

# **ИМИТАЦИОННО МОДЕЛИРАНЕ В УЧИЛИЩЕ. ВЪЗМОЖНО ЛИ Е?**

**Светлана Василева-Бояджиева**

**Национален семинар по математическо образование  
2021**

# Проблемът?



Една от най-важните задачи на съвременната образователна система е формирането на универсални учебни действия, които осигуряват на обучаващите се не само умение да учат, но и способност за саморазвитие и самоусъвършенстване...



Словесната форма на представяне на информацията в процеса на обучение не е оптимална и не е универсална...



*„Технология имитационного моделирования в начальной школе»*

Как да се използва GPSS World не само от изследователи, но и за образователни цели?

Средата на GPSS World предоставя много възможности, с които да се реализират модели за целите на обучението...



„Имитационното моделиране е метод, позволяващ да се конструират модели, описващи процеси така, както те биха се развили в действителност.

Моделът е опростен аналог на реален обект или явление, представляващ законите на поведение на съставлящите го части и техните връзки.

Такъв модел може да се „проиграе“ във времето както за един опит, така и за множество опити.

ИМ е метод за изследване, при който изучаемата система се заменя с модел, с достатъчна точност описващ реалната система, над която се провеждат експерименти с цел получаване на информация за тази система.“

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ**, Герасимова Дарья

Альманах современной науки и образования, № 4 (71) 2013

## Computer Simulation

Product Information



*Tell a lie and find a troth. As if there were no way of discovery but by simulation. -- Francis Bacon (1601)*

Bacon's words speak to us even today. They attest to the value of synthesis in the optimization of complex systems. How else are we to ask "What if?" when no adequate mathematical description is available? Today, computer simulation provides an answer. When it comes to predictive power, no other methodology comes close.

True, computer simulation is not the same as the real thing. It's only an electronic fantasy created to demonstrate how some complicated system will behave. But it's also the most powerful prediction tool we have.



World, is based on the seminal language of computer simulation, GPSS, which stands for General Purpose Simulation System. This was developed by Geoffrey Gordon at IBM around 1960, and has contributed important concepts to every commercial discrete event Computer Simulation. GPSS World is a direct descendent of GPSS/PC, an early implementation of GPSS for personal computers. Since its introduction in 1984, it has gained thousands of users and millions of dollars. GPSS World is the worthy descendent of these early simulation environments.



# Решения (II)

Генериране на множество потоци транзакции с различно разпределение на интервалите и различна дължина

Задаване на стойности на параметрите на транзакциите

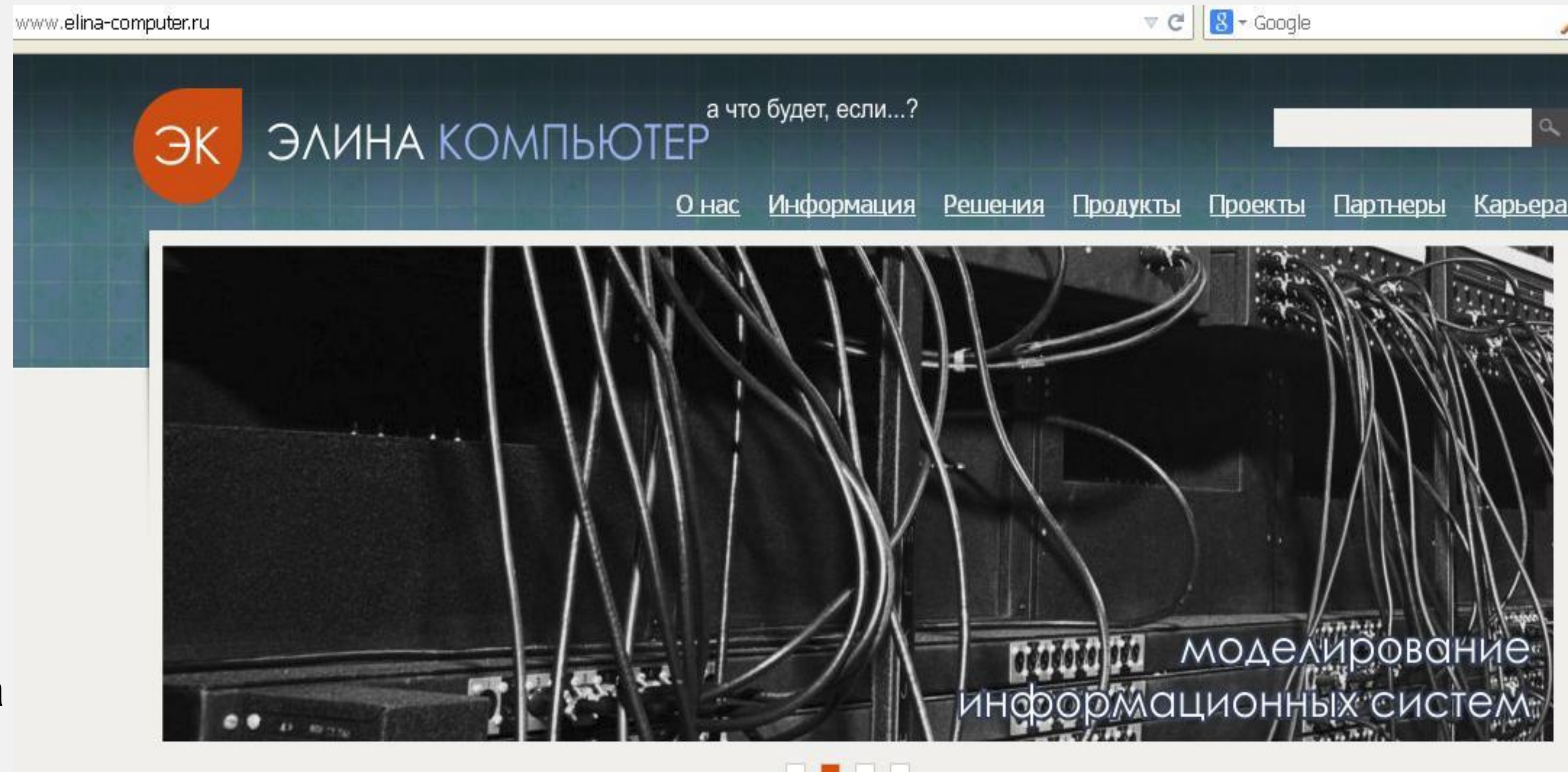
Лесно се моделира изчакване пред устройствата за обслужване

