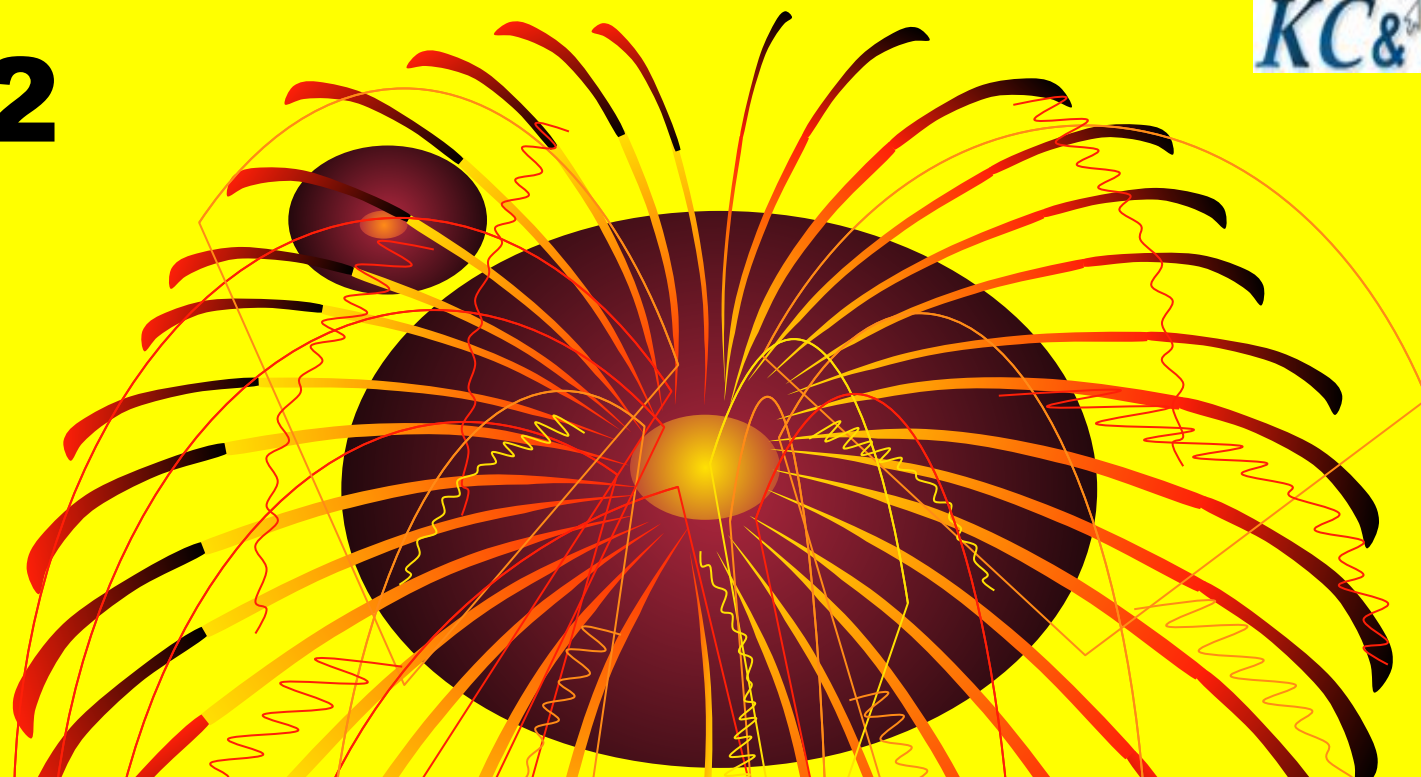


Лекция **2**

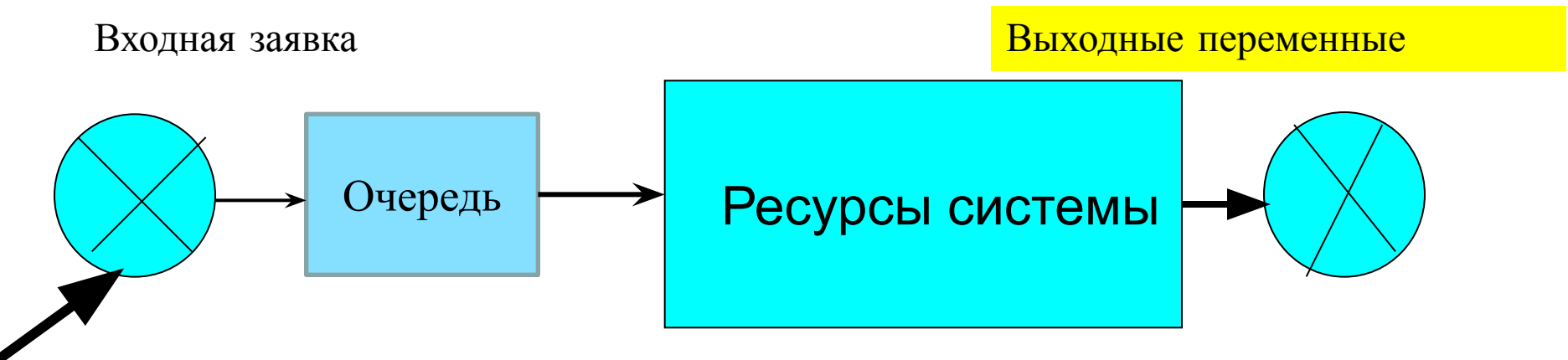


Моделирование систем

Доц. Бабалова Ирина Филипповна

2017 год

Система моделирует поведение реального объекта (СМО) продвижением транзакта в пространстве состояний ресурсов системы



Транзакты входят в систему в соответствии с законом их поступления и становятся в очередь при занятости объекта

Поведение объекта - ресурса – это взаимодействие статических объектов с динамическими объектами и отражение результатов этого взаимодействия в информационных объектах. Рассмотрим способы отображения поведения всех компонент в системе GPSS.

Параметры СМО для построения модели

1. Характеристики входного потока заявок
2. Дисциплина формирования очереди и правило выбора заявок из очереди
3. Законы обслуживания заявок
4. Параметры выходного потока заявок
5. Режим работы СМО

**Параметры ресурсов системы только временные:
Твхода, Твыхода, Тобслуживания, Точереди.**

Описание поведения системы обеспечивается временными характеристиками ресурсов.

Следовательно, только временные характеристики позволят нам оценить характеристики любой сложной системы.

Входные потоки в СМО

Любая система, в которой поток требований на обслуживание встречает ограниченные средства для обработки, это система массового обслуживания

Входной поток заявок описывает заявки, поступающие на обслуживание

Единицей измерения потока является интенсивность

Интенсивность
поступления заявок

$$\lambda = \frac{1}{t_{вх}}$$

Для случайных событий $t_{вх}$ определяется через математическое ожидание случайной величины

Теорема о максимальном потоке

Максимальный поток равен минимальной пропускной способности по всем сечениям СМО.

Сечение - это множество каналов передачи требований, удаление которых приводит к разрыву всех возможных путей потоков от начальной до конечной точек пути.

