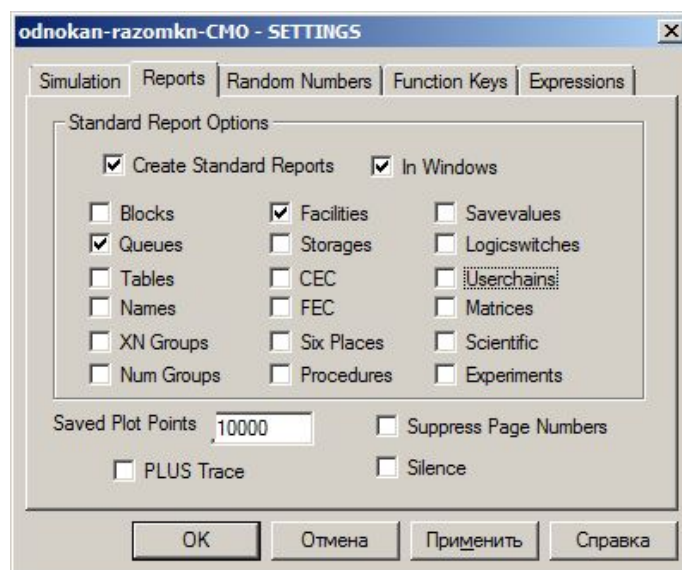


Рис. 2.2.



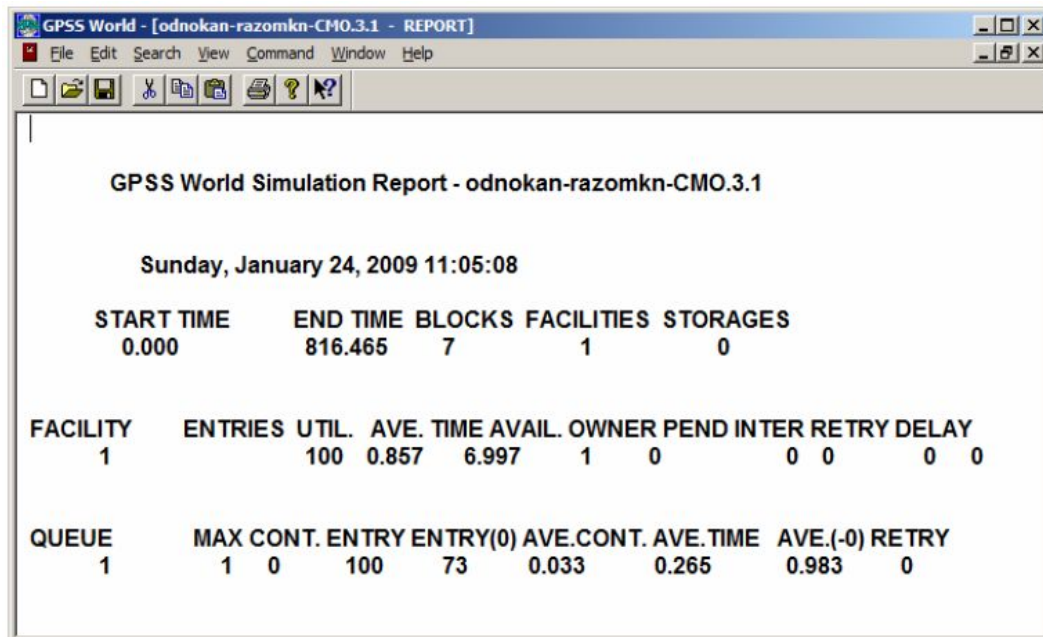


Рис. 2.3. Окно Report с результатами моделирования одноканальной разомкнутой СМО с равномерными потоками

В верхней строке указывается:

- START TIME (начальное время) – 0.000;
- END TIME (время окончания) – 816.465;
- BLOCKS (число блоков) – 7;
- FACILITIES (число каналов обслуживания) – 1;
- STORAGES (число накопителей) – 0.

Ниже указываются результаты моделирования для канала обслуживания под номером 1:

- ENTRIES (число входов) – 100;
- UTIL. (коэффициент использования) - 0.857;
- AVE. TIME (среднее время обслуживания) - 6.997;
- AVAIL. (доступность) – 1;
- OWNER - 0;
- PEND – 0;
- INTER - 0;
- RETRY (повтор) – 0;
- DELAY (отказ) – 0;

Ниже указываются результаты функционирования очереди под номером 1:

- MAX (максимальное содержание) – 1;
- CONT. (текущее содержание) - 0;
- ENTRY (число входов) - 100;
- ENTRY(0) (число нулевых входов) – 73;
- AVE.CONT. (среднее число входов) - 0.033;
- AVE.TIME (среднее время) - 0.265;
- AVE.(-0) - 0.983;
- RETRY – 0.

**Задание:**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. Смоделировать работу одноканальной разомкнутой системы массового обслуживания, с равномерным законом поступления требований на обслуживание.

Интервал времени между поступлениями двух смежных требований равен  $X \pm 2$  мин. А время обслуживания колеблется в интервале  $[Y - (Y+2)]$  единиц времени, также с равномерным распределением. Требования, поступающие в систему на обслуживание, не возвращаются в неё.

Смоделировать процесс функционирования системы и определить следующие основные её характеристики:

- Коэффициент обслуживания канала обслуживания;
- Среднее время использования канала обслуживания;
- Число входов в каждый канал обслуживания;
- Среднее содержимое очереди;
- Среднее время пребывания требования в очереди;
- Максимальное содержимое очереди;
- Коэффициент использования очереди.
- 

| № вар. | X  | Y  | № вар. | X  | Y  |
|--------|----|----|--------|----|----|
| 1      | 5  | 6  | 17     | 6  | 6  |
| 2      | 7  | 7  | 18     | 8  | 7  |
| 3      | 9  | 12 | 19     | 9  | 12 |
| 4      | 6  | 6  | 20     | 10 | 12 |
| 5      | 8  | 9  | 21     | 9  | 9  |
| 6      | 10 | 12 | 22     | 11 | 12 |
| 7      | 12 | 14 | 23     | 12 | 14 |
| 8      | 14 | 15 | 24     | 14 | 15 |
| 9      | 13 | 12 | 25     | 15 | 16 |
| 10     | 11 | 12 | 26     | 11 | 12 |
| 11     | 7  | 8  | 27     | 6  | 8  |
| 12     | 8  | 12 | 28     | 9  | 12 |
| 13     | 11 | 14 | 29     | 11 | 14 |
| 14     | 14 | 15 | 30     | 14 | 15 |
| 15     | 13 | 13 | 31     | 13 | 13 |
| 16     | 12 | 11 | 32     | 12 | 14 |

**Лабораторная работа №3****Имитационное моделирование многоканальных разомкнутых систем массового обслуживания в системе GPSS World**

Цель работы: научиться использовать язык GPSS (General Purpose Simulation System) и систему GPSS World для имитационного моделирования многоканальных разомкнутых систем массового обслуживания.

### **3.1. Краткие теоретические сведения**

Задана многоканальная разомкнутая система массового обслуживания с неограниченным временем ожидания и с простейшими потоками, которая наиболее соответствует действительности. Такие системы характеризуются следующими особенностями:

- Поступление требований в систему на обслуживание происходит по одному, т.е. вероятность поступления двух или более требований в один момент времени очень мала, и ею можно пренебречь (поток требований одинарный);
- Вероятность поступления последующих требований в любой момент времени не зависит от вероятности их поступления в предыдущие моменты – поток требований без последствия;
- Поток требований стационарный.

