

***Дисциплина***

*Математическое моделирование  
объектов и систем управления*

# Изучение модели СМО с «нетерпеливыми» заявками в Rockwell Arena

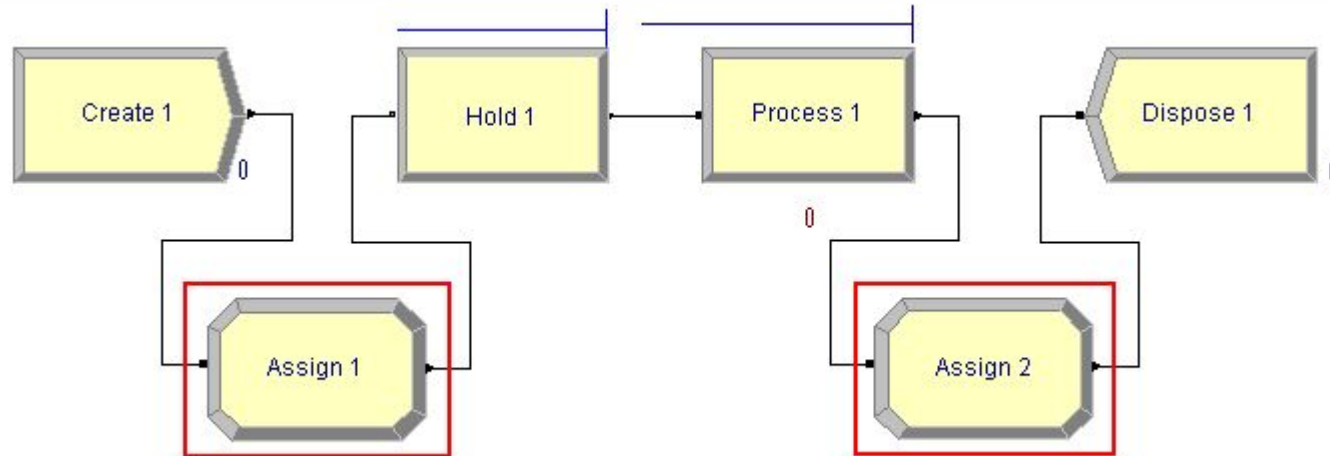
*Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ*

*Владимир Андреевич Фаерман*



# Система М/М/1 с «нетерпеливыми» заявками

*В основе исследуемой системы лежит модель М/М/1*



*Assign 1* – добавляет **атрибут**, характеризующий «терпение» заявки  
•  $TLEAVE = TNOW + EXPO (MTW)$  – время, когда заявка будет вынуждена покинуть очередь.

*Assign 1* и *Assign 2* – также ведут учёт **поступивших** ( $NIN$ ) и **обработанных** ( $NSERV$ ) заявок соответственно.

# Система М/М/1 с «нетерпеливыми» заявками

Assign

Name:  
Assign 1

Assignments:  
Variable, NIN, NIN + 1  
Attribute, TLEAVE, TNOW + EXPO (111)  
<End of list>

Add...

Assignments

Type: Attribute  
Attribute Name: TLEAVE

New Value:  
TNOW + EXPO (111)