Законы обслуживания заявок

По аналогии со входными потоками есть два типа законов обслуживания: детерминированные или случайные.

$$t_{\text{обсл}} = \frac{1}{\mu}$$

, где μ называется интенсивностью обслуживания заявок

Формирование законов обслуживания обеспечивается:

1. Организацией системы обслуживания :

- **Одноканальная система**
- **Многоканальная система**
- **Многофазная система типа конвейера**

2. Законами обслуживания заявок:

- **Абсолютный приоритет заявок**
- **Относительный приоритет заявок**
- **Бесприоритетное обслуживание**

$$\lambda_{\text{ВЫХ}} = \min(\lambda, t\mu)$$

В формуле использованы обозначения:

t – количество устройств обслуживания,

μ - интенсивность обслуживания заявок в устройствах,

λ - интенсивность входного потока заявок

При анализе СМО, покидающие систему заявки, определяют работоспособность системы.

Только часть заявок может быть обработана за время работы системы.

Остальные, поступившие в систему заявки, остаются в ней.

C1	Текущее значение условного модельного времени
M1	Время жизни транзакта C1 - T _{входа}
AC1	Абсолютное модельное время
PR	Приоритет транзакта - [0 - 127]
Pj	J - ый параметр транзакта
MPj	Смещение от текущего времени
XN1	Номер транзакта
MBj	Признак синхронизации (при работе с блоком Match)
CC	Количество транзактов в списке пользователя
CM	Максимальное число транзактов в списке пользователя
CA	Среднее число транзактов в списке пользователя

Устройства (Facilities)

Все многообразие ресурсов любой СМО представляется тремя типами устройств

SEIZE	Занято	PREEMPT	Занято
RELEASE	Свободно	RETURN	Захвачено
			Свободно

LOGIC Переключатель в двух состояниях **SET** или **RESET**

Все устройства единичной емкости. Приоритет транзакта анализируется только в типе устройства **PREEMPT**.

