

Дисциплина

*Математическое моделирование
объектов и систем управления*

Изучение модели
«Система М/М/1»
в среде Rockwell Arena

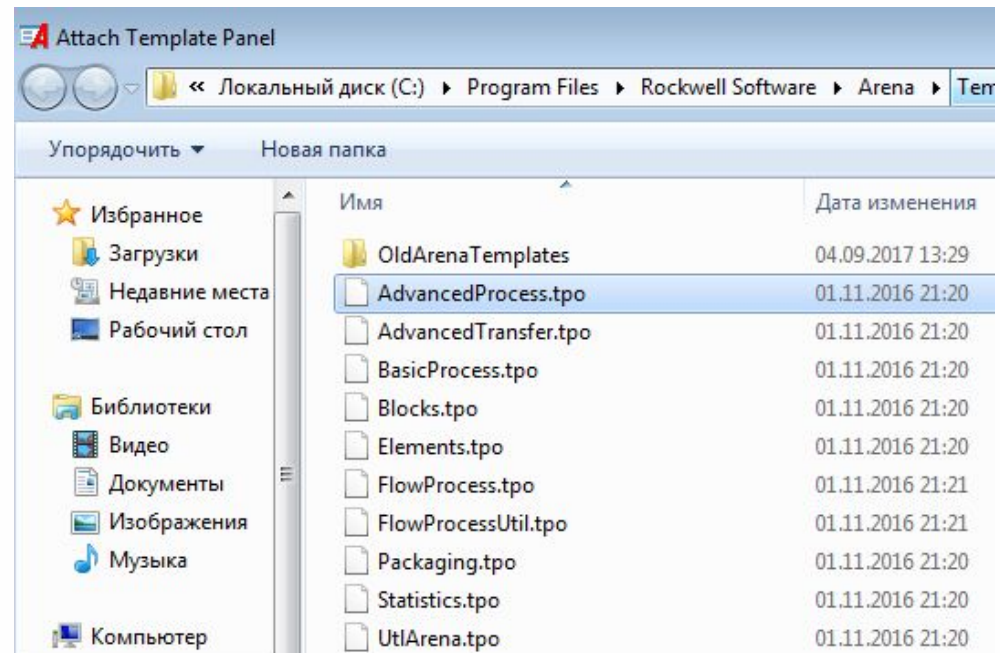
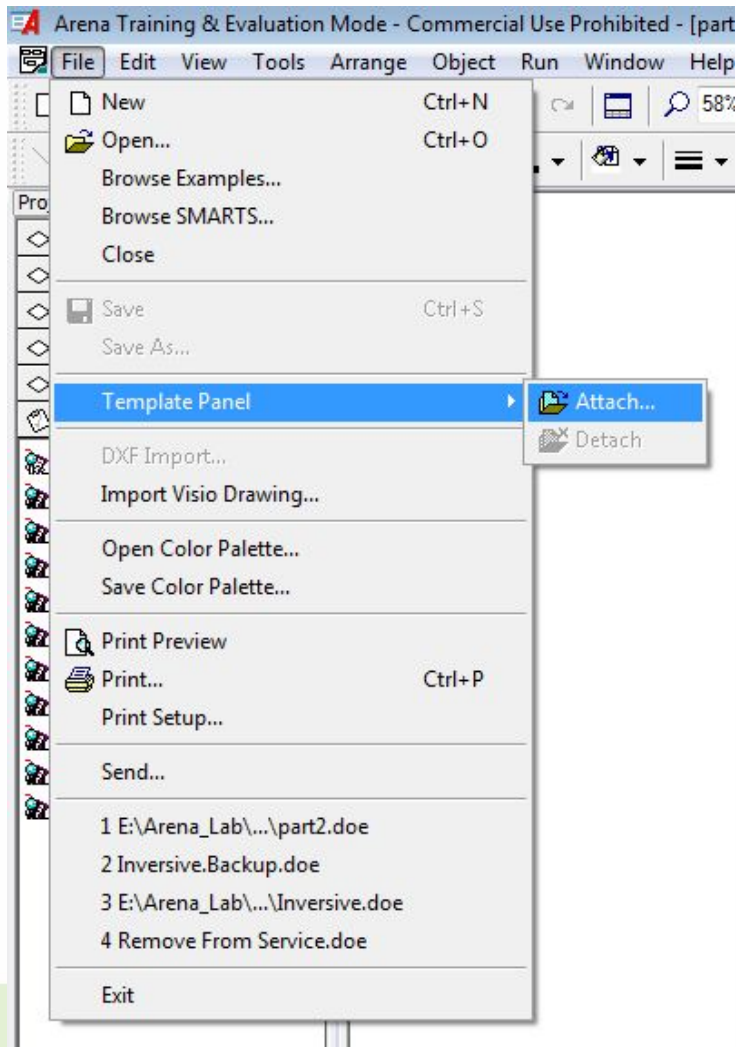
Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ

Владимир Андреевич Фаерман

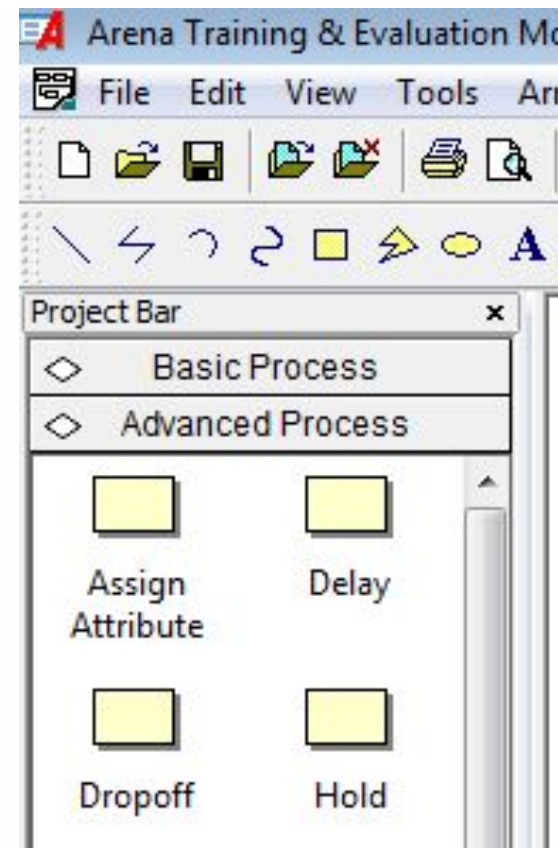
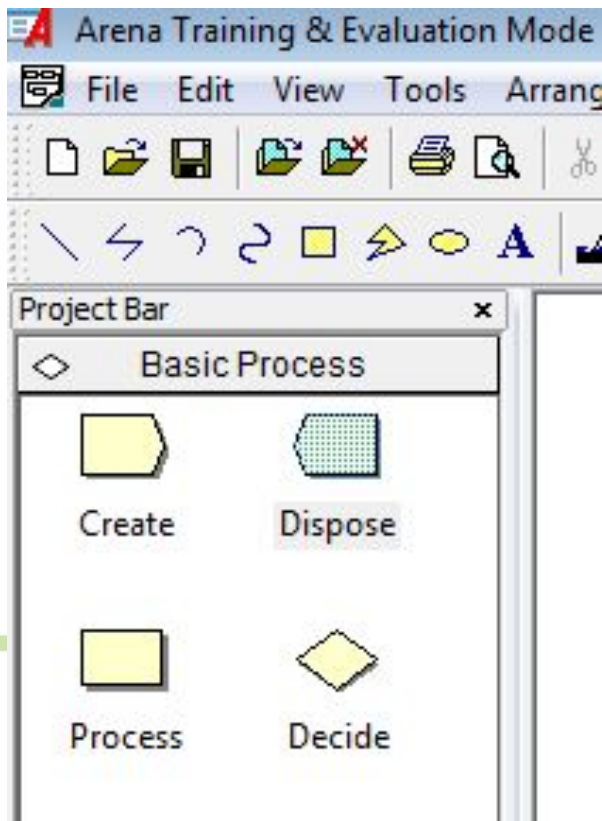
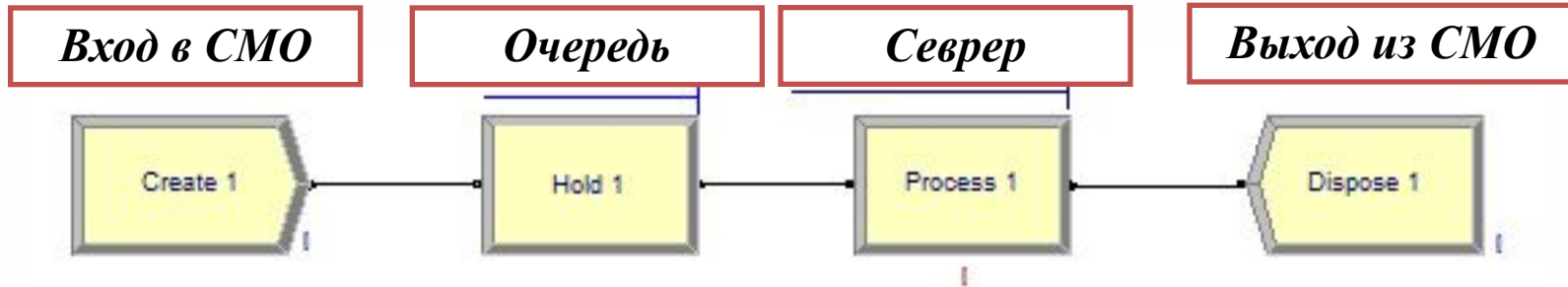