Лесно се моделира разцепване и обединяване на транзакции

Лесно се спира придвижването на транзакциите в модела чрез потребителски вериги

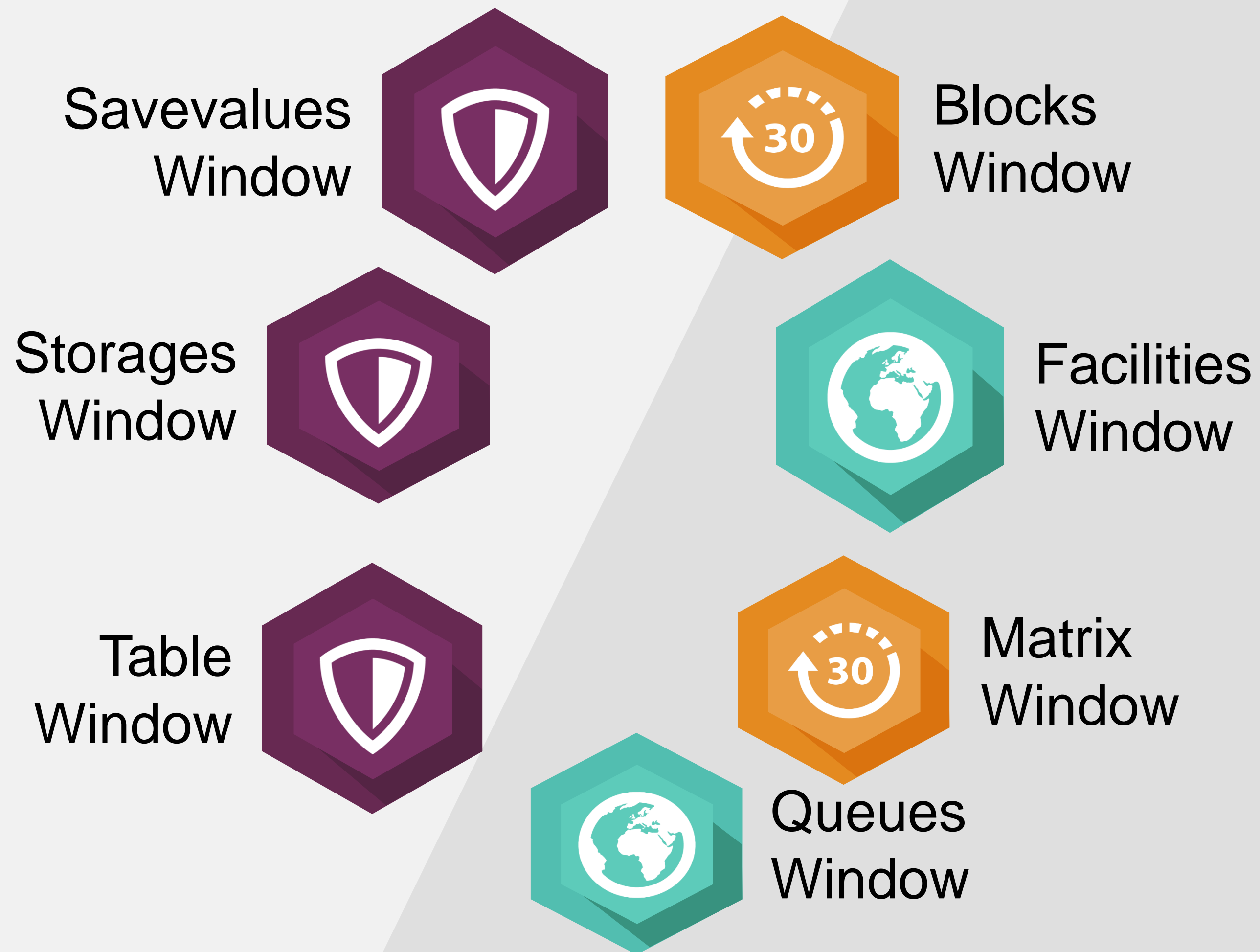
Събиране на статистика и построяване на диаграми