Состояние всех типов устройств отражается в их стандартных числовых и логических атрибутах:

(Сча и Сла)

Атрибуты можно извлечь из модели только информационными блоками или параметрами транзактов

Стандартные атрибуты устройств

СЧА СЛА

Атрибут	Значение	Атрибут	Значение
Fj	True/False	Uj	True/False
FTj	Среднее время пребывания транзакта в устройстве	Nuj инверсия Место для формулы.	False/True
FRj	Загрузка устройства	Ij —Индикатор прерывания	True/False захвачено
FCj	Число вхождений транзакта в устройство	NIj Инверсия прерывания	False / True

Пример вычисления загрузки устройства:

$$FR_j = E * \left(\frac{\sum_{i=1}^{E_j} t_i}{C1} * 1000 \right)$$



Формирование очереди

Правило выбора заявок из очереди

- 1. FIFO - LIFO.** Правило выбирается на основании функционирования системы
- 2. Случайный выбор.** Вводится некоторая случайная функция или датчик случайных чисел (**Random(t)**)
- 3.** По значениям параметров типа длина заявки, приоритет заявки
- 4.** По времени пребывания в очереди или по установленной граничной длине очереди
- 5.** Очередь с ограничением мест ожидания типа буфера обмена

Очереди

Формат блока `QUEUE A, B`

A - имя очереди, **B** - количество единиц, на которое может изменяться очередь. По умолчанию **B** равно 1
Транзакт всегда входит в очередь.

Парный блоку очереди блок `DEPART A, B` фиксирует выход из очереди, когда освобождается блок, задерживающий транзакт.

Стандартные атрибуты очереди:

Qj	Текущая длина очереди
QMj	Максимальная длина очереди
QAj	Средняя длина очереди
QCj	Общее число вхождений транзактов в очередь
QZj	Количество вхождений с нулевым временем ожидания
QTj	Среднее время пребывания транзакта в очереди
QXj	Среднее время пребывания в очереди транзактов с ненулевым временем ожидания

Определение загрузки ресурсов и длины очереди

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

1. Определение загрузки устройства

Загрузка устройства не может быть > 1 .

При загрузке $\rho > 1$ всегда есть очередь.

2. Прогнозируемая длина очереди:

$$q = \frac{(\lambda_{вх} - \lambda_{вых}) * T}{2}$$

В формуле переменные:

$\lambda_{вх}$

и

$\lambda_{вых}$

определяют интенсивность входных и выходных воздействий.

Очередь можно вычислить только в том случае, когда

$$T_{вх} < T_{вых}$$

T – это время моделирования.

Изменение параметров транзакта

Блок ASSIGN A, B [,C]

Операнд A – номер параметра транзакта, имя, целое число, выражение, СчА

Операнд B – изменение параметра

Операнд C – модификатор функции. Значение операнда B умножается на значение модификатора функции и заносится в операнд A

ASSIGN 2, 40

ASSIGN 4+, Q8

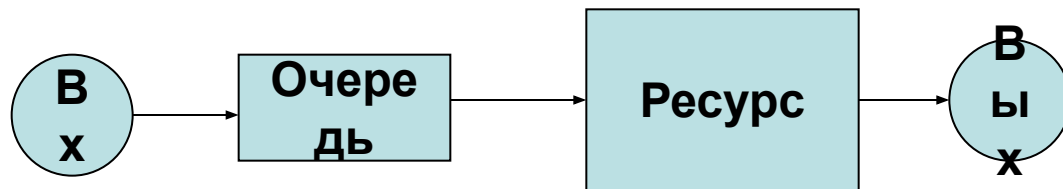
ASSIGN Prm, 10,(Exponential(2,0,40)+34.5); запись смещения

ASSIGN 5,2,Fn\$Fexp

Любому активному транзакту можно изменить значения параметров. Эти значения будут передаваться блокам модели при движении транзакта, пока транзакт не будет уничтожен.

Простейшая задача моделирования

Дана СМО с одним входом и одним ресурсом для обслуживания. Время поступления заявок на обслуживание – $T_{вх}$. Время обслуживания ресурсом $T_{обсл}$. Определить среднее время обработки заявок, среднюю длину очереди и количество обработанных заявок за время обслуживания.



Для удобства записи
времена сделаем целыми

$T_{вх} = [3, 1 \div 7]$ $T_{обсл} = [5 \div 8]$

```

GENERATE 505,195
  Savevalue 3,c1
  Savevalue 3-,x4
  Savevalue 4,c1
tabulate tab2
  Assign 5,c1
QUEUE Qevm
SEIZE EVM
DEPART Qevm
    
```