OK Cancel Help

Assign

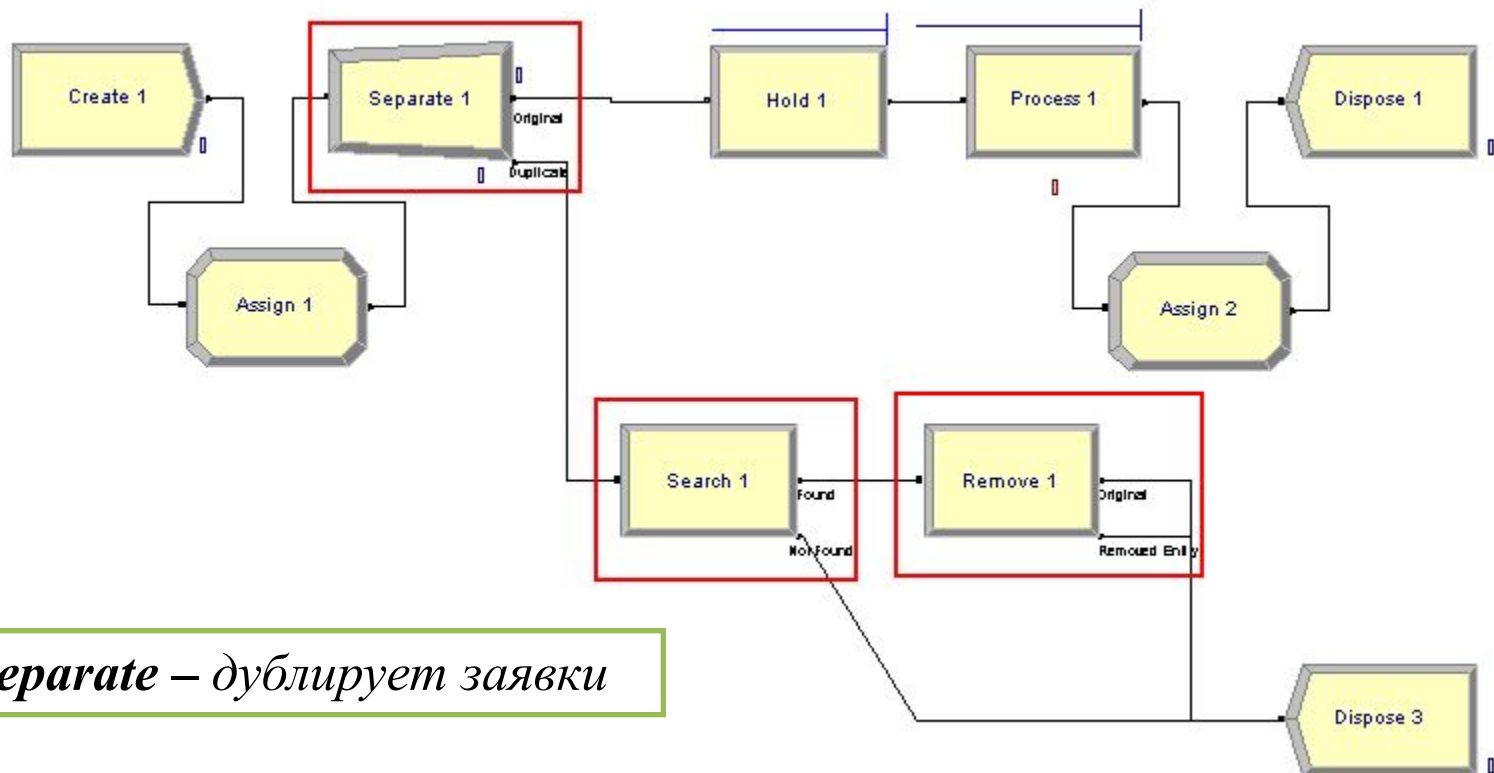
Name:  
Assign 2

Assignments:  
Variable, NSERV, NSERV + 1  
<End of list>

Add...  
Edit...  
Delete

OK Cancel Help

*В нижней части модели будет располагаться подсистема, ответственная за удаление заявок*



*Separate – дублирует заявки*

*Search и Remove – удаляют заявки в очереди*

# Блок Separate

The screenshot shows a dialog box titled "Separate". It has a title bar with a question mark and a close button. The dialog contains the following fields and controls:

- Name:** A dropdown menu with "Separate 1" selected.
- Type:** A dropdown menu with "Duplicate Original" selected.
- Percent Cost to Duplicates (0-100):** A text box containing the value "50".
- # of Duplicates:** A text box containing the value "1".

At the bottom of the dialog are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

*Type* – реализуемая функция.  
*Duplicate Original* – создать копию заявки на входе.  
*# of Duplicates* – количество копий (дополнительных выходов блока).  
*Percent Cost* – используется при работе со стоимостью (для нас не представляет никакого интереса).

Блок *Separate* используется в модели, для того, чтобы направить сущность в нижнюю часть системы и инициировать поиск заявок в очереди, «терпение» которых вышло.

# Блок Search

Search

Name: Search 1

Type: Search a Queue Queue Name: Hold 1.Queue

Starting Value: 1 Ending Value: NQ (Hold 1.Queue)

Search Condition: TLEAVE == TNOW

NOTE: If search condition is true, J is set to rank of first entity found

OK Cancel Help

*Type* – тип коллекции в которой происходит поиск.

*Object Name* – имя объекта в котором происходит поиск.

*Starting, Ending* – предельные индексы цикла поиска.

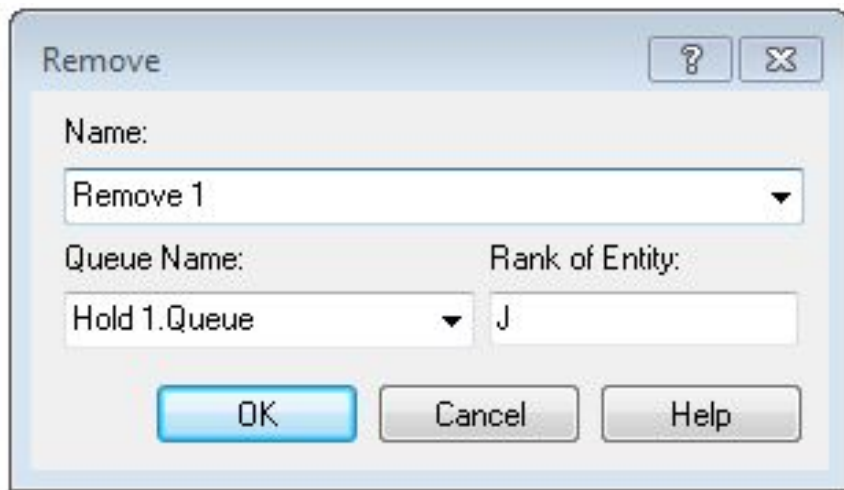
*Search Condition* – условие в соответствии с которым ведётся поиск.

Блок *Search* имеет два выхода: *Found* – заявка идёт туда, если найден элемент удовлетворяющий условию; *Not Found* – заявка идёт туда, если подходящий элемент не найден.