Разширен редактор, Универсален редактор на формите



# Предимства

## Прозорци на GPSS World за демонстрация





# Визуализиране работата на сложни системи

## Имитационен модел на Centralized 2PL с вграден механизъм на хронометраж “wound – wait”:

Всяка транзакция  $T$  се разцепва на две подтранзакции  $subT$ ;  
Всяка  $subT$  може да се разцепи на две  $subT$ ;  
Всяка  $subT$  се обработва от съответния сайт-изпълнител;  
След изпълнението всички  $subT$  се връщат в сайта-генератор и се обединяват в  $T$ .

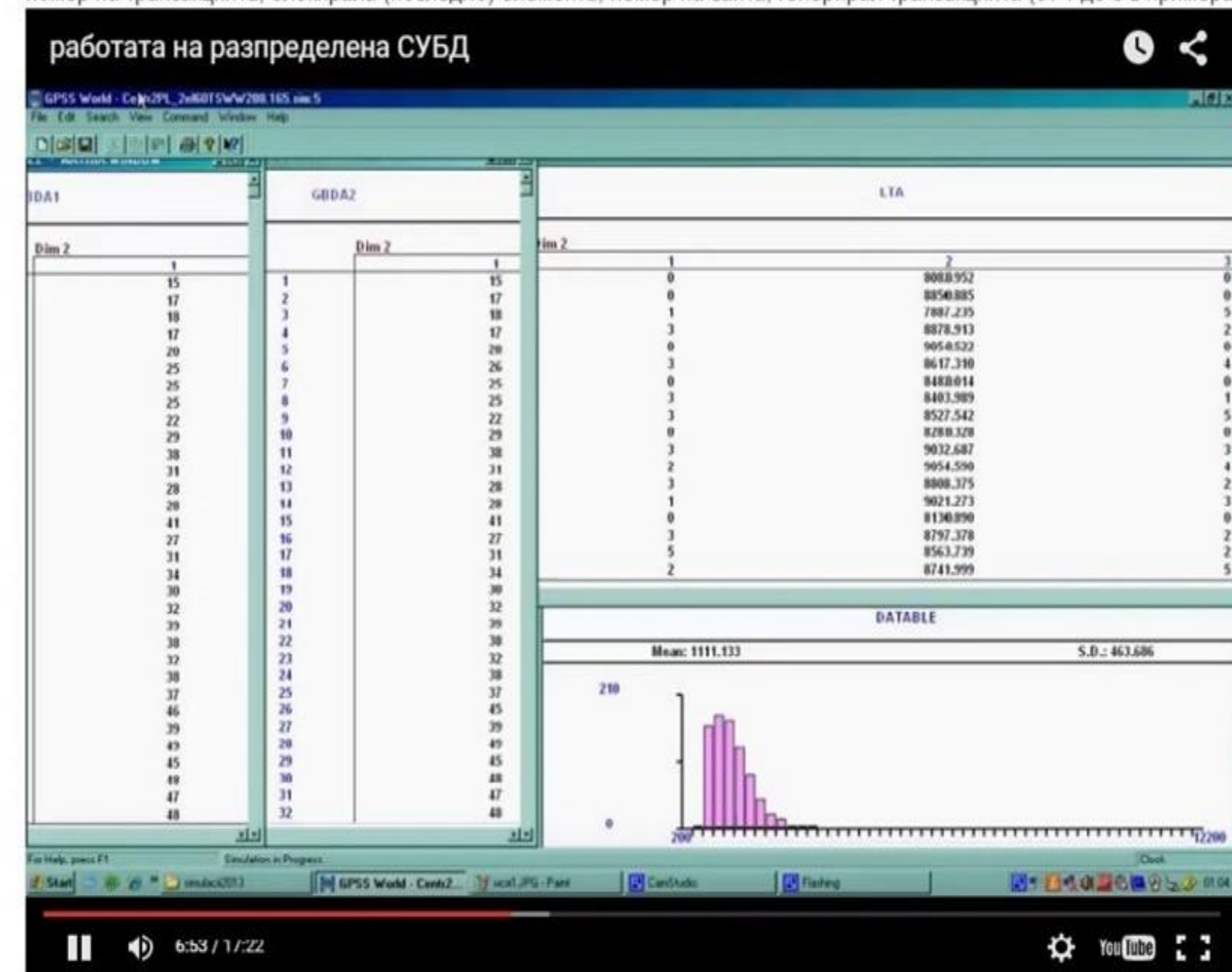
- 2 частици
- Значки
- Главна
- 1. Бази от данни и файлови системи
- Лекция 2. Функции на СУБД. Типова организация на С...
- Лекция 3. Ранни подходи за организация на БД. Сист...
- Лекция 4. Общи понятия на релационния подход към о...
- Лекция 5. Базисни средства за манипулиране с релаци...
- Тема 6
- Тема 7
- Тема 8
- Тема 9
- Тема 10
- Лекция 11. Методи за сериализация на транзакциите
  - 11.1. Синхронизационни захвати
    - 11.1.1. Гранулирани синхронизационни захвати
    - 11.1.2. Предикатни синхронизационни блокировки
    - 11.1.3. Взаимоблокировки, разпознаване и разрушаване
  - 11.2. Метод на времевите маркери
- Тема 12
- Лекция 13. Езикът SQL. Функции и основни възможности
- Лекция 14. Стандартен език за бази от данни SQL
- Лекция 15. Език SQL. Средства за манипулиране на д...
- Тема 16
- Тема 17
- Тема 18
- Тема 19
- Тема 20