#### **Постановка задачи**

Рассмотрим процесс функционирования двухканальной разомкнутой системы массового обслуживания с простейшими потоками.

### **3.2. Основные этапы моделирования**

#### **Выявление основных особенностей**

Рассмотрим все события, происходящие в многоканальной разомкнутой системе:

1. Генерирование требований, входящих в систему (GENERATE – Генерировать);
2. Вход требования в накопитель (ENTER –Накопитель);
3. Определение канала обслуживания (TRANSFER – Передать);
4. Ожидание освобождения одного из каналов обслуживания (SEIZE – Занять);
5. Выход требования из накопителя (LEAVE – Выход из накопителя);
6. Обслуживание требования в канале обслуживания (ADVANCE – Задержать);
7. Освобождение канала обслуживания (RELEASE – Освободить);
8. Выход требования из системы (TERMINATE – Завершить).

#### **Построение имитационной модели**

Для создания имитационной модели выполняем следующие действия:

1. Запустить систему моделирования GPSS World;
2. Выполнить команду File→New; Появится диалоговое окно Новый документ;
3. Выбрать пункт Model, когда появится окно модели, в него ввести программу, как показано на рис. 3.1.

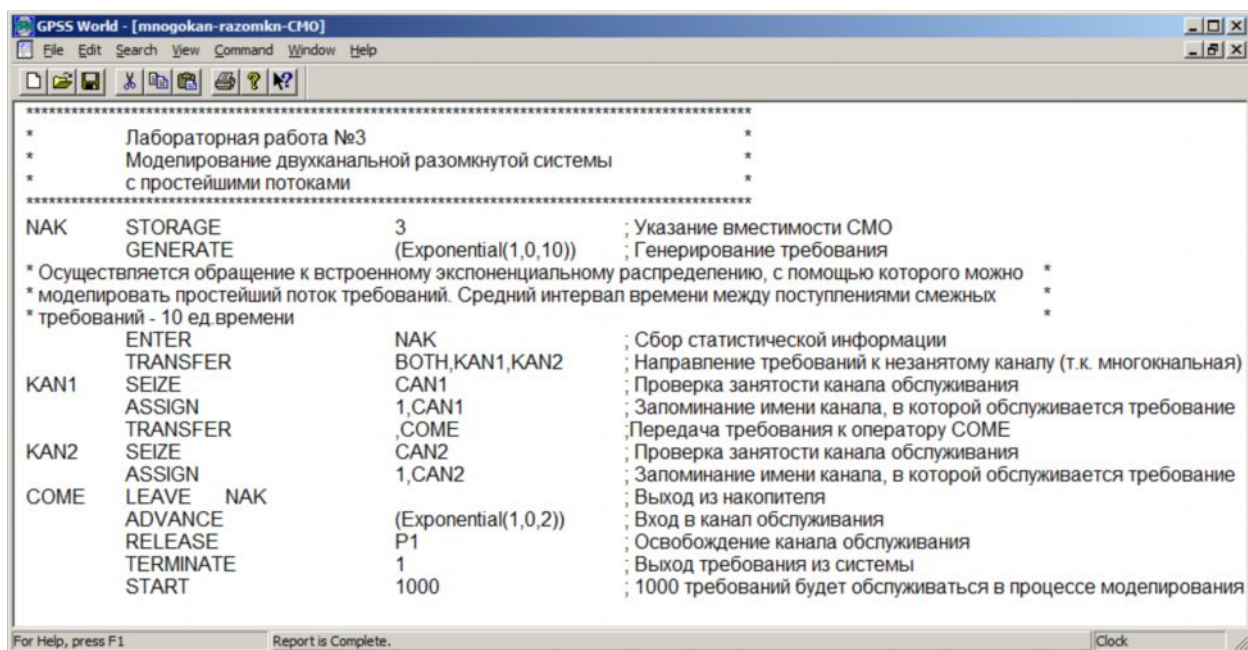


Рис. 3.1. Окно имитационной модели одноканальной разомкнутой СМО

### Подготовка системы к моделированию

Перед началом моделирования можно установить вывод тех параметров, которые необходимо получить в процессе моделирования. Для этого выполняем команду Edit→Settings, и в появившемся диалоговом окне устанавливаем нужные выходные данные, как показано на рис. 3.2. Наличие галочки в окошках говорит о том, что эта информация будет выведена в окне результатов моделирования, т.е. в нашем примере будет выведена информация для каналов обслуживания (Facilities) и накопителей (Storages).

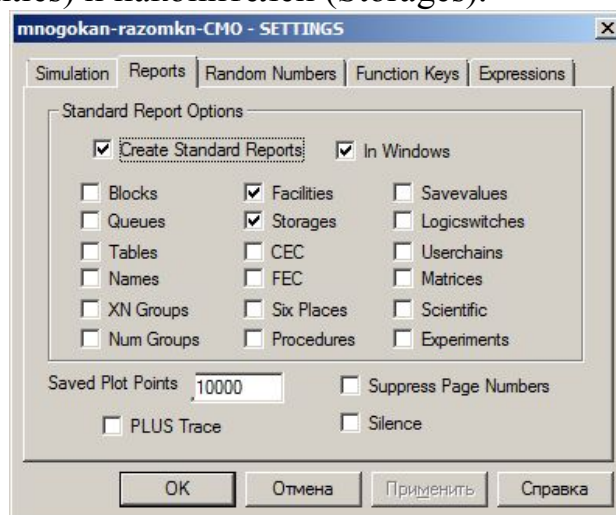


Рис. 3.2.

### Моделирование системы

После создания имитационной модели необходимо оттранслировать и запустить на выполнение выполнив команду Command→Create Simulation. После этого появится окно Journal (Журнал) и результаты работы программы в окне Report (Отчет), как показано на рис. 3.3.

Sunday, January 24, 2009 13:47:13

| START TIME | END TIME | BLOCKS | FACILITIES | STORAGES |
|------------|----------|--------|------------|----------|
| 0.000      | 9575.344 | 12     | 2          | 1        |

| FACILITY | ENTRIES | UTIL. | AVE. TIME | AVAIL. | OWNER | PEND | INTER | RETRY | DELAY |
|----------|---------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|-------|
| CAN1     | 837     | 0.187 | 2.137     | 1      | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     |
| CAN2     | 163     | 0.034 | 1.984     | 1      | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     |

| STORAGE | CAP. | REM. | MIN. | MAX. | ENTRIES | AVL. | AVE.C. | UTIL. | RETRY | DELAY |
|---------|------|------|------|------|---------|------|--------|-------|-------|-------|
| NAK     | 3    | 3    | 0    | 2    | 1000    | 1    | 0.001  | 0.000 | 0     | 0     |

Рис. 3.3. Окно Report с результатами моделирования многоканальной разомкнутой СМО с равномерными потоками

В верхней строке указывается:

- START TIME (начальное время) – 0.000;
- END TIME (время окончания) – 9575.344;
- BLOCKS (число блоков) – 12;
- FACILITIES (число каналов обслуживания) – 2;
- STORAGES (число накопителей) – 1.