Блок *Search* находит только один (первый) элемент в коллекции и возвращает его порядковый номер (помещает в служебную переменную *J*).

# Блок Remove

*J* – служебная переменная используемая в среде Arena для хранения *временной* информации. Её можно переприсваивать и использовать, но с осторожностью.



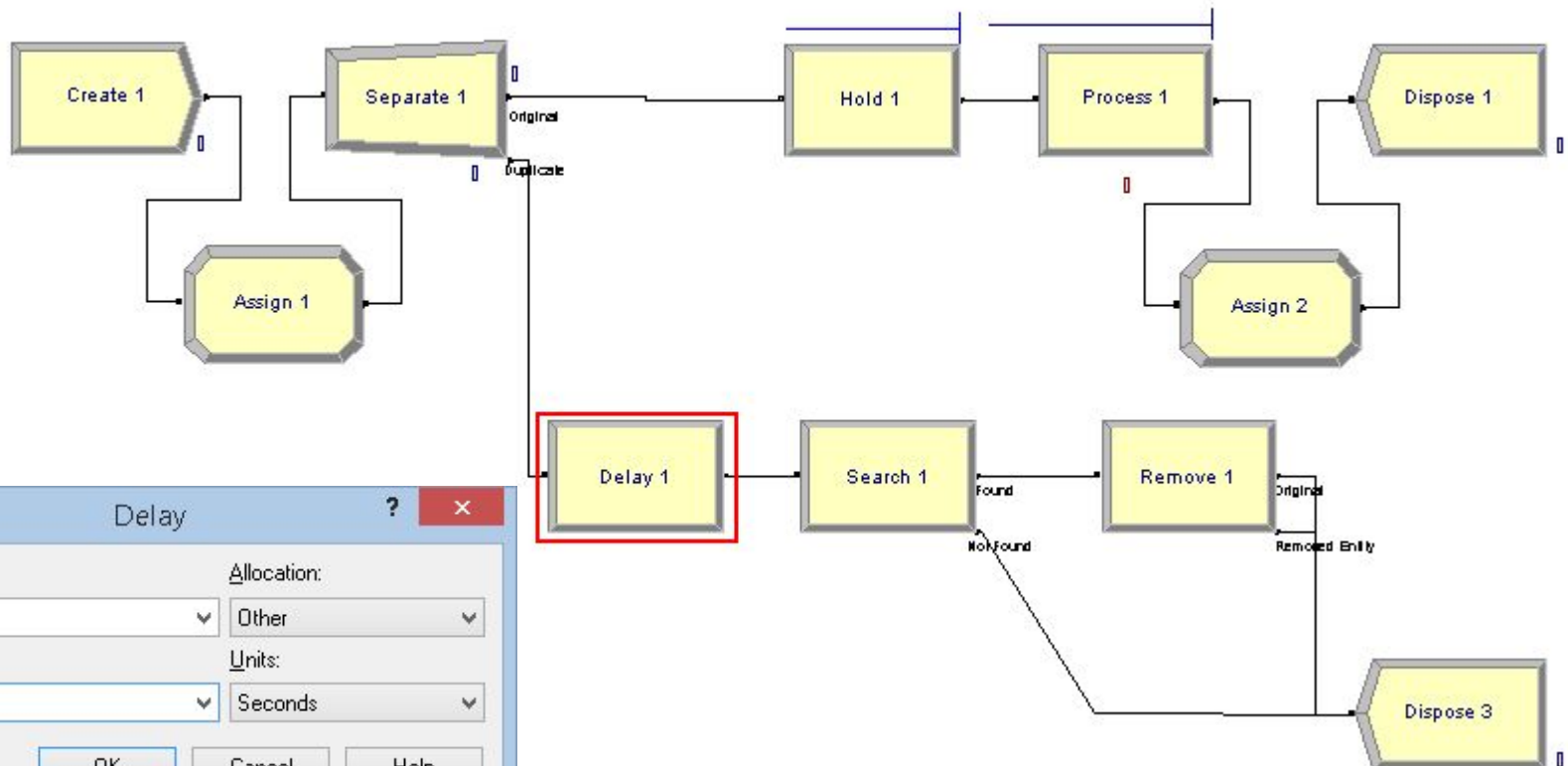
*Queue Name* – имя очереди из которой извлекается заявка.

*Rank of Entity* – позиция в очереди, из которой извлекается заявка.

Блок *Remove* имеет два выхода: *Original* – на него направляется заявка со входа; *Removed Entity* – на него направляется заявка, извлеченная из очереди.

# Удаление заявок из очереди

Для того, чтобы удаление заявок производилось *своевременно*, необходимо задержать поступление копии заявки в нижнюю часть системы на время её «терпения» (*TLEAVE - TNOW*). Это реализуется с помощью блока *Delay*.