Курсове

Преди изпълнението на операция над обекта  $g$  транзакцията  $T_i$  изпълнява следните действия:

- Проверява, не е ли завършила транзакцията  $T_j$ , маркирала този обект. Ако  $T_j$  е завършила,  $T_i$  маркира обекта  $g$  и изпълнява своята операция.
- Ако транзакцията  $T_j$  не е завършила, то  $T_i$  проверява конфликтността на операциите. Ако операциите са неконфликтни, при обекта  $g$  остава малката стойност, и транзакцията  $T_i$  изпълнява своята операция.
- Ако операциите на  $T_i$  и  $T_j$  конфликтват, то ако  $t(T) > t(T_j)$  (т.е. транзакцията  $T$  е "по-млада", от  $T_j$ ), то  $T$  се рестартира и  $T_j$  продължава работата.
- Ако  $t(T) < t(T_j)$  ( $T$  е "по-стара" от  $T_j$ ), то  $T_j$  получава нов времеви маркер и започва отново.

На филма Centr2PLww.avi е показана работата на разпределена СУБД, в която диспечерът на блокировките използва алгоритъма за централизиран механизъм на хронометраж стратегия „wound-wait“. Вляво двата вертикални прозореца показват синхронното изменение на стойностите на двете копия от 1 до 40 (втората колона числа; първата и третата колона са стойностите на първото и съответно второто копие на елементите от данни. В горния на първите три колони от таблицата на блокировките за първите 20 елемента от данни: тип на блокировката, с която е блокиран елемента (1 – за че номер на транзакцията, блокирала (последно) елемента; номер на сайта, генерирал транзакцията (от 1 до 6 в примера).





# Демонстрация на изпълнение на транзакции (I)

Savevalue window -> Прозорец на променливите

Storages window -> Прозорец на многоканалните устройства

Facilities window -> Прозорец на едноканалните обслужващи устройства

Прозорец на матрицата GBDA1

Прозорец на матрицата GBDA2

Centr2PL\_2el60TSWw288.162.sim:6 - SAVEVALUE ENTITIES

Location	Value	Retry Chain
BROITR1	135.000	0
BROITR2	331.000	0
BROITR	466.000	0
ZAVTR1	112.000	0
ZAVTR2	233.000	0
ZAVTR	345.000	0
RESTRT	85.000	0

Centr2PL\_2el60TSWw288.162.sim:7 - STORAGE ENTITIES

Storage	Utilization	Delay Chain	Capacity	Storage In Use	Min In Us
OPA1	0.064	0	2	0	
OPA2	0.062	0	2	0	
OPA3	0.060	0	2	0	
OPA4	0.057	0	2	0	
OPA5	0.058	0	2	0	
OPA6	0.065	0	2	0	
SEGM01	0.001	0	200	2	
SEGM02	0.000	0	200	0	

Facilities window

Facility	Utilization	Delay Chain	Acquisitions	Available	Ave. Time
10073	0.000	0	86	+	0.000
10074	0.000	0	62	+	0.000
10077	0.000	0	62	+	0.000
10078	0.000	0	81	+	0.000
10079	0.000	0	81	+	0.000
LM01	0.347	0	542	+	2.975
10083	0.000	0	86	+	0.000
10084	0.000	0	86	+	0.000
LM02	0.184	0	287	+	2.973

Matrix window GBDA1

Dim 1	Dim 2	
1		7
2		10
3		10
4		9
5		13
6		14
7		19
8		17
9		18
10		18
11		20
12		19
13		19
14		20
15		26
16		19
17		24
18		24
19		24
20		25
21		29
22		30
23		29
24		27
25		28
26		36
27		34
28		38
29		33
30		39
31		38
32		43

Matrix window GBDA2

Dim 1	Dim 2	
1		7
2		10
3		10
4		9
5		13
6		14
7		18
8		16
9		18
10		18
11		20
12		19
13		19
14		20
15		26
16		19
17		24
18		24
19		24
20		25
21		29
22		30
23		29
24		27
25		28
26		36
27		34
28		38
29		33
30		39
31		38
32		43



# Демонстрация на изпълнение на транзакции(II)

Savevalue window -> Прозорец на променливите

Table window -> Прозорец на таблицата DATABLE

Прозорец на матрицата GBDA1  
Прозорец на матрицата GBDA2

The screenshot displays four windows from a simulation software interface:

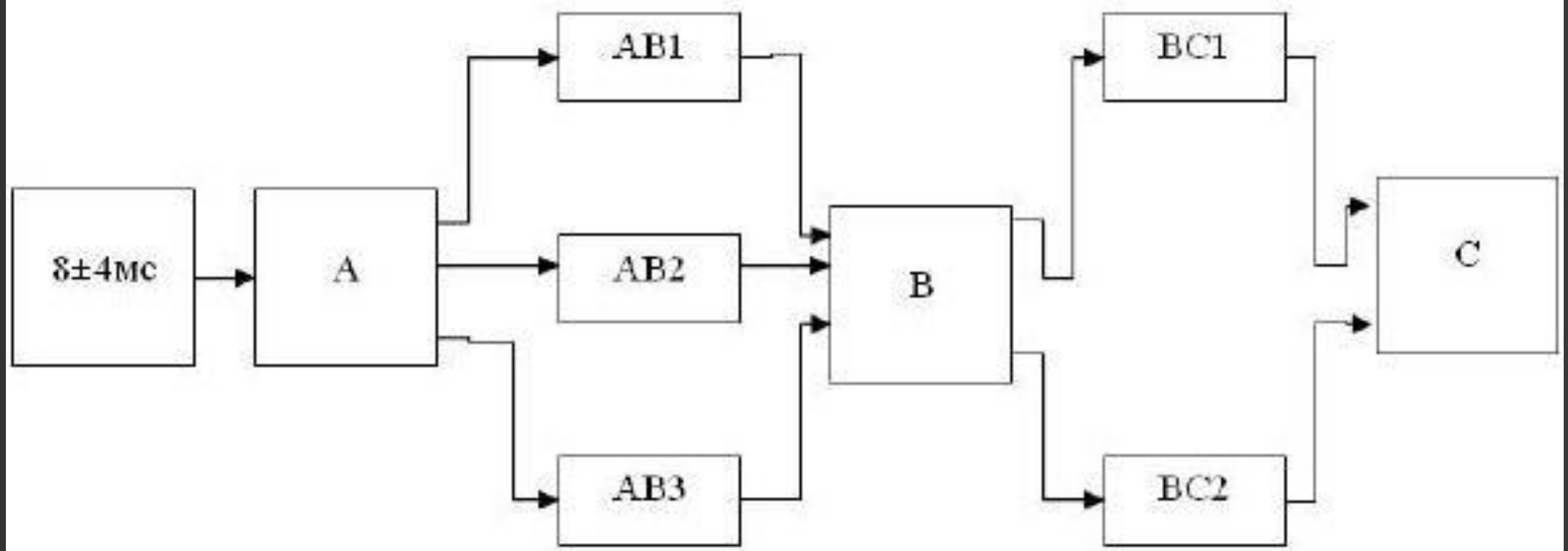
- SAVEVALUE ENTITIES**: A table listing variables and their values.

savevalue	Value	Retry Chain
BROITR1	235.000	0
BROITR2	513.000	0
BROITR	748.000	0
ZAVTR1	204.000	0
ZAVTR2	435.000	0
ZAVTR	639.000	0
RESTRT	136.000	0
- MATRIX WINDOW GBDA1**: A matrix window with columns Dim 1 and Dim 2, and rows numbered 1 to 32.
- MATRIX WINDOW GBDA2**: A matrix window with columns Dim 1 and Dim 2, and rows numbered 1 to 32.
- TABLE WINDOW DATABLE**: A histogram showing the distribution of data for the DATABLE variable. The x-axis ranges from 100 to 9900, and the y-axis shows frequency. The mean is 1095.420 and the standard deviation is 454.513.