Ниже указываются результаты моделирования двух каналов обслуживания соответственно под именами CAN1, CAN2:

- ENTRIES (число входов) – 837, 163;
- UTIL. (коэффициент использования) - 0.187, 0.034;
- AVE. TIME (среднее время обслуживания) – 2.137, 1.984.

Ниже указываются результаты функционирования накопителя под именем NAK:

- CAP. (местимость) – 3;
- REM. (удален) – 3;
- MIN (минимальное содержимое) – 0;
- MAX (максимальное содержание) – 2;
- ENTRIES (число входов) – 1000;
- AVL. (доступность) - 1;
- AVE.C (средняя местимость) - 0.001;
- UTIL. (коэффициент использования) - 0.000;
- RETRY (повтор) – 0;
- DELAY (отказ) – 0.

#### Задание:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. Смоделировать работу двухканальной разомкнутой системы массового обслуживания, с неограниченным временем ожидания и с простейшими потоками.

## **Лабораторная работа №4**

### **Имитационное моделирование одноканальных замкнутых систем массового обслуживания в системе GPSS World**

**Цель работы:** научиться использовать язык GPSS (General Purpose Simulation System) и систему GPSS World для имитационного моделирования одноканальных замкнутых систем массового обслуживания.

#### **4.1. Постановка задачи**

Задана одноканальная замкнутая система массового обслуживания с неограниченным временем ожидания и с простейшим потоком, которая наиболее соответствует действительности и характеризуются следующими особенностями:

- Поступление требований в систему на обслуживание происходит по одному, т.е. вероятность поступления двух и более требований в один момент времени очень мала, и ею можно пренебречь (поток требований одинарный);
- Вероятность поступления последующих требований в любой момент времени не зависит от вероятности их поступления в предыдущие моменты – поток требований без последствия;
- Поток требований стационарный.

Мы имеем одноканальную замкнутую систему, поэтому для имитационной модели рассмотрим одну из распространенных систем «Кран-машины».

#### **4.2. Основные этапы моделирования**

##### **Выявление основных особенностей**

Рассмотрим все события, происходящие в одноканальной замкнутой системе:

1. Генерирование требований, входящих в систему (GENERATE – Генерировать); Данный оператор используется только для формирования числа машин, которые обслуживает кран, поэтому поля A,B,C остаются пустыми, т.е. ставятся соответственно три запятые, затем в поле E указывается число машин, которые должен обслуживать кран.
2. Доставка требования в очередь (ADVANCE –Продвинуть);
3. Вход требования в очередь (QUEUE – Очередь);
4. Проверка занятости канала обслуживания (SEIZE – Захватить);
5. Выход требования из очереди (DEPART – Выйти);
6. Обслуживание требования (ADVANCE –Продвинуть);
7. Освобождение канала обслуживания (RELEASE– Освободить);
8. Возвращение требования в систему (TRANSFER – Передать).

##### **Построение имитационной модели**

Для создания имитационной модели выполняем следующие действия:

1. Запустить систему моделирования GPSS World;

2. Выполнить команду File→New; Появится диалоговое окно Новый документ;
3. Выбрать пункт Model, когда появится окно модели, в него ввести программу, как показано на рис. 4.1.

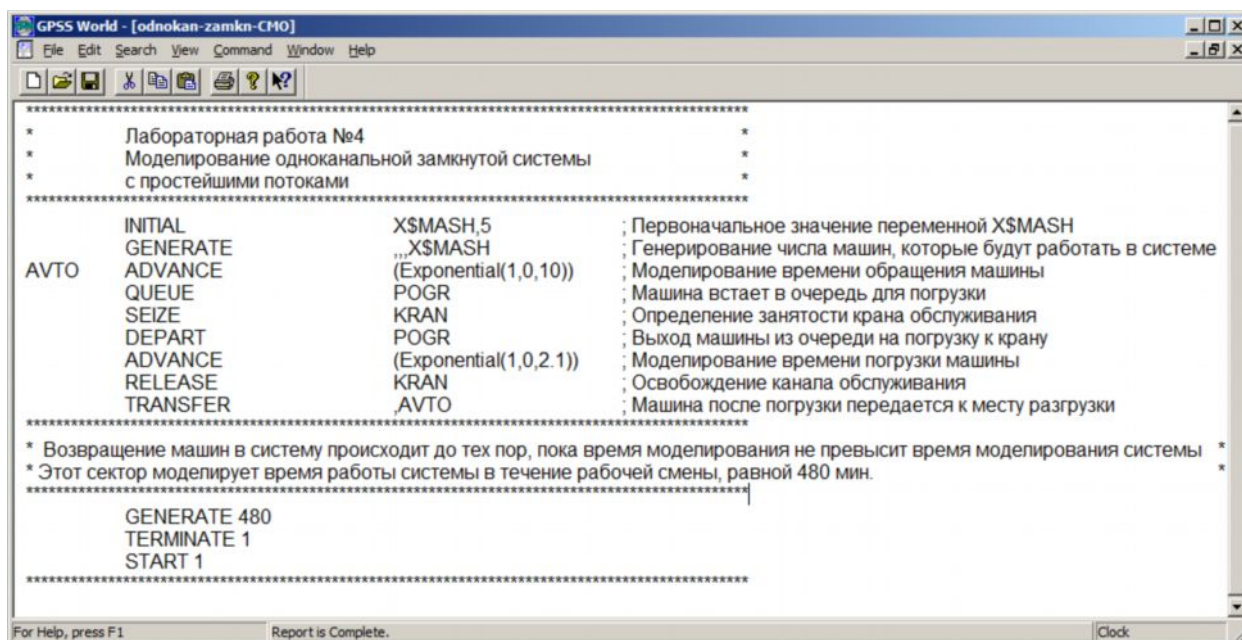


Рис. 4.1. Окно имитационной модели одноканальной замкнутой СМО

### Подготовка системы к моделированию

Перед началом моделирования можно установить вывод тех параметров, которые необходимо получить в процессе моделирования. Для этого выполняем команду Edit→Settings, и в появившемся диалоговом окне устанавливаем нужные выходные данные, как показано на рис. 4.2.

Наличие галочки в окошках говорит о том, что эта информация будет выведена в окне результатов моделирования, т.е. в нашем примере будет выведена информация для каналов обслуживания (Facilities), очереди (Queue) и сохраняемых величин (Savevalues).