Delay

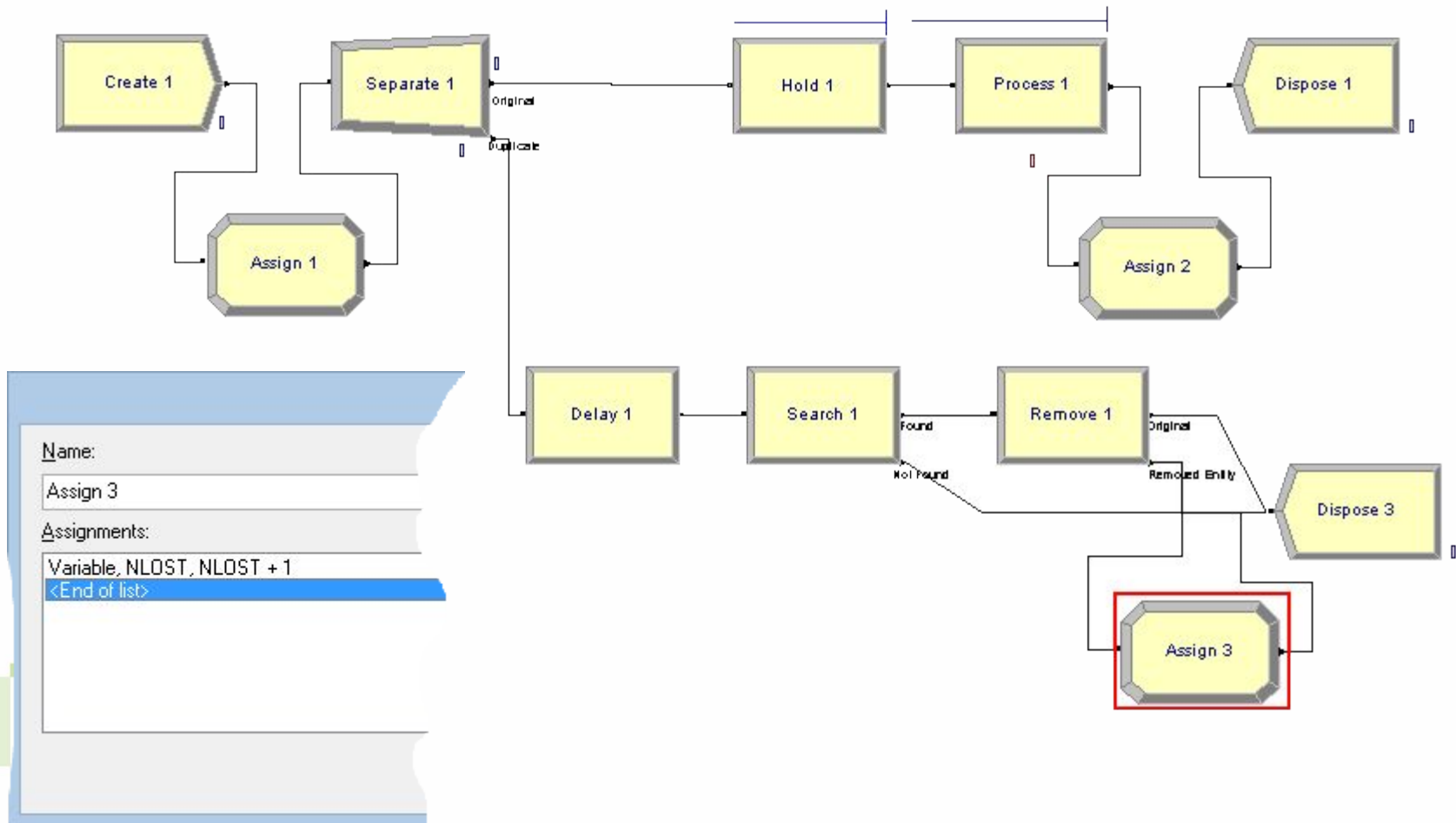
Name:	Allocation:
Delay 1	Other
Delay Time:	Units:
TLEAVE - TNOW	Seconds

OK Cancel Help



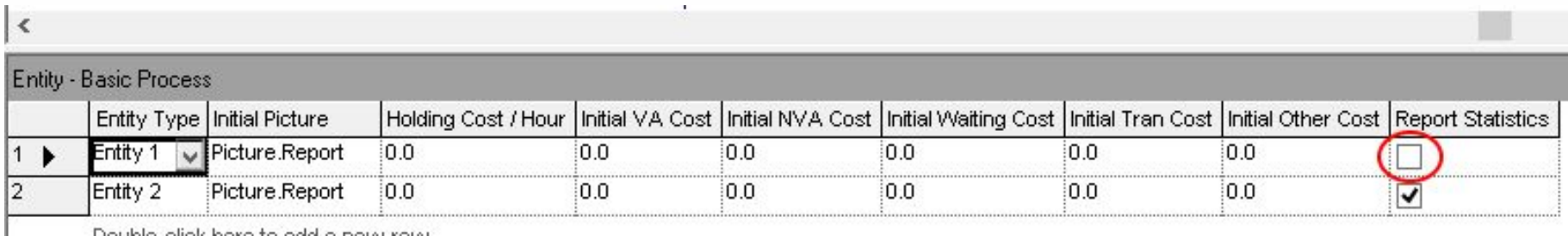
# Учёт потерянных заявок

Введём блок *Assign 3*, с помощью которого будем вести подсчёт потерянных из-за «нетерпеливости» заявок (*NLOST*).