Advanced Processes

Для того, чтобы иметь доступ ко всем необходимым блокам – нужно подключить дополнительную палитру



Система М/М/1



Блок Create

The screenshot shows a 'Create' dialog box with the following settings:

- Name: Create 1
- Entity Type: Entity 1
- Time Between Arrivals:
 - Type: Random (Expo)
 - Value: 100
 - Units: Seconds
- Entities per Arrival: 1
- Max Arrivals: Infinite
- First Creation: 0.0

Create – генерирует заявки, которые поступают на сервер (на обработку) или в очередь.

Time Between Arrivals – время между двумя генерируемыми блоком заявки. *Random (Expo)* – экспоненциально распределенное случайное время с математическим ожиданием 100 (поле *Value*).

Блок Process

The screenshot shows the 'Process' configuration dialog box. It has several sections: 'Name' (Process 1), 'Type' (Standard), 'Logic' (Action: Seize Delay Release, Priority: Medium(2)), 'Resources' (Resource_Resource 1, 1), 'Delay Type' (Expression), 'Units' (Seconds), 'Allocation' (Value Added), 'Expression' (EXPO (90)), and a checked 'Report Statistics' checkbox. Buttons for 'Add...', 'Edit...', 'Delete', 'OK', 'Cancel', and 'Help' are also visible.

Изменяемые параметры

Delay Type – настройки времени на которое сущность задержится в блоке.

Expression – задать время выражением.

EXPO (90) – случайная величина распределенная экспоненциально с математическим ожиданием 90.

Process – обрабатывает заявки (моделирует сервер).

Неизменяемые параметры

Action – *Seize Delay Release*.

Resources – Name: Resource 1, Units to seize/release: 1.

Блок Hold



Hold

Name: Type:

Condition:

Queue Type:

Queue Name:

Hold – удерживает заявки до выполнения условия «ресурс (то есть сервер) свободен». Моделирует очередь.

Type – тип условия, при котором блок отпустит удерживаемые им сущности. *Scan for Condition* – отпустить сущности при выполнении условия.

Условие: *STATE (Resource 1) == IDLE_RES* – в случае, если состояние названного ресурса (Resource 1, в данном случае) – ожидание заявки (*IDLE_RES* – название свободного состояния в среде Arena).



Интерфейс управления моделированием

Go – запустить моделирование.

Step – пошаговое моделирование (переход к следующему событию).

Fast-forward - запустить моделирование (максимальная скорость, без графической отрисовки).

Pause – остановить моделирование.

Start Over – перейти к предшествующему событию.

Stop – закончить моделирование.

Чтобы вносить изменения в модель необходимо закончить моделирование.