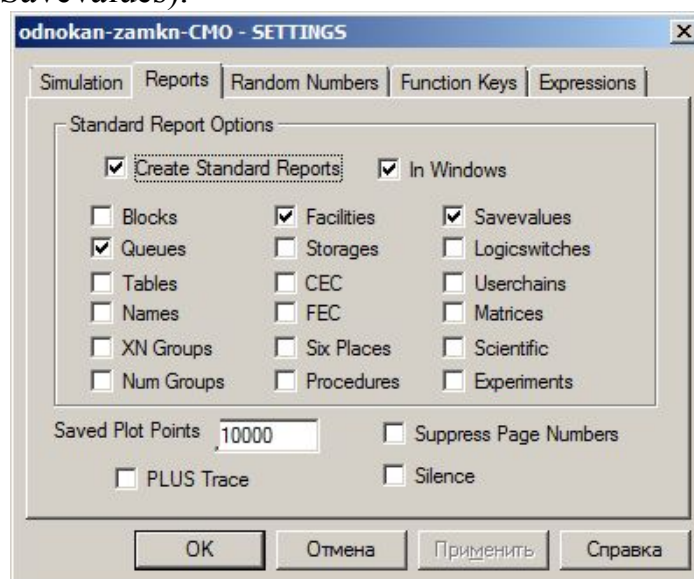
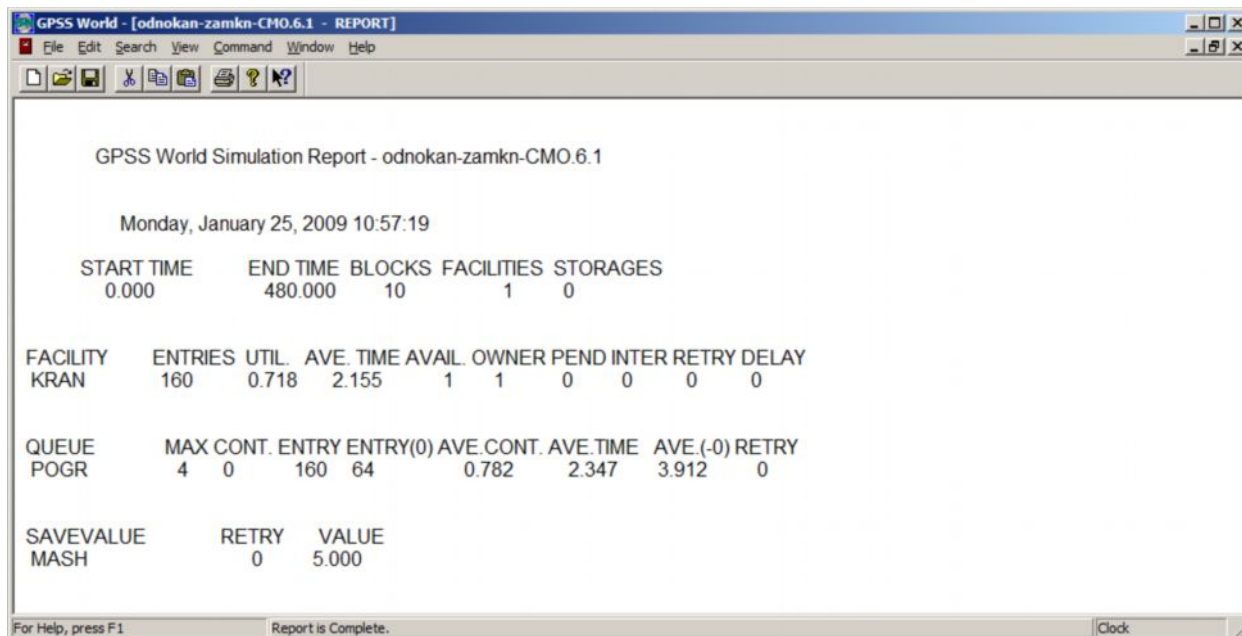


Рис. 4.2.

## Моделирование системы

После создания имитационной модели необходимо оттранслировать и запустить на выполнение выполнив команду Command→Create Simulation. После этого появится окно Journal (Журнал) и результаты работы программы в окне Report (Отчет), как показано на рис. 4.3.



GPSS World Simulation Report - odnokan-zamkn-CMO.6.1

Monday, January 25, 2009 10:57:19

| START TIME | END TIME | BLOCKS | FACILITIES | STORAGES |
|------------|----------|--------|------------|----------|
| 0.000      | 480.000  | 10     | 1          | 0        |

| FACILITY | ENTRIES | UTIL. | AVE. TIME | AVAIL. | OWNER | PEND | INTER | RETRY | DELAY |
|----------|---------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|-------|
| KRAM     | 160     | 0.718 | 2.155     | 1      | 1     | 0    | 0     | 0     | 0     |

| QUEUE | MAX CONT. | ENTRY | ENTRY(0) | AVE. CONT. | AVE. TIME | AVE.(-0) | RETRY |   |
|-------|-----------|-------|----------|------------|-----------|----------|-------|---|
| POGR  | 4         | 0     | 160      | 64         | 0.782     | 2.347    | 3.912 | 0 |

| SAVEVALUE | RETRY | VALUE |
|-----------|-------|-------|
| MASH      | 0     | 5.000 |

For Help, press F1 Report is Complete. Clock

Рис. 4.3. Окно Report с результатами моделирования

В верхней строке указывается:

- START TIME (начальное время) – 0.000;
- END TIME (время окончания) – 480.000;
- BLOCKS (число блоков) – 10;
- FACILITIES (число каналов обслуживания) – 1;
- STORAGES (число накопителей) – 0.

Ниже указываются результаты моделирования канала обслуживания под именем KRAM:

- ENTRIES (число входов) – 160;
- UTIL. (коэффициент использования) - 0.718;
- AVE. TIME (среднее время обслуживания) – 2.155;
- AVAIL. (доступность) – 1;
- OWNER – 1.

Ниже указываются результаты моделирования очереди по имени POGR:

- MAX (максимальное содержание) – 4;
- CONT. (Текущее содержание) – 0;
- ENTRY (Число входов) – 160;
- ENTRY (0) (Число нулевых входов) – 64;
- AVE.CONT (Среднее число входов) - 0.782;
- AVE.TIME (Средняя время) - 2.347;
- AVE.(-0) - 3.912;



- RETRY (повтор) – 0.

Далее указывается значение сохраняемой величины (SAVEVALUE) по имени MASH:

- RETRY – 0;
- VALUE (Значение) – 5.000.

**Задание:**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. Смоделировать работу одноканальной замкнутой системы массового обслуживания, с неограниченным временем ожидания и с простейшими потоками.

## **Лабораторная работа №5**

### **Имитационное моделирование многоканальных замкнутых систем массового обслуживания в системе GPSS World**

**Цель работы:** научиться использовать язык GPSS (General Purpose Simulation System) и систему GPSS World для имитационного моделирования многоканальных замкнутых систем массового обслуживания.

#### **5.1. Постановка задачи**

Задана многоканальная замкнутая система массового обслуживания с неограниченным временем ожидания и с простейшими потоками, которая наиболее соответствует действительности и характеризуются следующими особенностями:

- Поступление требований в систему на обслуживание происходит по одному, т.е. вероятность поступления двух и более требований в один момент времени очень мала, и ею можно пренебречь (поток требований одинарный);
- Вероятность поступления последующих требований в любой момент времени не зависит от вероятности их поступления в предыдущие моменты – поток требований без последствия;
- Поток требований стационарный.

Известно среднее время поступления требования на обслуживания, равное 10 мин, которое подчиняется экспоненциальному распределению вероятностей. В системе массового обслуживания имеется три канала обслуживания. Требуется смоделировать процесс функционирования системы и определить следующие основные её характеристики:

- Коэффициент использования каждого канала обслуживания;
- Среднее время использования каждого канала обслуживания;
- Число входов в каждый канал обслуживания;
- Среднее содержимое накопителя;
- Среднее время пребывания требования в накопителе;
- Максимальное содержимое накопителя;

- Коэффициент использования накопителя.