# Сбор статистики

Для того, чтобы упростить для себя сбор статистики введём в систему дополнительный тип заявок (**Entity 2**). Откажемся от сбора статистики по **Entity 1**.

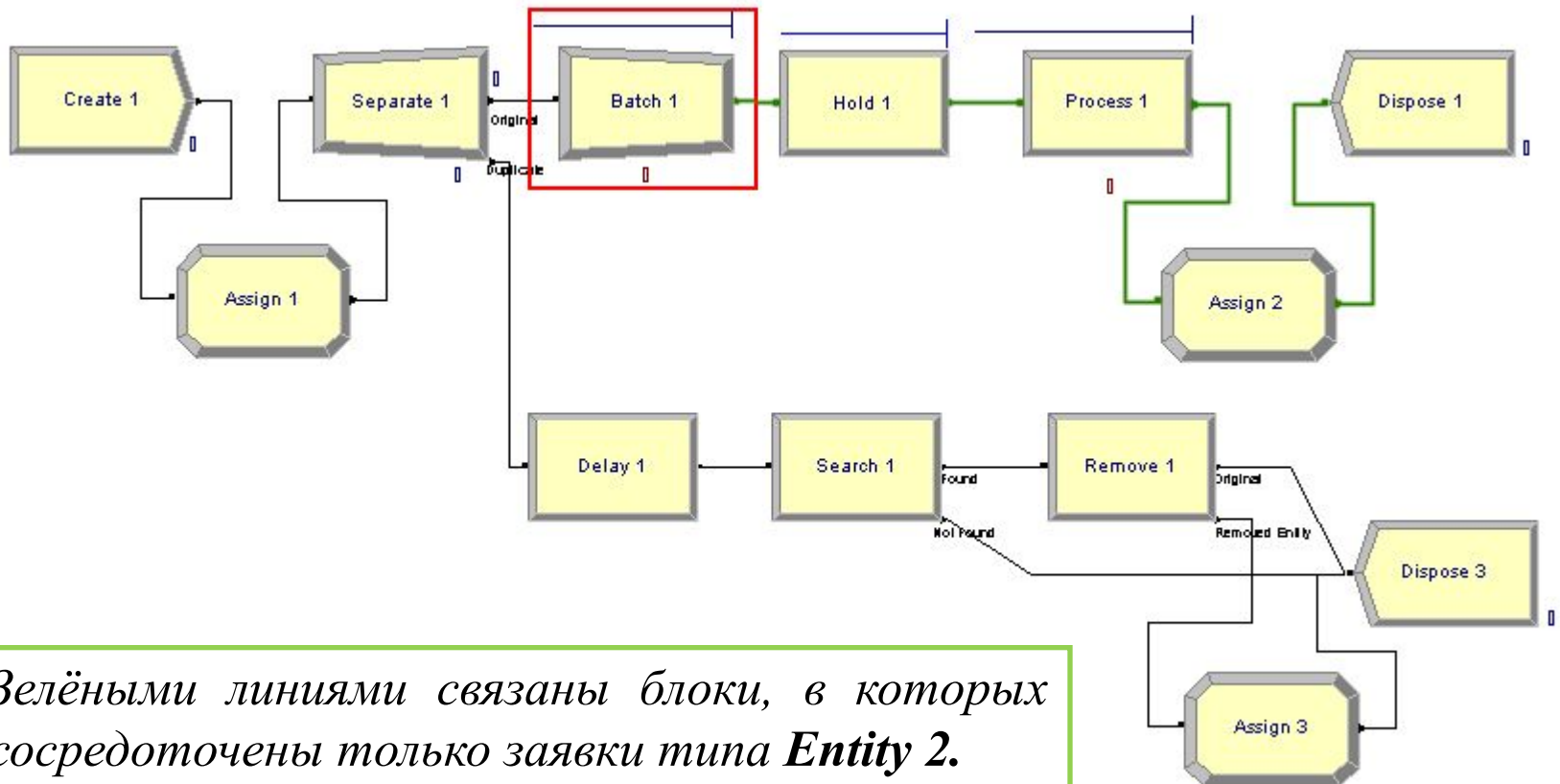


Entity - Basic Process									
	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost	Initial NVA Cost	Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other Cost	Report Statistics
1	Entity 1	Picture.Report	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>
2	Entity 2	Picture.Report	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>

Заявками типа **Entity 2** будем обозначать только те заявки, которые поступают в систему **М/М/1**. Для того, чтобы изменить тип заявки расположим на входе системы **М/М/1** блок **Batch**.

# Сбор статистики

Блок **Batch** отделяет «физическую» систему **M/M/1** от виртуальной подсистемы для удаления заявок из очереди



# Блок Batch

The screenshot shows a dialog box titled "Batch". It contains the following fields and controls:

- Name:** A dropdown menu with "Batch 1" selected.
- Type:** A dropdown menu with "Permanent" selected.
- Batch Size:** A text input field containing the number "1".
- Save Criterion:** A dropdown menu with "Last" selected.
- Rule:** A dropdown menu with "Any Entity" selected.
- Representative Entity Type:** A dropdown menu with "Entity 2" selected.
- At the bottom, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

**Type** – тип объединения (обратимое, не обратимое).

**Batch Size** – количество заявок в пакете.

**Rule** – принцип объединения заявок в пакеты.

**Representative Type** – тип заявки на выходе.

**Save Criterion** – принцип по которому выходная заявка наследует атрибуты входной.

Блок **Batch** позволяет объединить несколько вошедших в него заявок в пакет. Если объединение не постоянное, то обратную операцию осуществляет блок **Separate**.