Параметры модели

The screenshot shows the 'Run Setup' dialog box with the following settings:

- Run Speed:** (tab selected)
- Run Control:** (tab selected)
- Reports:** (tab selected)
- Project Parameters:** (tab selected)
- Replication Parameters:** (sub-tab selected)
- Array Sizes:** (sub-tab selected)
- Arena Visual Designer:** (sub-tab selected)
- Number of Replications:** 4
- Initialize Between Replications:** Statistics, System
- Start Date and Time:** 13 сентября 2017 г. 20:25:03
- Warm-up Period:** 0.0
- Time Units:** Hours
- Replication Length:** 100
- Time Units:** Hours
- Hours Per Day:** 24
- Base Time Units:** Seconds
- Terminating Condition:** (empty text box)

Buttons at the bottom: OK, Отмена, Применить, Справка

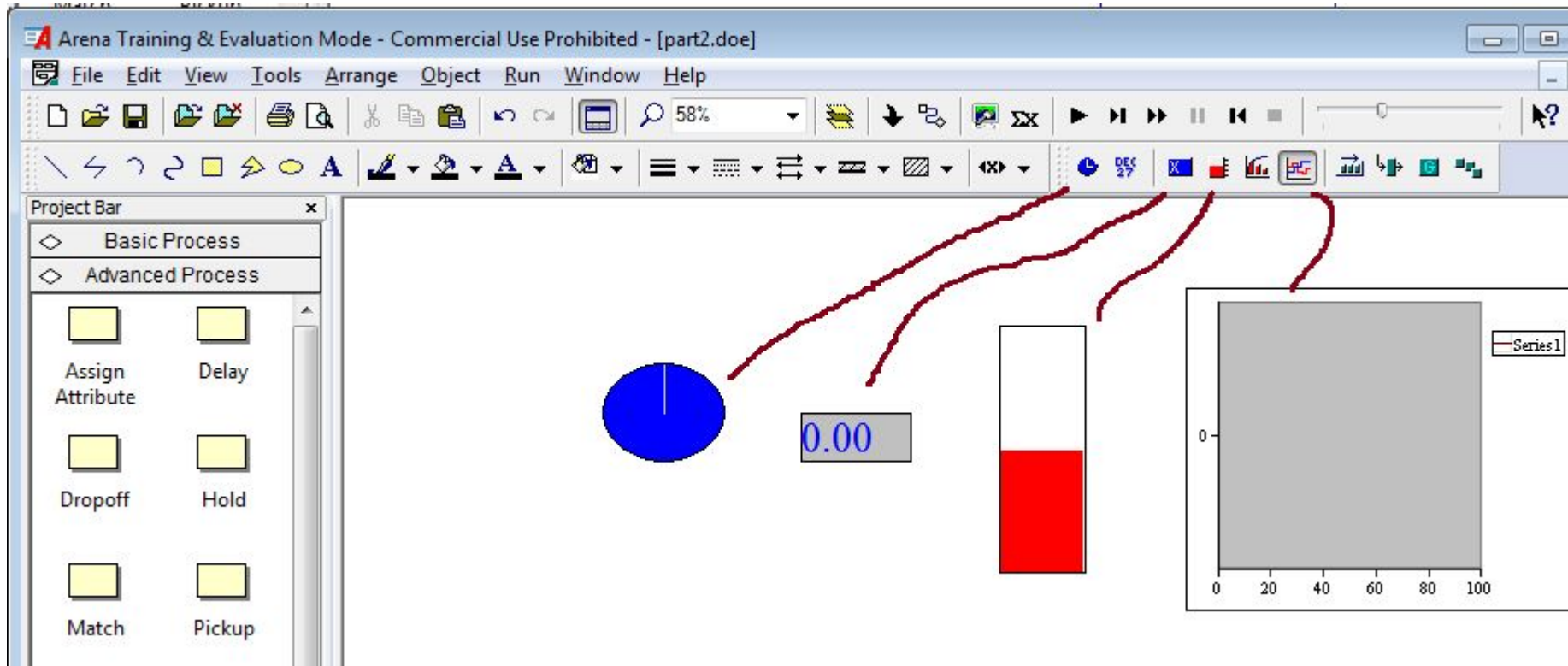
Number of Replications – количество повторений эксперимента с моделью.

Replication Length – продолжительность прогона модели.