## Основные этапы моделирования

### Выявление основных особенностей

Рассмотрим все события, происходящие в одноканальной замкнутой системе:

1. Генерирование требований, входящих в систему (GENERATE – Генерировать);
2. Вход требования в накопитель (ENTER);
3. Передача требования в один из свободных каналов обслуживания (TRANSFER – Передать).
4. Ожидание освобождения одного из каналов обслуживания (SEIZE – Захватить);
5. Выход требования из накопителя (LEAVE– Выйти);
6. Время обслуживания требования (ADVANCE –Продвинуть);
7. Освобождение канала обслуживания (RELEASE– Освободить);
8. Возвращение требования в систему (TRANSFER – Передать).

### Построение имитационной модели

Для создания имитационной модели выполняем следующие действия:

1. Запустить систему моделирования GPSS World;
2. Выполнить команду File→New; Появится диалоговое окно Новый документ;
3. Выбрать пункт Model, когда появится окно модели, в него ввести программу, как показано на рис. 5.1.

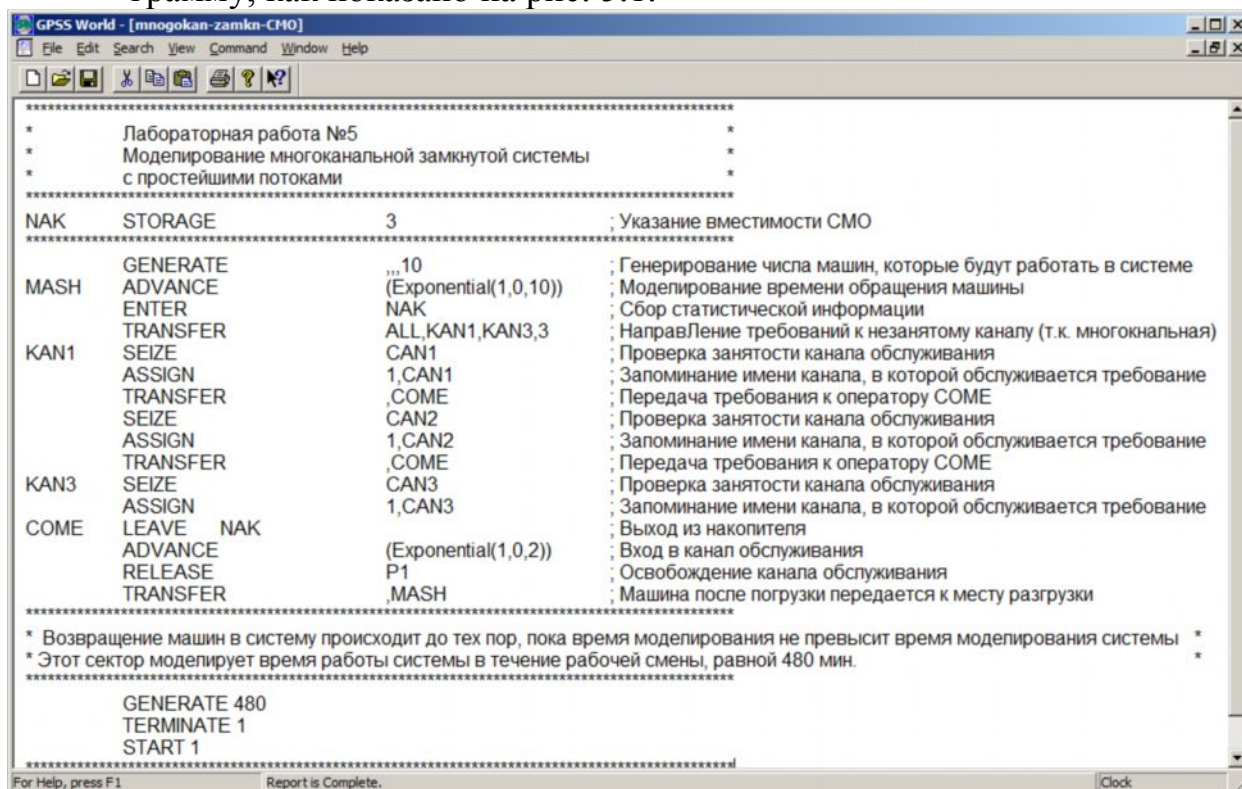


Рис. 5.1. Окно имитационной модели одноканальной замкнутой СМО

## Подготовка системы к моделированию

Перед началом моделирования можно установить вывод тех параметров, которые необходимо получить в процессе моделирования. Для этого выполняем команду Edit→Settings, и в появившемся диалоговом окне устанавливаем нужные выходные данные, как показано на рис. 5.2. Наличие галочки в окошках говорит о том, что эта информация будет выведена в окне результатов моделирования, т.е. в нашем примере будет выведена информация для каналов обслуживания (Facilities), накопителей (Storages).

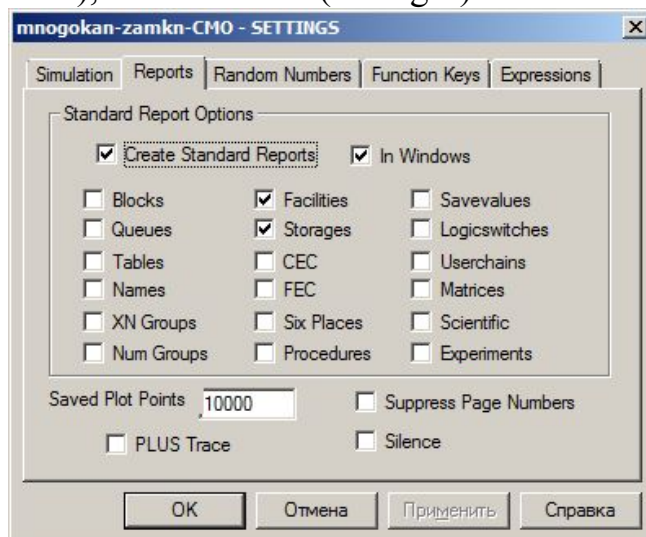


Рис. 5.2.

## Моделирование системы

После создания имитационной модели необходимо оттранслировать и запустить на выполнение выполнив команду Command→Create Simulation. После этого появится окно Journal (Журнал) и результаты работы программы в окне Report (Отчет), как показано на рис. 5.3.