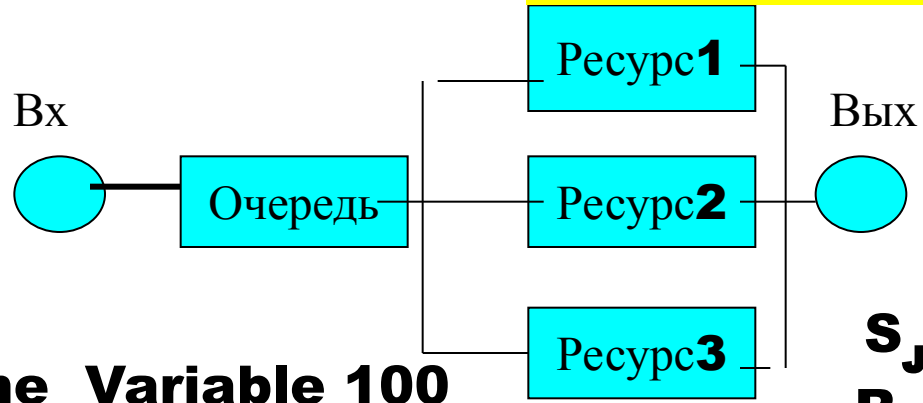
```

ADVANCE 650,150
RELEASE EVM
  Savevalue 2,c1
  Savevalue 2-,x1
  Savevalue 1,c1
  Tabulate TAB1
TERMINATE
TAB1 table x2,10,30,50
Tab2 Table x3,10,20,60
GENERATE 1000000
TERMINATE 1
    
```

Блок ENTER - LEAVE - накопитель

Связанные блоки: **STORAGE, EQU.**

<метка>**ENTER**<имя>, <количество занимаемых единиц памяти>



Параметры всех ресурсов одинаковы

Стандартные числовые атрибуты

S_j - число занятых ячеек

R_j - число свободных ячеек

SR_j - коэффициент использования

ST_j - среднее время пребывания

заявки в одной единице памяти

Time Variable 100

STOR1 STORAGE 3

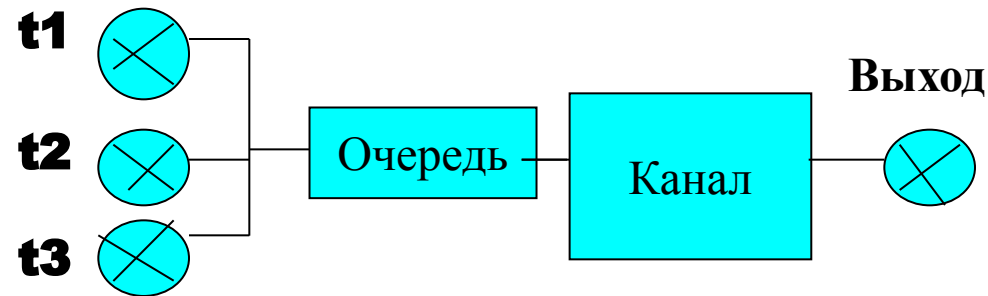
Enter STOR1
Advance V\$time
Leave STOR1

F - full
E - empty

СЛА	пусто	Частично занято	занято
SE	1	0	0
SNE	0	1	1
SF	0	0	1
SNF	1	1	0

Пример. На входе ВС три типа заявок. Каждая заявка проходит канал за разное время: **$t_1=50$, $t_2=100$, $t_3=40$.**

Интенсивность поступления заявок по экспоненциальному закону с **$\lambda=0.5$ с⁻¹**. Канал может хранить и передавать не более трех сообщений. Заявки, не попавшие на обработку, должны быть удалены.



Canal Storage 3

```

GENERATE(Exponential(3,0,20))
ASSIGN 1,50 TRANSFER
,QQchan GENERATE
(Exponential(2,0,20)) ASSIGN 1,100
TRANSFER ,QQchan
GENERATE (Exponential(1,0,20))
ASSIGN 1,40
QQchan QUEUE Qchan
GATE SNF Canal, Out
    
```

Определить загрузку канала и параметры очереди

```

ENTER Chanal
DEPART Qchan
Mark 3
ADVANCE P1
LEAVE Chanal
tabulate tab1
TERMINATE
Out SAVEVALUE xx+,1
TERMINATE
tab1 Table MP3,20,20,5
GENERATE 100000
TERMINATE 1
    
```


Анализ результатов моделирования:

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.
ChANAL	3	0	0	3	4225	1	2.655	0.885

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME
QChAN	10496	10496	14721	4225	5219.353	35455.156