# Параметры модели и сбор статистики

Среднее время между поступлением заявок	Среднее время «терпения»	Среднее время обслуживания
Блок Create 1	Блок Assign 1	Блок Process 1
Величина	В отчёте (Arena)	
Средний размер очереди	<i>[Queue] Number Waiting (Average)</i>	
Среднее время пребывания в очереди	<i>[Queue] Waiting Time (Average)</i>	
Среднее время пребывания заявки в системе	<i>[Entity 2] Total Time (Average)</i>	
Средняя загруженность сервера	<i>[Resource] Number Busy (Average)</i>	
Доля потерянных заявок	<i>NLOST / NIN</i>	

# Контроль по части 1

MTBA	MST	MTW
66	55	111

*10 репликаций по 200 часов.*

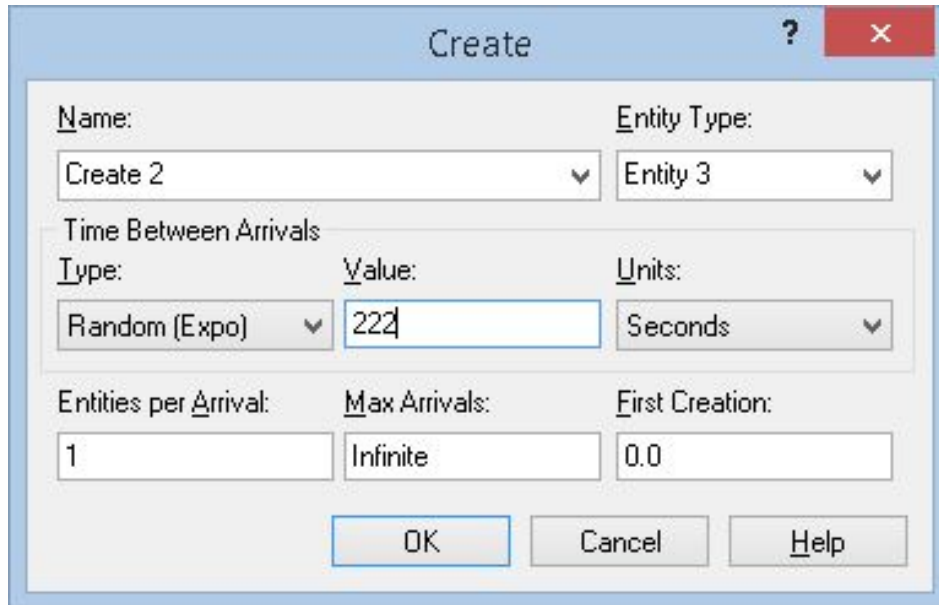
Величина	В отчёте (Arena)	Теоретически (Mathcad)
$Q$	0.4528	0.446
$w$	29.8532	29.41
$v$	70.2975	69.838
$\bar{n}$	0.6133	0.613
$P_w$	0.266	0.265

# Контрольные заявки

Для объективной оценки времени ожидания обслуживания в очереди запустим в систему «терпеливые» заявки.