# Демонстрация на система за предаване на данни

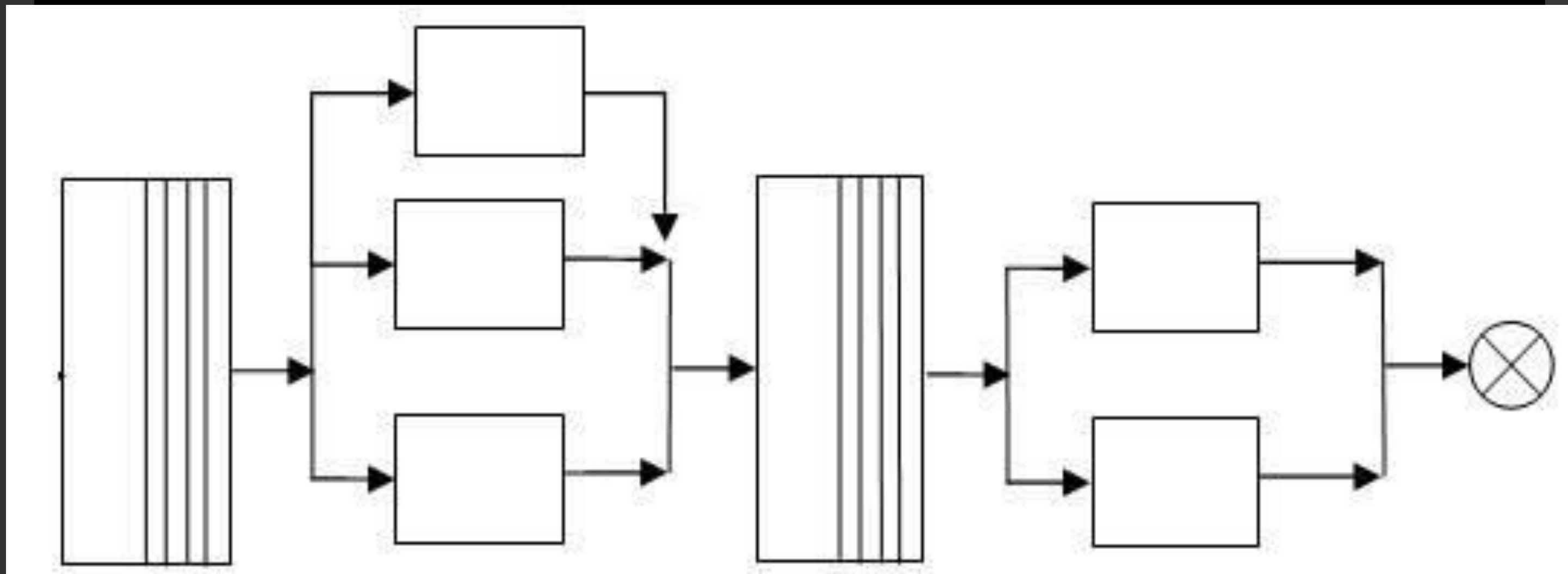
Представена чрез система за масово обслужване



2 *points* моделирани с **queues**:

5 *lines* моделирани с **facilities**

*Предаваните данни* се моделират с **GPSS transactons**





# Blocks

## Отчет от симулацията на система за предаване на данни

След моделирането:

$ENTRY_{Blocks}$  – брой входове транзакции в блока

$ENTRIES_{Facilities}$  – брой транзакции T, обслужени от устройството

$MAX_{Queues}$  – Максимален брой транзакции в опашката

$VALUE_{Savevalues}$  – стойност на променливата в края на симулацията.

LABEL	LOC	BLOCK	TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
1		GENERATE		1219	0	0		0
2		TEST		1219	0	0		0
3		QUEUE		734	0	0		0
4		TRANSFER		734	25	0		0
METAB1	5	SEIZE		425	0	0		0
6		DEPART		425	0	0		0
7		ADVANCE		425	1	0		0
8		RELEASE		424	0	0		0
9		TRANSFER		424	0	0		0
METAB2	10	SEIZE		284	0	0		0
11		DEPART		284	0	0		0
12		ADVANCE		284	1	0		0
13		RELEASE		283	0	0		0
14		TRANSFER		283	0	0		0
METAB3	15	SEIZE		0	0	0		0
16		DEPART		0	0	0		0
17		ADVANCE		0	0	0		0
18		RELEASE		0	0	0		0
19		TRANSFER		0	0	0		0
MET2	20	TEST		707	0	0		0
21		QUEUE		707	0	0		0
22		TEST		707	0	0		0
23		TRANSFER		11	0	0		0
MET5	24	TRANSFER		696	0	0		0
METBC1	25	SEIZE		515	0	0		0
26		DEPART		515	0	0		0
27		ADVANCE		515	0	0		0
28		SAVEVALUE		515	0	0		0
29		RELEASE		515	0	0		0
30		TERMINATE		515	0	0		0
METBC2	31	SEIZE		192	0	0		0
32		DEPART		192	0	0		0
33		ADVANCE	192	0	0			0
34		SAVEVALUE	192	0	0			0
35		RELEASE	192	0	0			0
36		TERMINATE	192	0	0			0

Passing through the pattern of transactions 1000

**Facilities**

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PENI
AB1	425	0.999	22.739	1	1174	0
AB2	284	0.998	33.992	1	1173	0
BC1	515	0.430	8.070	1		0
BC2	192	0.163	8.208	1		0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE. CONT.	AVE. TIME
1	25	25	734	2	24.005	316.398
2	1	0	707	703	0.001	0.020
SAVEVALUE	RETRY	VALUE				
COUNTSTANDARTMODE	0	515.000				
COUNTREZERVMODE	0	0				
COUNTFULLBUFFERA	0	485.000				
COUNTFULLBUFFERB	0	0				
COUNTSREZERVMODE	0	192.000				
VEROYATNOSTREZERVA	0	0				

**Queues**

**← Savevalues**



# Симуляция на система за предаване на данни

В прозореца на  
Разширения  
редактор

Файл Редактирование Масштаб Моделирование Помощь



Модели ТЭБы

Поиск в библиотеке

- Библиотека моделей
  - Архив
  - Текущие проекты

Библиотека  
с модели:  
директен  
доступ

Стандартный отчёт GPSS World.