SAVEVALUE VALUE
XX 10496.000

Аналитическое определение параметров модели

Расчет длины очереди

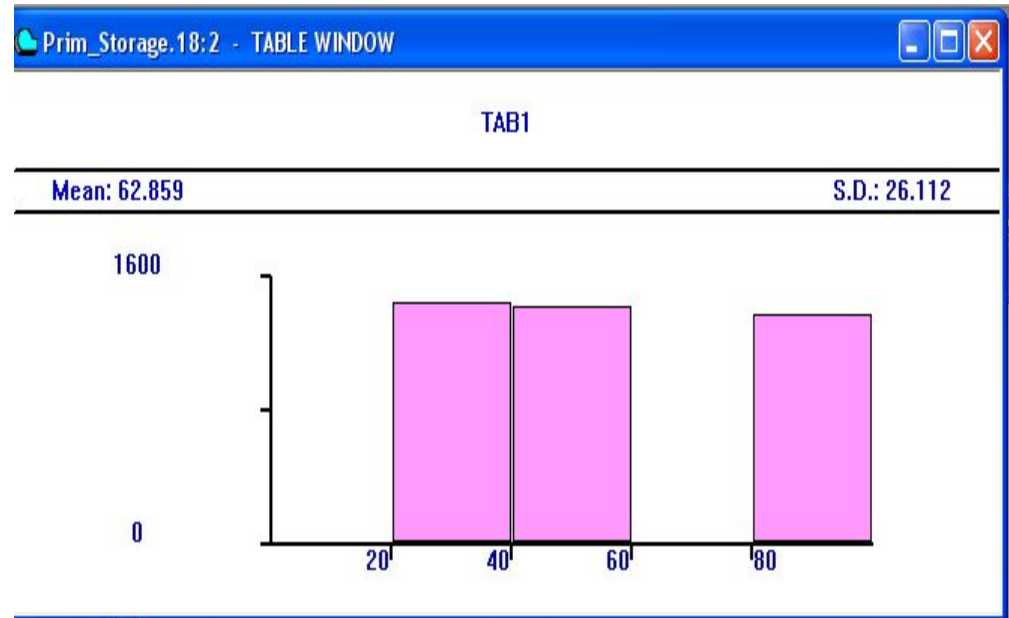
теоретически определён только для одноканальных устройств. Приведём характеристики к одноканальному варианту системы и найдём приблизительные загрузку и длину очереди:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad L_{2017} = \frac{(\lambda - \mu)}{2} * T_{\text{МОД}}$$

Расчет длины очереди

возможен только для одноканальных устройств.

$$L = ((40+50+100) / 3 - 20/3) / 2 * 10^5 = 4222$$



Лабораторная работа №2

Исследование характеристик заданной схемы

Условие задачи.

Базовая схема для моделирования состоит из терминала пользователя, одного канала передачи данных к ЭВМ и ЭВМ. Заявки на выполнение заданий поступают в интервале $[a, b]$ с указанным в варианте законом распределения. Время передачи заявок находится в диапазоне $[e, f]$. Время обработки заданий в интервале $[c, d]$. Закон времён обработки сообщений задан в варианте задания. Время обслуживания в канале постоянно и равно t при движении ответа к терминалу.

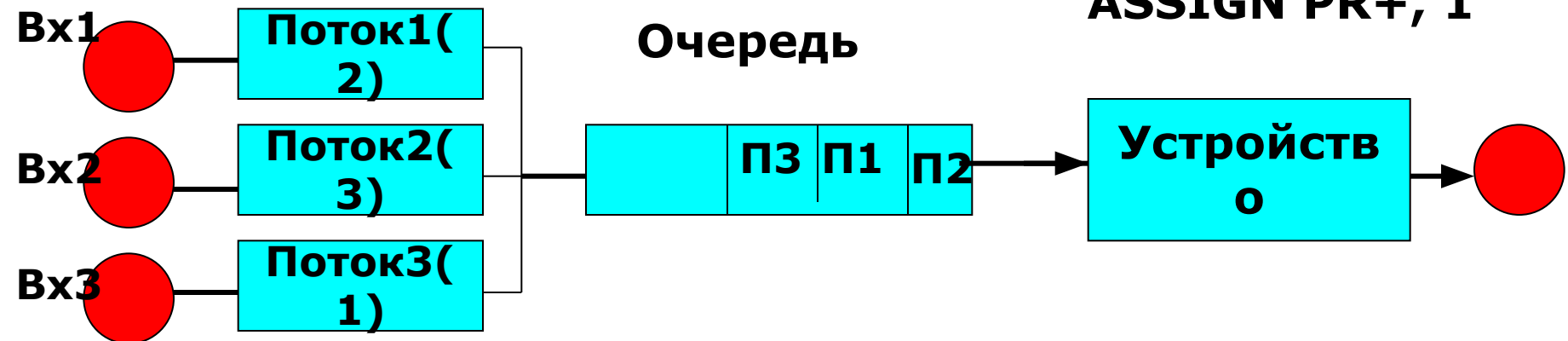
- Написать программу модели на языке GPSS World. Теоретически рассчитать длины очередей к каналу и ЭВМ, загрузку канала и оценку времен ожидания канала и ЭВМ.
- Набрать программу в системе моделирования GPSS World. Запустить модель. Проверить в окнах работоспособность модели. Получить листинг результатов моделирования.
- Сравнить полученные результаты с расчетными значениями.
- Обеспечить оптимальную загрузку всех устройств базовой схемы ($\rho < 1$).
- Выбрать такие параметры устройств, чтобы длины очередей не превышали диапазона значений 5 -10 единиц. Проверить моделированием полученные значения.