# Контрольные заявки



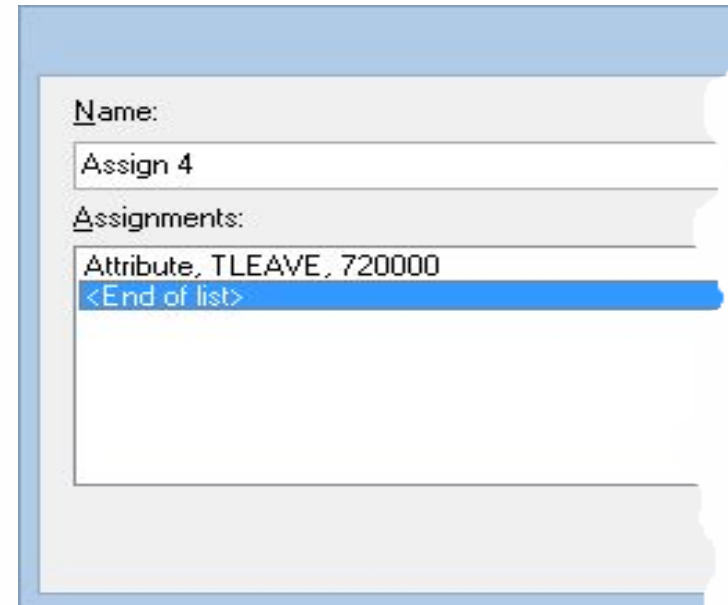
Create

Name: Create 2 Entity Type: Entity 3

Time Between Arrivals  
Type: Random (Expo) Value: 222 Units: Seconds

Entities per Arrival: 1 Max Arrivals: Infinite First Creation: 0.0

OK Cancel Help



Name: Assign 4

Assignments:  
Attribute, TLEAVE, 720000  
<End of list>

*Интенсивность поступления заявок - низкая (выбирается по варианту)*

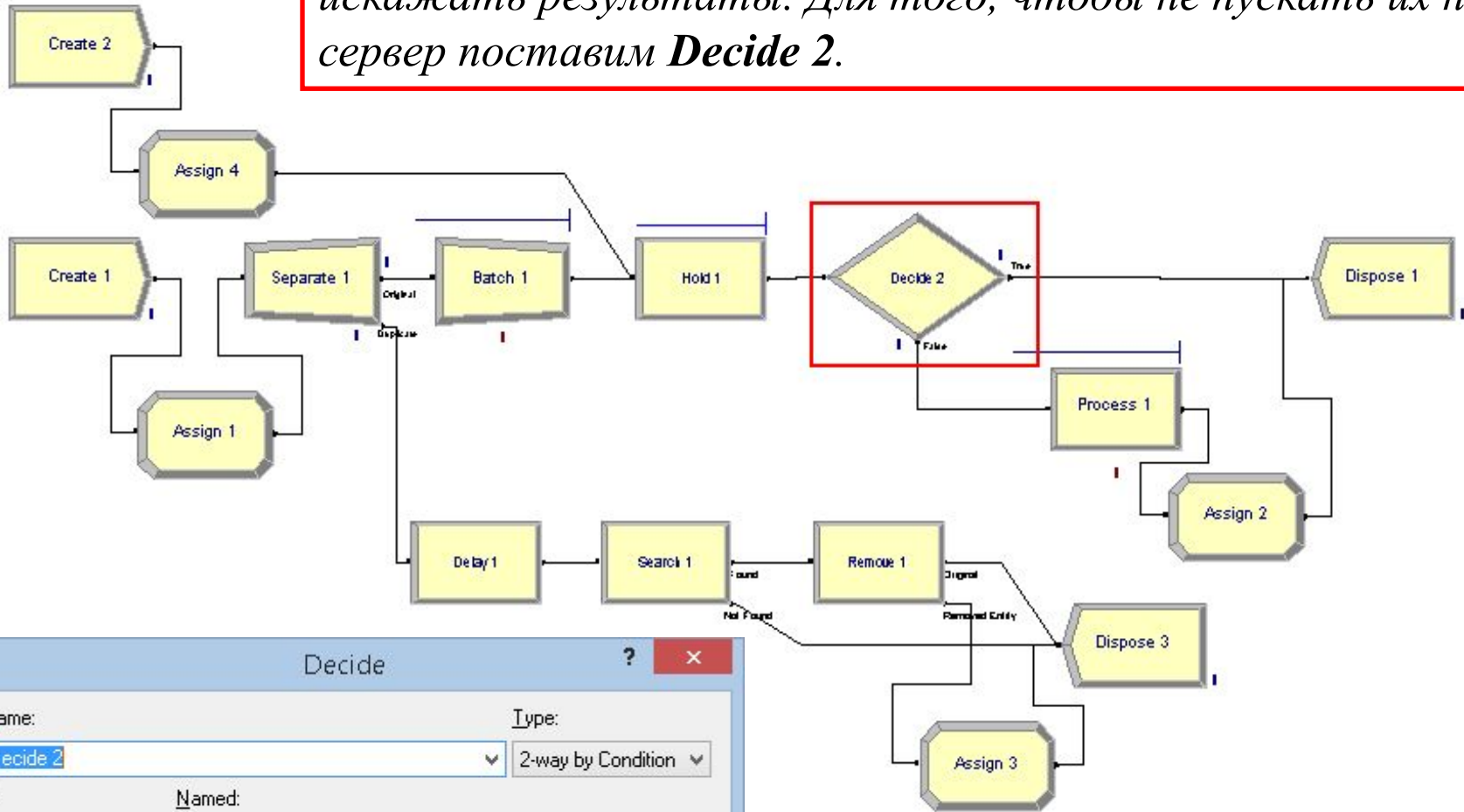
*Тип заявки – Entity 3  
Необходимо добавить в модуле Entity*

Атрибут **TLEAVE** – больше чем время моделирования (200 часов).



# Контрольные заявки

*Обрабатывать «терпеливые» заявки нельзя – это будет исказить результаты. Для того, чтобы не пускать их на сервер поставим **Decide 2**.*



Decide

Name:  Type:

If:  Named:

# Параметры модели и сбор статистики

Среднее время между поступлением заявок	Среднее время между поступлением заявок	Среднее время обслуживания	Среднее время «терпения»
Блок Create 1 («нетерпеливые»)	Блок Create 2 («терпеливые»)	Блок Process 1	Блок Assign 1

Величина	В отчёте (Arena)
Среднее время ожидания обслуживания («терпеливые» заявки)	<i>[Entity 3] Waiting Time (Average)</i>
Среднее время пребывания в очереди («нетерпеливые» заявки)	<i>[Entity 2] Waiting Time (Average)</i>