- Общая информация
- Имена
- Блоки
- Устройства
- Очереди
- Сохраняемые величины
- Будущие события

Директен  
доступ до  
всеки раздел на  
отчета от  
симуляцията

Метка	Позиция блока	Тип блока	Кол-во тран. вошедших в блок	Кол-во тран. в блоке в конце моделирования	Кол-во тран., ожидающих выполнения спец.
	1	GENERATE	1219	0	0
	2	TEST	1219	0	0
	3	QUEUE	734	0	0
	4	TRANSFER	734	25	0
METAB1	5	SEIZE	425	0	0
	6	DEPART	425	0	0
	7	ADVANCE	425	1	0
	8	RELEASE	424	0	0
	9	TRANSFER	424	0	0
METAB2	10	SEIZE	284	0	0
	11	DEPART	284	0	0
	12	ADVANCE	284	1	0
	13	RELEASE	283	0	0
	14	TRANSFER	283	0	0
METAB3	15	SEIZE	0	0	0
	16	DEPART	0	0	0
	17	ADVANCE	0	0	0
	18	RELEASE	0	0	0
	19	TRANSFER	0	0	0



# Симуляционни отчети

## Обща информация ->

**START TIME** - Абсолютният системен часовник в **началото** на периода на измерване

**END TIME** – Крайно време

**BLOCKS** – Брой блокове

**FACILITIES** - Брой едноканални устройства

**STORAGES** – Брой многоканални устройства

GPSS World Simulation Report - Centr2PL\_2e160PRraz.171.1

Thursday, October 22, 2009 01:25:18

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	3600.000	323	14	8

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	68	0	0
POTOK1	2	ASSIGN	68	0	0
	3	ASSIGN	68	0	0
	4	TRANSFER	68	0	0
	5	GENERATE	63	0	0
POTOK2	6	ASSIGN	63	0	0
	7	ASSIGN	63	0	0
	8	TRANSFER	63	0	0
	9	GENERATE	50	0	0
POTOK3	10	ASSIGN	50	0	0
	11	ASSIGN	50	0	0
	12	TRANSFER	50	0	0
	13	GENERATE	66	0	0
POTOK4	14	ASSIGN	66	0	0
	15	ASSIGN	66	0	0
	16	TRANSFER	66	0	0
	17	GENERATE	68	0	0
POTOK5	18	ASSIGN	68	0	0
	19	ASSIGN	68	0	0
	20	TRANSFER	68	0	0
	21	GENERATE	54	0	0
POTOK6	22	ASSIGN	54	0	0
	23	ASSIGN	54	0	0
BEGI	24	GATE	369	0	0
	25	SEIZE	369	0	0
	26	FUNAVAIL	369	0	0
	27	ASSIGN	369	0	0
	28	ASSIGN	369	0	0



# Симуляционни отчети

## Блокове ->

**LABEL** - Буквено-цифрово име на блока, ако е зададено

**LOC** – Номер на блока в модела (Местоположение)

**BLOCK TYPE** – Име на GPSS блока

**ENTRY COUNT** – Брой транзакции, влезли в блока

**CURRENT COUNT** - Брой транзакции в блока в края на симулацията

**RETRY** - Брой транзакции, изчакващи определено условие в зависимост от състоянието на блока

GPSS World Simulation Report - Centr2PL\_2e160PRraz.171.1

Thursday, October 22, 2009 01:25:18

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	3600.000	323	14	8

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	68	0	0
POTOK1	2	ASSIGN	68	0	0
	3	ASSIGN	68	0	0
	4	TRANSFER	68	0	0
	5	GENERATE	63	0	0
POTOK2	6	ASSIGN	63	0	0
	7	ASSIGN	63	0	0
	8	TRANSFER	63	0	0
	9	GENERATE	50	0	0
POTOK3	10	ASSIGN	50	0	0
	11	ASSIGN	50	0	0
	12	TRANSFER	50	0	0
	13	GENERATE	66	0	0
POTOK4	14	ASSIGN	66	0	0
	15	ASSIGN	66	0	0
	16	TRANSFER	66	0	0
	17	GENERATE	68	0	0
POTOK5	18	ASSIGN	68	0	0
	19	ASSIGN	68	0	0
	20	TRANSFER	68	0	0
	21	GENERATE	54	0	0
POTOK6	22	ASSIGN	54	0	0
	23	ASSIGN	54	0	0
BEGI	24	GATE	369	0	0
	25	SEIZE	369	0	0
	26	FUNAVAIL	369	0	0
	27	ASSIGN	369	0	0
	28	ASSIGN	369	0	0



# FACILITIES

Име / номер на обслужващото устройство	Брой входи	Средно време на пребиваване на Т в устройство	Брой прекъснати в устройството транзакции	Брой Т, очакващи специални условия				
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
10058	63	0.000	0.000	1	0	0	0	0
10062	66	0.000	0.000	1	0	0	0	0
10065	68	0.000	0.000	1	0	0	0	0
10066	59	0.000	0.000	1	0	0	0	0
10068	66	0.000	0.000	1	0	0	0	0
10069	63	0.000	0.000	1	0	0	0	0
10070	68	0.000	0.000	1	0	0	0	0
10071	65	0.000	0.000	1	0	0	0	0
10074	54	0.000	0.000	1	0	0	0	0
10075	53	0.000	0.000	1	0	0	0	0
LM01	338	0.283	3.018	1	0	0	0	0
10079	50	0.000	0.000	1	0	0	0	0
LM02	238	0.199	3.009	1	0	0	0	0
10082	49	0.000	0.000	1	0	0	0	0