Warm Up Period – период «разогрева» - работы системы без сбора статистики (не используем).

Base Time Unit – основная единица измерения времени. Используем секунды.

Графические элементы



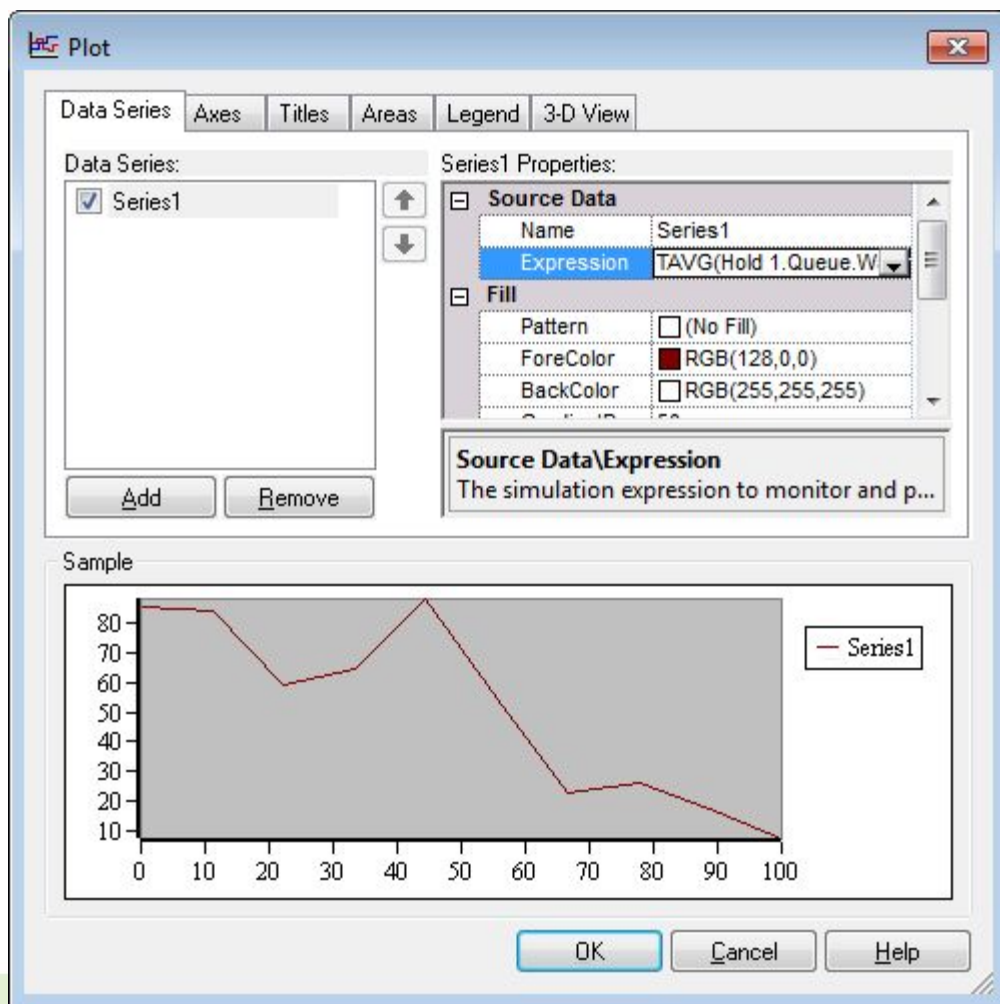
Clock – часы для отображения модельного времени.

Variable – индикатор для отображения числового значения заданной величины.

Level – графический индикатор уровня заданной величины.

Plot – график изменения заданной величины.

Графики в Arena



Expression – выражение, в соответствии с которым строится кривая (можно использовать *Expression Builder*).

Name – имя кривой (отображается в легенде).