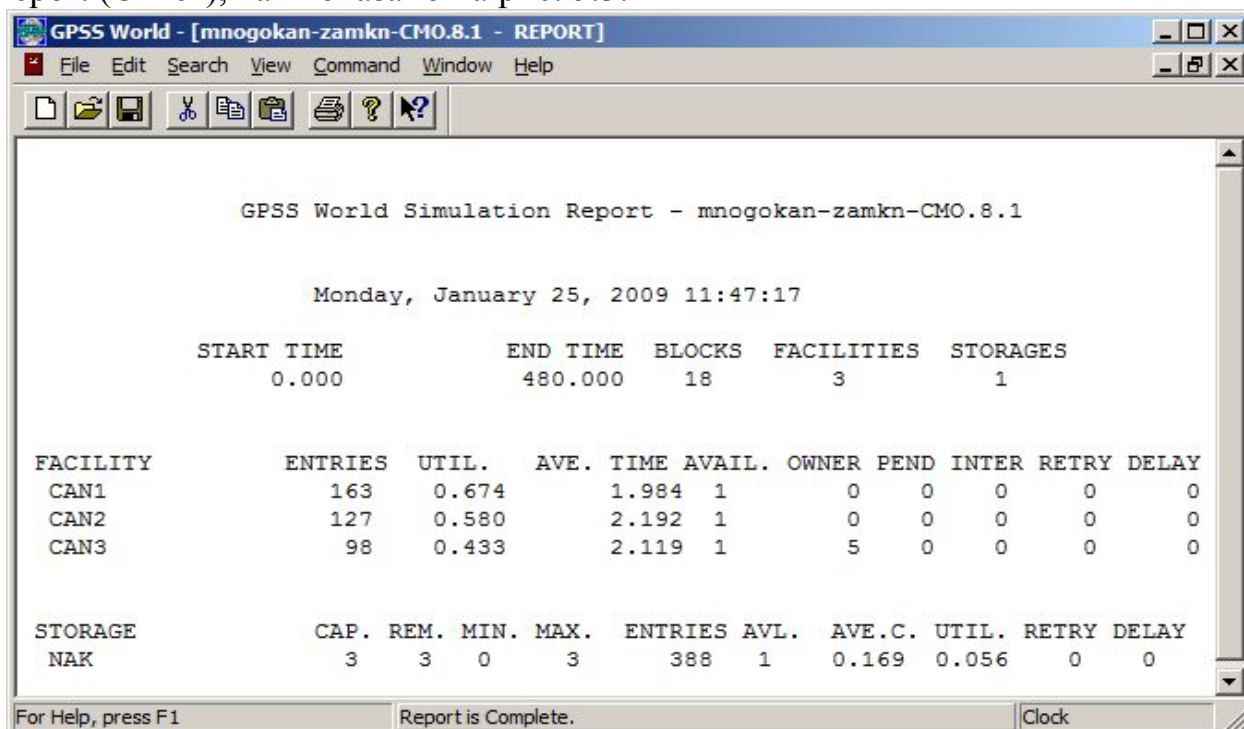


Рис. 5.3. Окно Report с результатами моделирования

В верхней строке указывается:

- START TIME (начальное время) – 0.000;
- END TIME (время окончания) – 480.000;
- BLOCKS (число блоков) – 18;
- FACILITIES (число каналов обслуживания) – 3;
- STORAGES (число накопителей) – 1.

Ниже указываются результаты моделирования для всех трех каналов обслуживания соответственно под именами CAN1, CAN2, CAN3:

- ENTRIES (число входов) – 163, 127, 98;
- UTIL. (коэффициент использования) - 0.674, 0.580, 0.433;
- AVE. TIME (среднее время обслуживания) – 1.984, 2.192, 2.119;
- AVAIL. (доступность) – 1,1,1;
- OWNER – 0, 0, 5.

Ниже указываются результаты функционирования накопителя под именем NAK:

- CAP (вместимость) – 3;
- REM. (удален) – 3;
- MIN. (минимальное содержимое) – 0;
- MAX. (максимальное содержимое) – 3;
- ENTRIES (Число входов) – 388;
- AVL. (доступность) - 1;
- AVE.C (средняя вместимость) – 0.169;
- UTIL. - 0.056.

#### **Задание:**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. Смоделировать работу многоканальной замкнутой системы массового обслуживания, с неограниченным временем ожидания и с простейшими потоками.

## **Лабораторная работа №6**

### **Имитационное моделирование работы переговорного пункта в системе GPSS World**

**Цель работы:** научиться использовать язык GPSS (General Purpose Simulation System) и систему GPSS World для имитационного моделирования работы переговорного пункта.

#### **6.1. Постановка задачи**

Необходимо промоделировать работу переговорного пункта, который имеет одно помещение для трех посетителей. Известны следующие параметры функционирования переговорного пункта. Поток посетителей (требований), приходящих на переговорный пункт, равномерный. Интервал между прибы-

тиями посетителей колеблется в пределах от 0,85 до 2,85 мин включительно, или  $1,85 \pm 1$  мин. Время оплаты каждого переговора составляет  $1,5 \pm 0,4$  мин, а время разговора посетителей по телефону –  $4,4 \pm 1,35$  мин. Время ожидания вызова абонента составляет  $3,5 \pm 1,1$  мин. Время разговора посетителей, оплаты разговора и ожидания вызова абонента подчиняется равномерному распределению вероятностей. Если все телефоны переговорного пункта заняты, то посетитель ожидает освобождения одного из них.

Требуется определить параметры функционирования переговорного пункта:

- коэффициент загрузки переговорного пункта;
- максимальное, среднее и текущее число посетителей в переговорном пункте;
- среднее время обслуживания в переговорном пункте и др.

## 6.2. Основные этапы моделирования Выявление основных особенностей

Для моделирования работы переговорного пункта необходимо сформировать входной поток посетителей (требований) и временной интервал моделирования работы переговорного пункта.

### Построение имитационной модели

Для создания имитационной модели выполняем следующие действия:

1. Запустить систему моделирования GPSS World;
2. Выполнить команду File→New; Появится диалоговое окно Новый документ;
3. Выбрать пункт Model, когда появится окно модели, в него ввести программу, как показано на рис. 6.1.

```

*****
***** Моделирование переговорного пункта *****
*****
Punkt      Storage  4                ; вместимость переговорного пункта
Transit    Table M1, .5, 1, 30      ; формирование таблицы с информацией
*****                                           ; об использовании посетителями переговорного пункта
*****
* Моделирование потока посетителей *
GENERATE 1.85, 1                    ; среднее время прибытия требований составляет 1,85 мин,
                                   ; а отклонение времени поступления посетителей от среднего 1 мин.
* Посетитель, пришедший на переговорный пункт, сначала определяет количество посетителей переговорного пункта. *
* Если их в пункте уже три, то пункт занят, и новый посетитель ожидает его освобождения. *
Povtor    GATE SNF  Punkt, Zanyt    ; GATE SNF (Storage Not Full - накопитель не полон)
ENTER     Punkt
QUEUE    Ocher_kassir              ; Если накопитель Zptle не полон, то войти в переговорный пункт
SEIZE    Kassir                    ; Войти из очереди, если освободится канал обслуживания
DEPART   Ocher_kassir              ; Выход из очереди в кассу
ADVANCE  1.5, 0.4                  ; Моделирование времени обслуживания
RELEASE  Kassir                    ; Освобождение канала обслуживания
ADVANCE  4.4, 1.35                 ; Посетитель направляется к телефонному аппарату
LEAVE    Punkt                     ; Освобождает телефонный аппарат
TABULATE Transit
TERMINATE
Zanyt     ADVANCE  3.5, 1.1
          TRANSFER ,Povtor
*****
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1
*****

```

Рис. 6.1. Окно имитационной модели работы переговорного пункта

## Подготовка системы к моделированию

Перед началом моделирования можно установить вывод тех параметров, которые необходимо получить в процессе моделирования. Для этого выполняем команду Edit→Settings, и в появившемся диалоговом окне устанавливаем нужные выходные данные, как показано на рис. 6.2. Наличие галочки в окошках говорит о том, что эта информация будет выведена в окне результатов моделирования.