Коефициент на използване

Състояние на готовност

Номер на последната Т, заела устройството

Брой прекъснати в устройството транзакции

Брой Т, чакащи да заемат устройството



# QUEUES

Номер или име на опашката	Максимална дължина на опашката	Общ брой входи	Средна дължина на опашката	Средно време на пребиваване в опашката, без отчитане нулевите входи				
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
10044	1	0	159	159	0.000	0.000	0.000	0
10045	1	0	161	160	0.000	0.005	0.808	0
10046	1	0	163	161	0.001	0.025	2.006	0
10047	2	0	149	146	0.001	0.028	1.386	0
10048	1	0	152	151	0.001	0.013	2.017	0
10049	1	0	167	166	0.000	0.005	0.886	0
TOTALTIM	71	61	369	13	54.598	532.666	552.118	0
10066	1	0	59	59	0.000	0.000	0.000	0
10068	1	0	66	66	0.000	0.000	0.000	0
10069	1	0	63	63	0.000	0.000	0.000	0
10071	1	0	65	65	0.000	0.000	0.000	0
10075	1	0	53	53	0.000	0.000	0.000	0
QLM01	2	0	338	249	0.043	0.458	1.741	0
QLM02	1	0	238	230	0.003	0.053	1.562	0
10082	1	0	49	49	0.000	0.000	0.000	0
QSEGM02	1	0	201	201	0.000	0.000	0.000	0
QSEGM01	1	0	265	265	0.000	0.000	0.000	0

Текуща дължина на опашката

Брой записи в опашката с 0 време на пребиваване

Средно време на пребиваване на T в опашката

Брой T, очакващи специални условия

# STORAGES

Име/Номер на многоканалното устройство	Капацитет на МКУ	Минимален брой използвани единици памет	Брой входове в МКУ	Средна стойност на заетия капацитет	Среден коефициент на използване	Брой Т, очакващи възможност за влизане
STORAGE	CAP.	REM.	MIN. MAX.	ENTRIES AVL.	AVE.C.	UTIL. RETRY DELAY
OPA1	2	2	0 2	159 1	0.132	0.066 0 0
OPA2	2	1	0 2	161 1	0.136	0.068 0 0
OPA3	2	2	0 2	163 1	0.136	0.068 0 0
OPA4	2	2	0 2	149 1	0.126	0.063 0 0
OPA5	2	2	0 2	152 1	0.129	0.064 0 0
OPA6	2	2	0 2	167 1	0.140	0.070 0 0
SEGM01	200	200	0 1	265 1	0.000	0.000 0 0
SEGM02	200	200	0 1	201 1	0.000	0.000 0 0

Брой транзакции, очакващи специални условия, зависещи от състоянието на МКУ

Брой свободна памет

Максимален брой използвани единици памет при симулацията

Състояние на готовност на МКУ в края на симулацията (1 – дост. 0 - недост.)



# TABLES

## Дефиниране на таблица

```

DEMO2 STORAGE 200
DaTable TABLE M1,100,100,100
TablGen TABLE X$BROITR,100,100,100
TablZav TABLE X$ZAVTR,100,100,100
TablOthv TABLE X$OTHVR,100,100,100
RespTime QTABLE TOTALTIM,50,50,100
*****
001 GENERATE 60, FN$XPDIS
002 Potok1 ASSIGN 2,1
003 ASSIGN 1, (MP2+FN$NomSait)
004 TRANSFER , BEGI
  
```

## Отчет от симулацията:

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY FREQUENCY	CUM. %
DATA	568.604	193.755		0	
			100.000	14	4.55
			200.000	0	4.55
			300.000	0	4.55
			400.000	0	4.55
			500.000	55	22.40
			600.000	170	77.60
			700.000	24	85.39
			800.000	14	89.94
			900.000	11	93.51
			1000.000	7	95.78
			1100.000	10	99.03
			1200.000	2	99.68
			1300.000	0	99.68
			1400.000	0	99.68
			1500.000	0	99.68
			1600.000	1	100.00
TABLGEN	185.000	106.665		0	
			100.000	100	27.10
			200.000	100	54.20

Име или номер на таблицата

Средна стойност

Стандартно отклонение

Долна и горна граници на интервалите

Брой транзакции, очакващи условия

Брой

Честота с попадения на трупване

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- „Можем да симулираме всеки процес, за който е достатъчно въображението на учителя“;
- Възможности да се поставят и провеждат експерименти;
- Ясно представяне на учебния материал. Учениците могат да видят как една или друга математическа формула работи, какво е нейното физическо значение;
- Различни параметри при моделирането;
- Създаване на сложни (изискващи интегриране на различни дейности и съответно различни участници) учебни материали различни учебни дисциплини...



**БЛАГОДАРЯ ЗА  
ВНИМАНИЕТО!**



svetlanaeli@abv.bg  
svetlanaeli@hotmail.com