Анализ приоритетов транзактов

В блоке **GENERATE** операнд **E** назначает приоритет планируемому транзакту. Блок **PRIORITY** назначает приоритет активному транзакту.

PRIORITY 2

ASSIGN PR+, 1



Приоритет в очереди. Для блока **SEIZE** приоритет транзакта учитывается только при формировании очереди в соответствии со значением приоритета транзакта в блоке **GENERATE** или назначением приоритета в блоке **PRIORITY**. Приоритет у активного транзакта хранится в параметре **PR**. Учтите, что формирование очереди всегда учитывает время прихода транзакта.

Прерывания для одноканальных устройств

Прерывание работы устройства транзактом с большим приоритетом может быть выполнено только в блоке PREEMPT (выгрузить, приобрести преимущество).

PREEMPT A [,B] [,C][,D][,E]

RETURN A

A - имя захватываемого устройства

B - приоритет {PR}

C - имя блока, к которому должен быть направлен прерванный транзакт

D – Номер параметра транзакта, в который будет записано время дообслуживания прерванного транзакта

E – Режим удаления прерванного транзакта

Многоуровневые прерывания

PREEMPT A [,B] [,C][,D][,E]

Формат блока для организации многоуровневых прерываний

Операнды C, D, E блока PREEMPT реализуют режимы:

1. Режим без дообслуживания PREEMPT CPU, PR, MET,, RE

Транзакт с меньшим приоритетом отстраняется от дальнейшего обслуживания. Он может вернуться на обслуживание, но время его задержки в блоке ADVANCE будет полным, без учета предыдущей задержки.

2. Режим прерывания с дообслуживанием PREEMPT CPU, PR, MET,1

Время дообслуживания транзакта с меньшим приоритетом сохраняется в параметре транзакта P1. При освобождении ресурса транзакт входит в него со временем P1.

Проверка возможности входа в блок PREEMPT выполняется блоком GATE

Пример. Процессор решает большую фоновую задачу. Короткий запрос снимает фоновую задачу и возвращает процессор после ее завершения. Определить число прерываний фоновой задачи и среднее время ее решения.

GENERATE 200,50 ; Сегмент 1

QUEUEQQEVM

SeizeEVM

DEPART QQEVM

SAVEVALUE ddd+,1

MARK 8

ADVANCE 180,60

Release EVM

TABULATE TAB8

TERMINATE

Tab10 Table MP10,10,10,10

TAB8 Table MP8,200,50,10

Сегмент 3 GENERATE 100000

TERMINATE 1

GENERATE 100,20,,,1; Сегмент 2

Preempt EVM,PR

SAVEVALUE xxx+,1

Mark 10

Advance 20,6

Return EVM

TABULATE Tab10

Terminate

Программа модели
сформирована из трёх
сегментов.

Оценка производительности ЭВМ

I. Считаем, что быстродействие устройств $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$.

Загрузка устройств - $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_i$. Производительность i -го устройства

$$R_i = \rho_i * \omega_i \text{ (произведение загрузки на быстродействие)}.$$

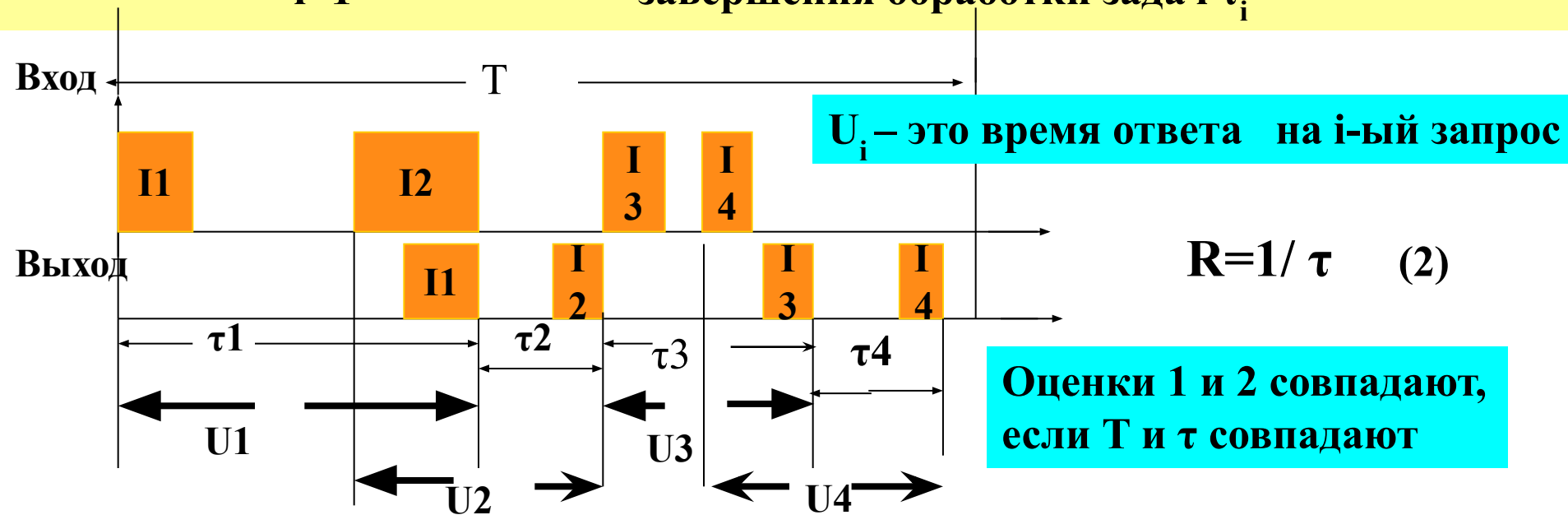
R_i учитывает сбои в работе устройств, простои и профилактику. Для работающих систем оценка производительности определяется как число решаемых задач ко времени их решения:

$$R = n / T \text{ (1) , где } n \text{ – количество решаемых задач за время } T \text{ работы.}$$

II. Введем обозначение для среднего времени работы ресурса:

$$\tau = 1/n * \sum_{i=1}^n \tau_i$$

На временной диаграмме рассмотрим времена завершения обработки задач τ_i



Определение оптимального времени поступления заявок в заданной конфигурации ВС.

Условие задачи.

Базовая схема для моделирования состоит из N терминалов пользователя, одного канала передачи данных к серверу и сервера. Заявки на выполнение заданий поступают в интервале $[a, b]$ с указанным в варианте законом распределения.

На терминале заявки формируются за время $[k, v]$.

Заявки со всех терминалов поступают в канал передачи данных единичной ёмкости, но обрабатывающий приоритет заявок.

Если канал занят очередь к каналу превышает L единиц, то заявки возвращаются на соответствующий терминал и пытаются снова пройти канал.

Время передачи заявок по каналу находится в диапазоне $[e, f]$.

Время обработки заданий на сервере определено в интервале $[c, d]$. Ёмкость сервера $2 * N$. Закон времён обработки сообщений задан в варианте задания.

После обработки заявки на сервере должно быть отправлено сообщение на соответствующий терминал. Приоритет ответа должен быть самым высоким из всех заявок. Определить длины очередей к каналу и серверу, среднее время обработки заявок, количество попыток повторной передачи заявок, количество необработанных заявок.