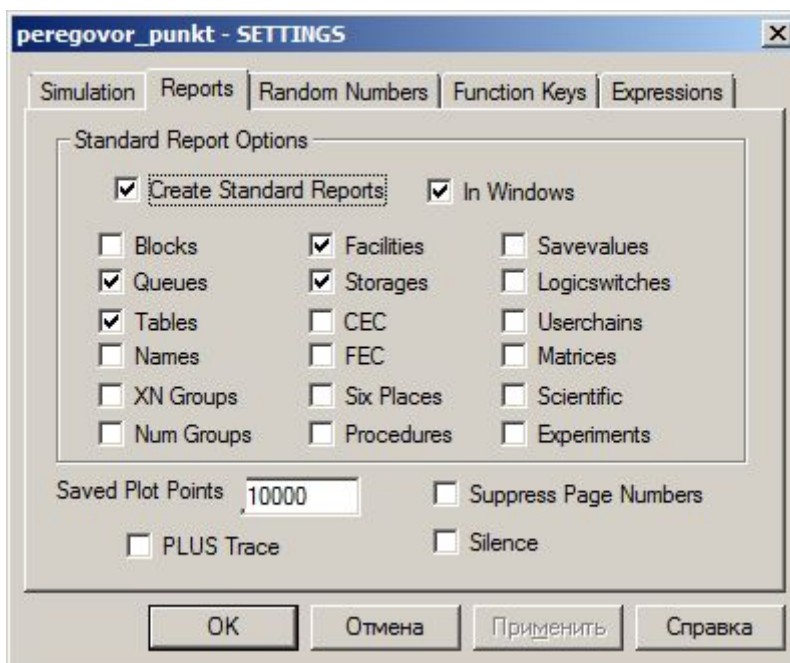


Рис. 6.2.

## Моделирование системы

После создания имитационной модели необходимо оттранслировать и запустить на выполнение выполнив команду Command→Create Simulation. После этого появится окно Journal (Журнал) и результаты работы программы в окне Report (Отчет), как показано на рис. 6.3.

В верхней строке указывается:

- START TIME (начальное время) – 0.000;
- END TIME (время окончания) – 480.000;
- BLOCKS (число блоков) – 16;
- FACILITIES (число каналов обслуживания) – 1;
- STORAGES (число накопителей) – 1.

Ниже указываются результаты моделирования канала обслуживания под именем KASSIR:

- ENTRIES (число входов) – 260;
- UTIL. (коэффициент использования) - 0.802;
- AVE. TIME (среднее время обслуживания) – 1.481;
- AVAIL. (доступность) – 1;
- OWNER – 261.

Ниже указываются результаты моделирования очереди под именем OCHER\_KASSIR:

- MAX. (максимальное содержание) – 2;

- CONT.(текущее содержание) – 0;
- ENTRY (число входов) – 260;
- ENTRY(0) (число нулевых входов) – 116;
- AVE.CONT (среднее содержимое) – 0.240;
- AVE.TIME (среднее время) – 0.442;
- AVE.(-0) – 0.799;

Ниже указываются результаты функционирования накопителя (STORAGE) под именем Punkt:

- CAP. (емкость) -4;
- REM. (удален.) – 1;
- MIN. (минимальное содержимое) – 0;
- MAX. (максимальное содержимое) – 4;
- ENTRIES (число входов) – 260;
- AVL. (доступность) -1;
- AVE.C. (средняя емкость) – 3.413;
- UTIL. (коэффициент использования) – 0.853.

| START TIME | END TIME | BLOCKS | FACILITIES | STORAGES |
|------------|----------|--------|------------|----------|
| 0.000      | 480.000  | 16     | 1          | 1        |

| FACILITY | ENTRIES | UTIL. | AVE. TIME | AVAIL. | OWNER | PEND | INTER | RETRY | DELAY |
|----------|---------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|-------|
| KASSIR   | 260     | 0.802 | 1.481     | 1      | 261   | 0    | 0     | 0     | 0     |

| QUEUE        | MAX CONT. | ENTRY | ENTRY(0) | AVE.CONT. | AVE.TIME | AVE.(-0) | RETRY |   |
|--------------|-----------|-------|----------|-----------|----------|----------|-------|---|
| OCHER_KASSIR | 2         | 0     | 260      | 116       | 0.240    | 0.442    | 0.799 | 0 |

| STORAGE | CAP. | REM. | MIN. | MAX. | ENTRIES | AVL. | AVE.C. | UTIL. | RETRY | DELAY |
|---------|------|------|------|------|---------|------|--------|-------|-------|-------|
| PUNKT   | 4    | 1    | 0    | 4    | 260     | 1    | 3.413  | 0.853 | 0     | 0     |

| TABLE   | MEAN   | STD.DEV. | RANGE  |   | RETRY  | FREQUENCY | CUM. % |
|---------|--------|----------|--------|---|--------|-----------|--------|
| TRANSIT | 10.098 | 7.012    | 3.500  | – | 4.500  | 2         | 0.78   |
|         |        |          | 4.500  | – | 5.500  | 31        | 12.84  |
|         |        |          | 5.500  | – | 6.500  | 49        | 31.91  |
|         |        |          | 6.500  | – | 7.500  | 51        | 51.75  |
|         |        |          | 7.500  | – | 8.500  | 27        | 62.26  |
|         |        |          | 8.500  | – | 9.500  | 10        | 66.15  |
|         |        |          | 9.500  | – | 10.500 | 15        | 71.98  |
|         |        |          | 10.500 | – | 11.500 | 16        | 78.21  |
|         |        |          | 11.500 | – | 12.500 | 7         | 80.93  |
|         |        |          | 12.500 | – | 13.500 | 5         | 82.88  |
|         |        |          | 13.500 | – | 14.500 | 9         | 86.38  |
|         |        |          | 14.500 | – | 15.500 | 3         | 87.55  |
|         |        |          | 15.500 | – | 16.500 | 3         | 88.72  |
|         |        |          | 16.500 | – | 17.500 | 3         | 89.88  |
|         |        |          | 17.500 | – | 18.500 | 2         | 90.66  |
|         |        |          | 18.500 | – | 19.500 | 2         | 91.44  |
|         |        |          | 19.500 | – | 20.500 | 1         | 91.83  |
|         |        |          | 20.500 | – | 21.500 | 3         | 93.00  |
|         |        |          | 21.500 | – | 22.500 | 0         | 93.00  |
|         |        |          | 22.500 | – | 23.500 | 2         | 93.77  |
|         |        |          | 23.500 | – | 24.500 | 1         | 94.16  |
|         |        |          | 24.500 | – | 25.500 | 2         | 94.94  |
|         |        |          | 25.500 | – | 26.500 | 0         | 94.94  |
|         |        |          | 26.500 | – | 27.500 | 1         | 95.33  |
|         |        |          | 27.500 | – | 28.500 | 1         | 95.72  |
|         |        |          | 28.500 | – | –      | 11        | 100.00 |

Рис. 6.3. Окно Report с результатами моделирования

Ниже указываются результаты моделирования для построения по табличным данным соответствующей гистограммы TABLE функционирования накопителя под именем TRANSIT:

- MEAN (средняя) – 10.098;
- STD.DEV. (среднее квадратическое отклонение) – 7.012;
- RANGE (область);
- RETRY – 0;
- FREQUENCY (частота);
- CUM.% (суммарный процент).