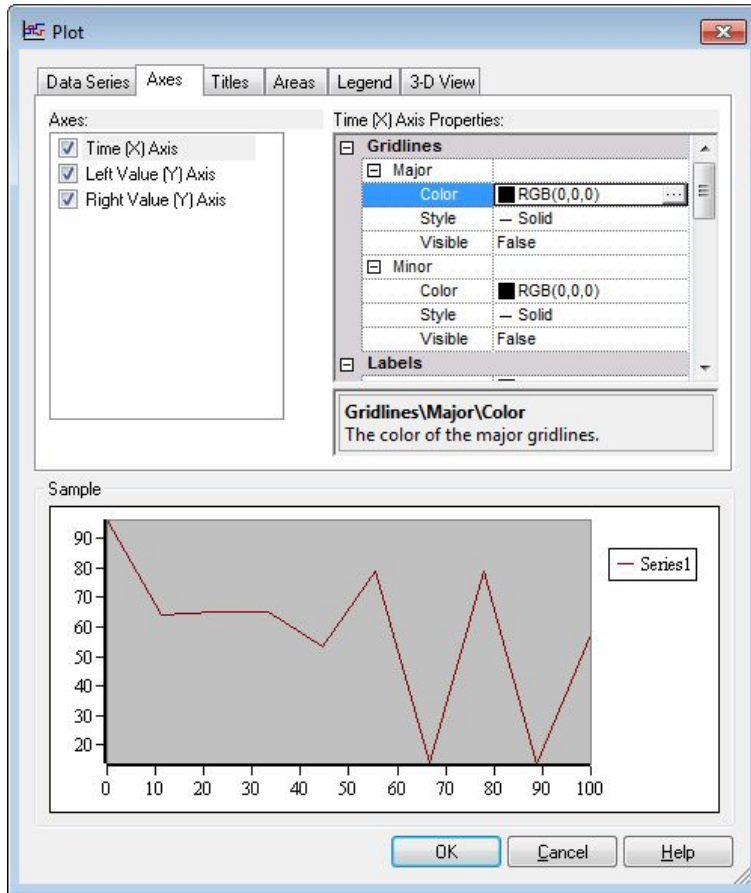
Data Series – вкладка, в которых задаются кривые.

Axes – настройка осей.

Остальные вкладки – кастомизация полотна и легенды.

Кнопка **Add** (вкладка *Data Series*) – добавить кривую.