Условие

Формализация заданной структуры
через блоки системы моделирования

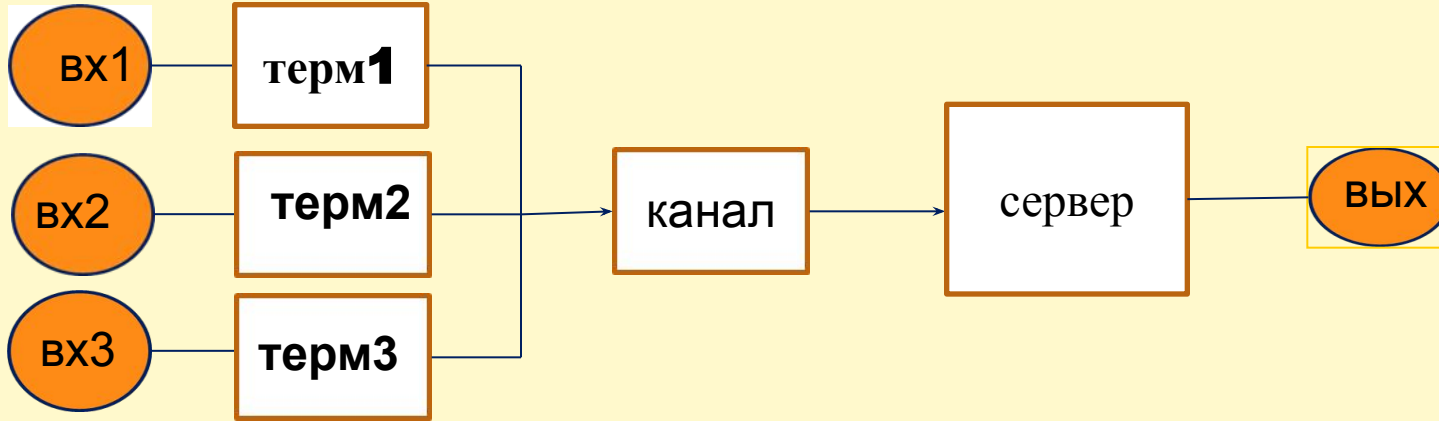
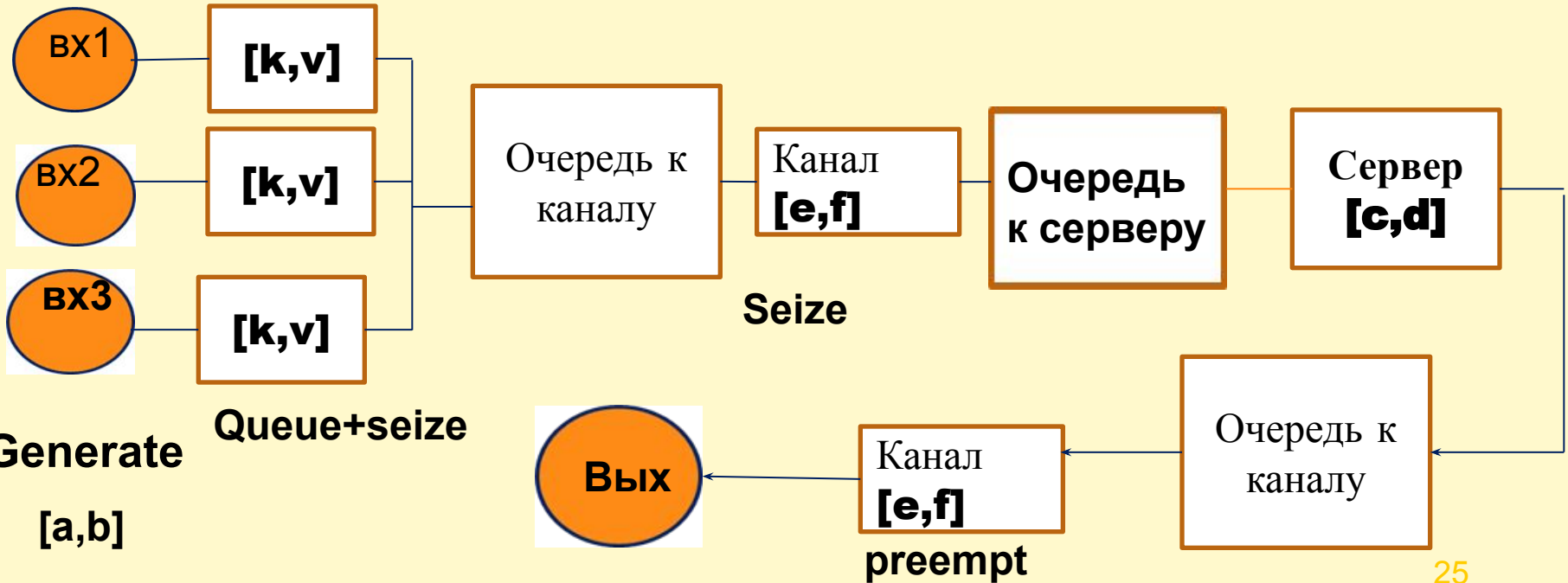


Схема модели



Generate
[a,b]

Queue+seize

Seize

preempt

Вопросы к экзамену по курсу «Моделирование цифровых устройств»

1. Определение и качества модели.

Классификация моделей. [Л1 видеокурса]

2. Имитационное моделирование.

Описание сложной системы (СС). Реализация состояний в модели. [Л1 видеокурса]

3. Сложность цифровых устройств как объекта моделирования. Описание функционирования реального объекта для построения имитационной модели.

[Л2 видеокурса]

4. Состав системы Gpss World. Классификация Абстрактных объектов системы. Понятие транзакта. Атрибуты транзакта. [Л3 видеокурса]

5. Механизм управления количеством запусков модели. Визуализация процесса моделирования. [Л4 видеокурса]

КС&Т

6. Простейший поток и его свойства.

Вычисление функций распределения через равномерно распределенные случайные числа.

[Л5 видеокурса]

7. Аналитический расчёт параметров модели.

Классификация устройств в системе

моделирования. Атрибуты устройств и их

использование в модели. [Л6, Л7 видеокурса]

- 8. Понятие очереди в модели. Атрибуты. Правила работы с очередью. [Л7 видеокурса]**
- 9. Моделирование непрерывных и дискретных функций . Примеры для разных типов функций. [Л6 видеокурса]**
- 10. Управление движением транзактов в модели. Схемы переходов активных транзактов. [Л8 видеокурса]**
- 11. Управление движением транзактов по условиям и состоянию устройств. [Л9 видеокурса]**

12. Логические устройства. Назначение и использование в модели. [Л9 видеокурса]

13. Организация многократного повторения работы модели. [Л10 видеокурса]

14. Блоки памяти. Атрибуты и свойства. Анализ работы блока памяти. [Л10 видеокурса]

15. Организация приоритетной обработки транзактов. Варианты прерываний.

[Л11 видеокурса] **Успехов!**