При наличии оператора TABLE собирается соответствующая информация для построения гистограммы, иллюстрирующей распределение времени прохождения требования в стадии обслуживания. Можно вывести соответствующую гистограмму (Рис. 6.4). Для этого выполняем следующие команды: Window → Simulation Window → Table Window.

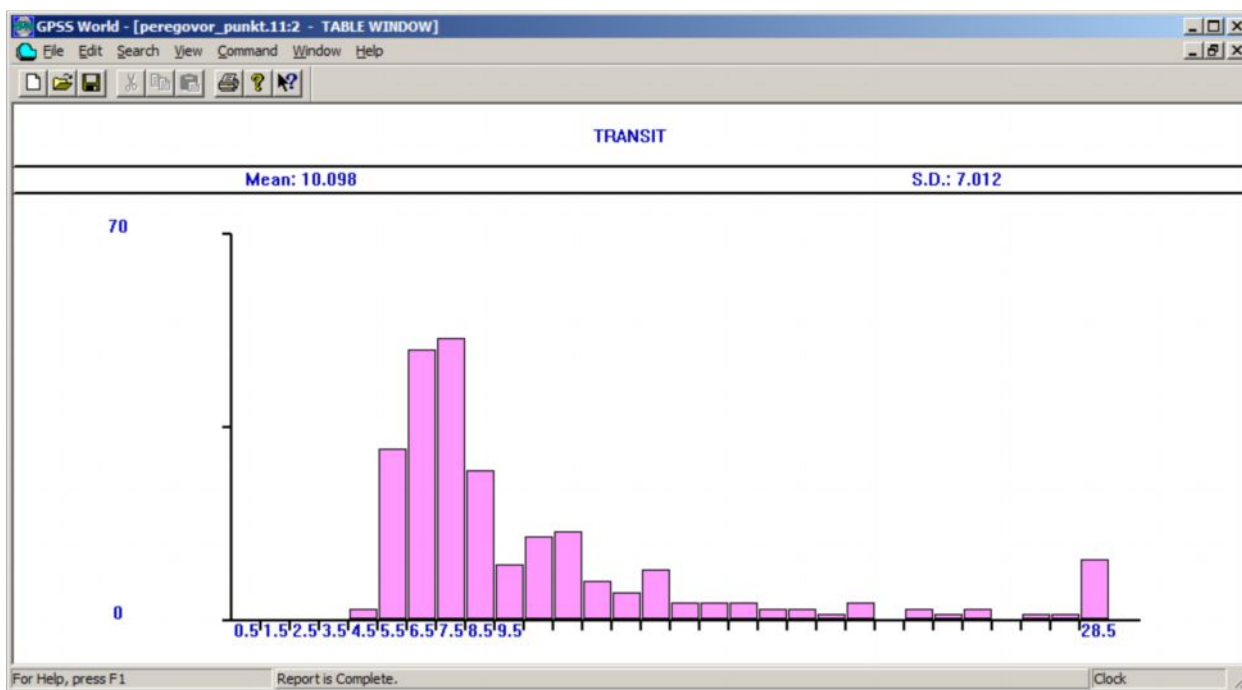


Рис. 6.4. Окно гистограммы имитационной модели переговорного пункта

**Задание:**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом;
2. Смоделировать работу переговорного пункта. Известны следующие параметры функционирования переговорного пункта:

Переговорный пункт имеет одно помещение для  $n$  посетителей.

Поток посетителей (требований), приходящих на переговорный пункт, равномерный.

- |  |                    |
|--|--------------------|
| Интервал между прибытиями посетителей –      | $x \pm 1$ мин.     |
| Время оплаты каждого переговора составляет - | $v_x \pm 0,5$ мин. |
| Время разговора посетителей по телефону –    | $v_y \pm 1,4$ мин. |



Время ожидания вызова абонента составляет  $vz \pm 1,5$  мин.

Время разговора посетителей, оплаты разговора и ожидания вызова абонента подчиняется равномерному распределению вероятностей. Если все телефоны переговорного пункта заняты, то посетитель ожидает освобождения одного из них. Требуется определить параметры функционирования переговорного пункта:

- коэффициент загрузки переговорного пункта;
- максимальное, среднее и текущее число посетителей в переговорном пункте;
- среднее время обслуживания в переговорном пункте и др.

| № вар. | Кол-во посетит, n | Интервал между прибытиями, x | Время оплаты каждого разговора, vx | Время разговора посетителя, vy | Время ожидания вызова, vz |
|--------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1      | 3                 | 1.75                         | 1.40                               | 4.80                           | 3.5                       |
| 2      | 4                 | 1.85                         | 1.80                               | 4.50                           | 3.5                       |
| 3      | 4                 | 2.00                         | 1.50                               | 3.00                           | 2.5                       |
| 4      | 5                 | 1.30                         | 1.25                               | 4.25                           | 3.5                       |
| 5      | 4                 | 1.25                         | 1.55                               | 4.55                           | 3.5                       |
| 6      | 6                 | 1.55                         | 1.45                               | 4.80                           | 3.5                       |
| 7      | 7                 | 1.50                         | 1.00                               | 3.00                           | 2.5                       |
| 8      | 4                 | 2.00                         | 2.00                               | 4.50                           | 3.5                       |
| 9      | 8                 | 1.00                         | 2.00                               | 5.00                           | 4.0                       |
| 10     | 7                 | 1.15                         | 1.25                               | 4.50                           | 3.3                       |
| 11     | 6                 | 1.85                         | 1.20                               | 4.50                           | 3.5                       |
| 12     | 5                 | 1.45                         | 1.00                               | 5.50                           | 4.5                       |
| 13     | 2                 | 2.00                         | 1.75                               | 4.05                           | 3.0                       |
| 14     | 7                 | 2.50                         | 1.65                               | 5.00                           | 4.5                       |
| 15     | 5                 | 1.95                         | 1.45                               | 4.50                           | 3.5                       |
| 16     | 4                 | 2.05                         | 1.15                               | 4.50                           | 3.0                       |
| 17     | 3                 | 1.05                         | 1.55                               | 4.40                           | 3.5                       |
| 18     | 5                 | 1.15                         | 1.15                               | 4.50                           | 3.5                       |
| 19     | 3                 | 1.25                         | 1.25                               | 3.55                           | 2.8                       |
| 20     | 4                 | 1.45                         | 1.45                               | 4.55                           | 3.5                       |

## Литература

1. Васильев В.И., Романов Л.Г., Червоный А.А. Основы теории систем: конспект лекций. – М.: МГТУ ГА, 1994
2. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – М.: Наука, 1987
3. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК, 2003.
4. Учебное пособие по GPSS World. – Казань: Мастер Лайн, 2002.

---

Теория информационных процессов и систем  
Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теория информационных процессов и систем» для студентов специальности 552802.01 «Информационные системы и технологии»  
Составитель *Сарыбаева А.А.*

Тех. редактор *Субанбердиева Н.Е.*

---

Подписано к печати 26.05.2011 г. Формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офс. Печать офс. Объем 1,75 п.л. Тираж 35 экз. Заказ 148. Цена 24 сом.  
Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ «Текник» КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43  
e-mail: [beknur@mail.ru](mailto:beknur@mail.ru)