Настройка осей

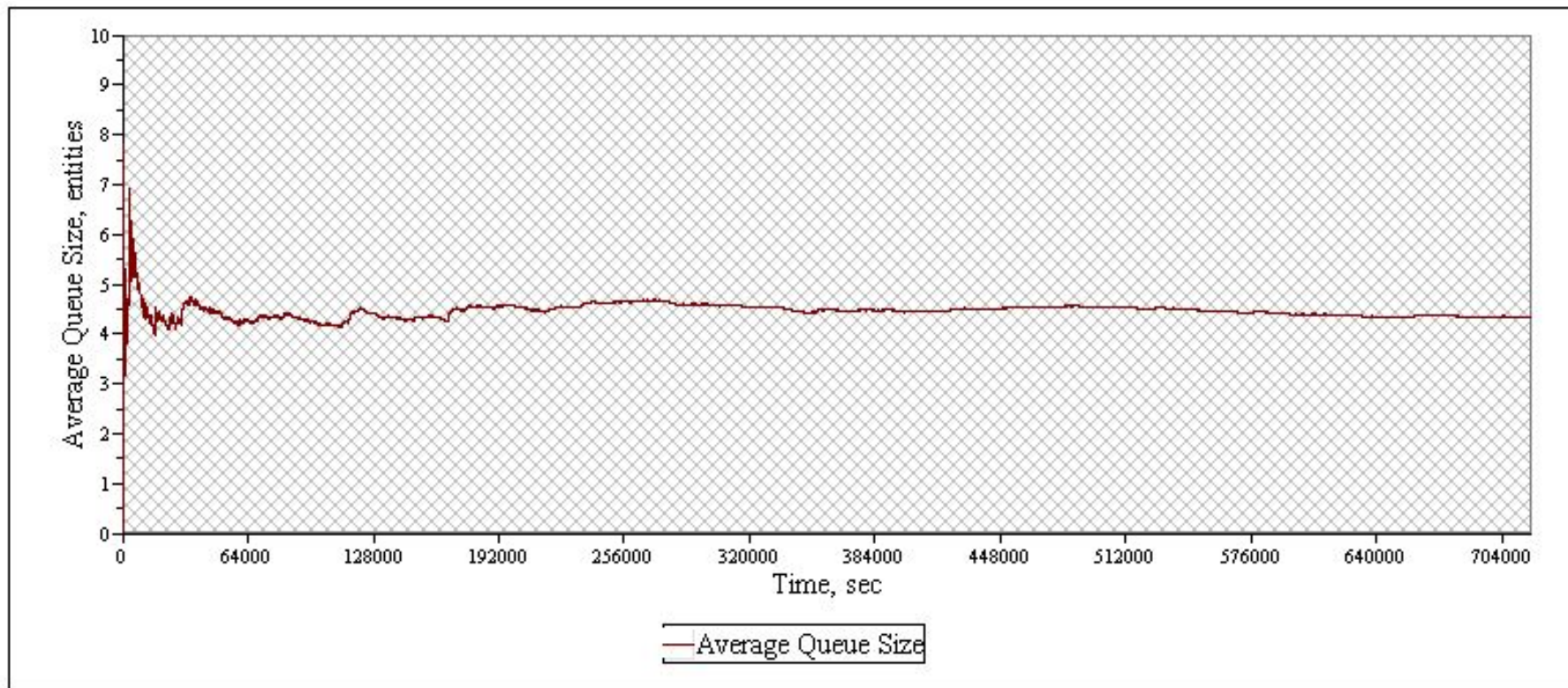


Настройки осей (Axes)

- **Title – Text** – подпись к оси
- **Title – Visible** – видимость подписи
- **Scale – Maximum/Minimum** – максимальное значение (по оси времени – равное времени моделирования). Значения в графике (для оси абсцисс) указывается в базовых временных единицах (секундах).
- **Scale – Autoscale Maximum/Minimum** – автомасштабирование (необходимо отключать для редактирования шкалы).
- **Scale – MajorIncrement** – разница между соседними нумерованными отсчётами
- **Scale – MinorCount** – число делений между соседними нумерованными отсчётами

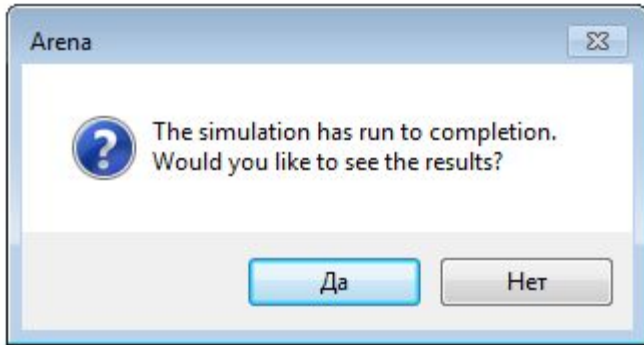
Кнопка **Add** (вкладка *Data Series*) – добавить кривую.

Пример графика



Изменен фон полотна, шрифты подписей, масштаб осей

- Можно использовать произвольное форматирование, но
1. оси должны быть подписаны (с указанием ед. изм.),
 2. должны присутствовать шкалы (понятен масштаб осей).



Отчёт представлен на нескольких страницах. Переключение страниц – в заголовке внутреннего окна, содержащего отчёт.