# Контроль по части 2.1

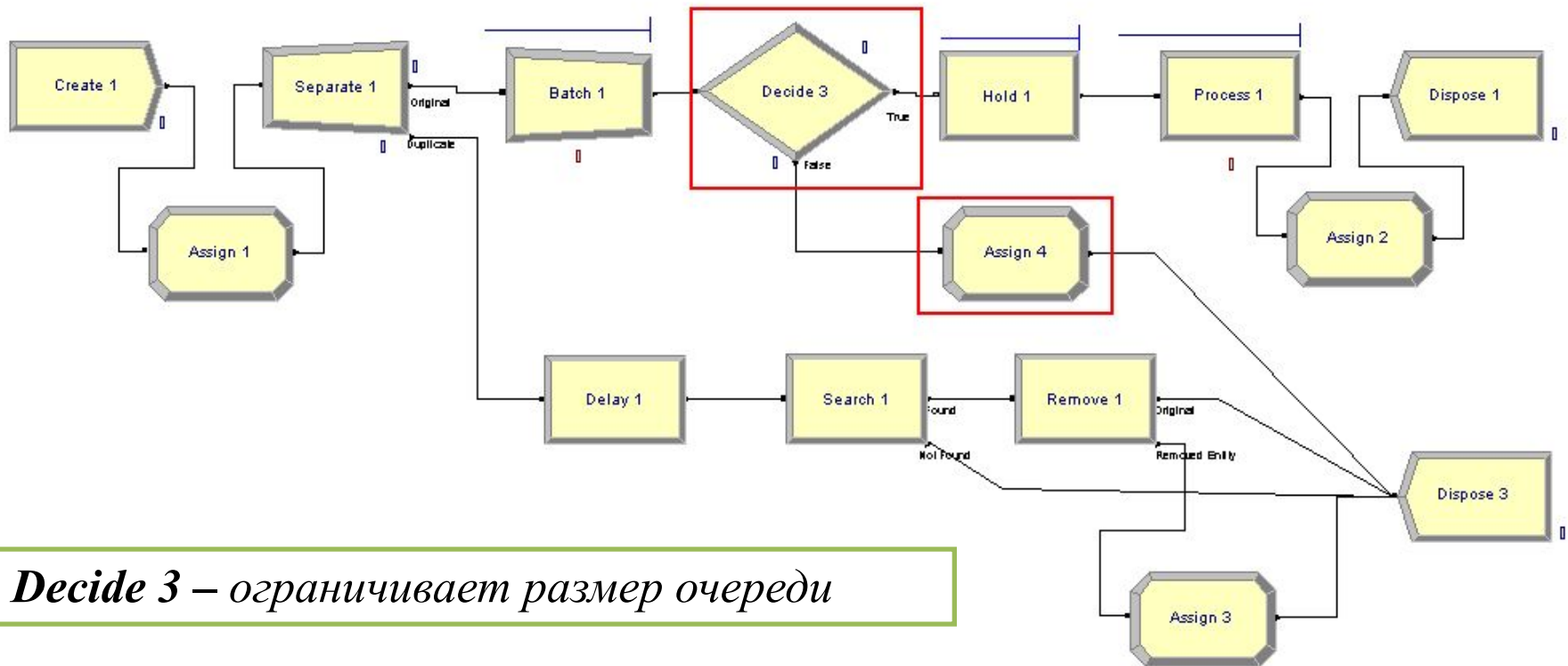
MTBA	MTBC	MST	MTW
66	222	55	111

*10 репликаций по 200 часов.*

Величина	В отчёте (Arena)	Теоретически (Mathcad)
$w^*$	49.5464	48.344
$w$	29.4794	29.41

# Система М/М/1/г с «нетерпеливыми» заявками

Ограничение размера очереди выполняется также, как и в лабораторной работе 2. Поток «терпеливых» заявок в данном опыте отсутствует.



*Decide 3 – ограничивает размер очереди*

*Assign 4 – считает заявки потерянные из-за переполнения очереди (NLOSTQ)*

# Параметры модели и сбор статистики

Среднее время между поступлением заявок	Среднее время «терпения»	Среднее время обслуживания	Максимальный размер очереди
Блок Create 1 («нетерпеливые» )	Блок Assign 1	Блок Process 1	Блок Decide 3

Величина	В отчёте (Arena)
Доля потерянных заявок (по причине переполнения очереди)	$NLOSTQ / NIN$
Доля потерянных заявок (по причине «нетерпения»)	$NLOSTW / NIN$
$NIN$ – счётчик поступивших заявок	<p><math>NLOSTQ</math> – счётчик потерянных из-за переполнения очереди заявок</p> <p><math>NLOSTW</math> – счётчик потерянных из-за нетерпения заявок</p>

# Контроль по части 1

MTBA	MST	MTW	r
77	66	222	3

*10 репликаций по 200 часов.*

Величина	В отчёте (Arena)	Теоретически (Mathcad)
Q	0.5522	-
v	92.701	-
$\bar{n}$	0.6493	-
$P_w$	0.192	-
$P_Q$	0.048	-

*Формулы для ограниченного размера очереди – не выводились.*

***Дисциплина***

*Математическое моделирование  
объектов и систем управления*

# Изучение модели СМО с «нетерпеливыми» заявками в Rockwell Arena

*Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ*

*Владимир Андреевич Фаерман*