18:23:59

Category Overview

Сентябрь 12, 2017

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Seconds

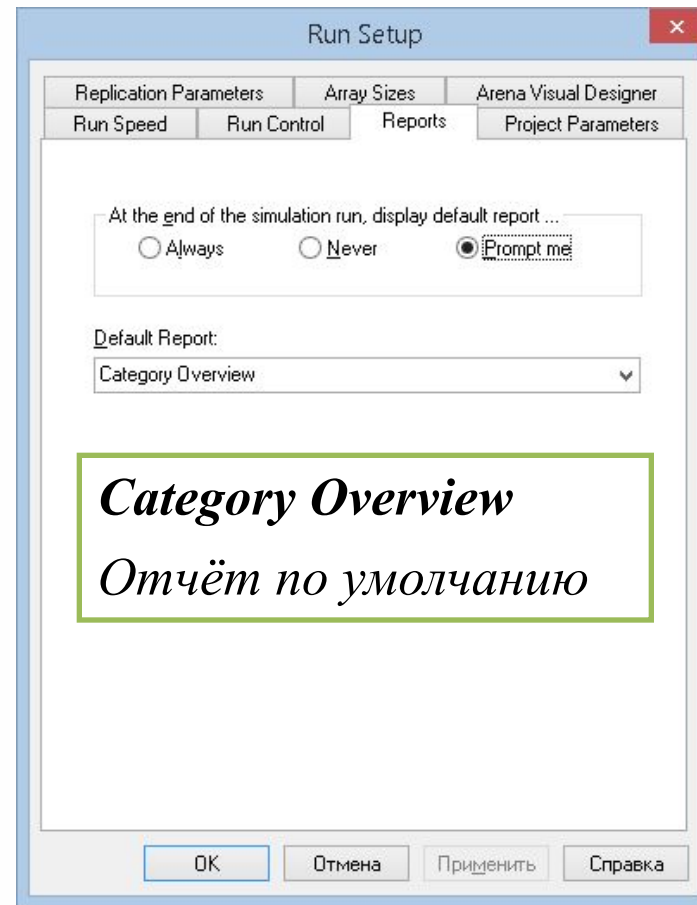
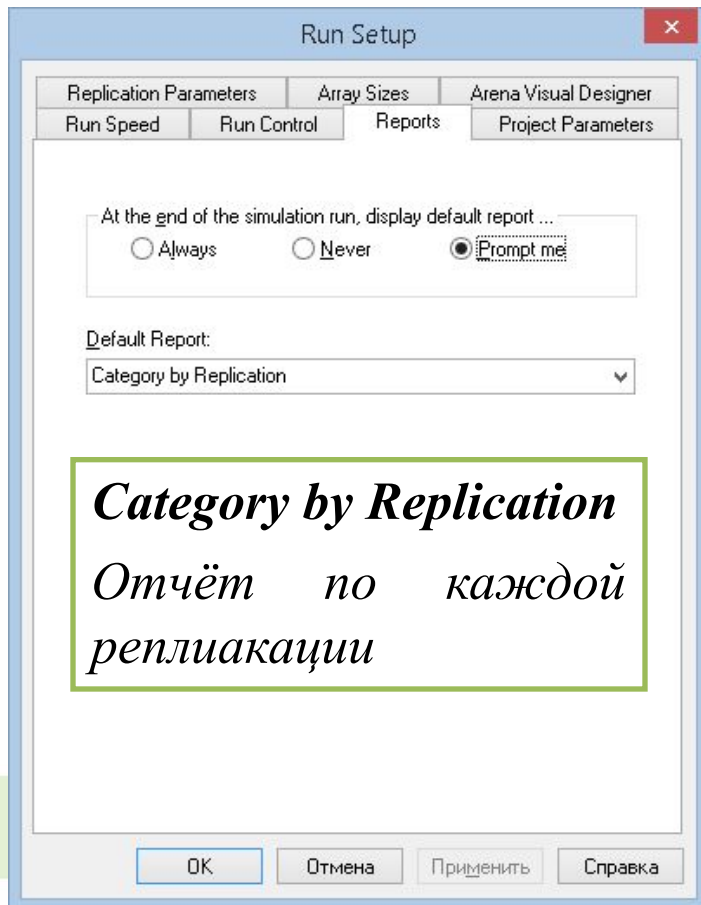
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	94.8273	7.92097	0.2497	595.32
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	0.0000000000	0.00	0.00

Отчёт (по репликациям)

Возможен просмотр отчёта по каждой из репликаций независимо (необходимо, например, для одного из заданий в части 2).



Отчёт (по репликациям)

0:19:45 **Category by Replication** Ноябрь 13, 2017

Unnamed Project Replications: 30

Replication 1 Start Time: 0,00 Stop Time: 180 000,00 Time Units: Seconds

Entity

Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
VA Time				
Entity 1	48.0520	2,50468	0.04774767	364.47
Entity 2	0	0,000000000	0	0
NVA Time				
Entity 1	0	0,000000000	0	0
Entity 2	0	0,000000000	0	0
Wait Time				
Average				
Half Width				
Minimum				
Maximum				

На 75 страницах доступны результаты по каждой из репликаций. Для упрощенной навигации по отчёту в поисках нужного параметра, удобно использовать дерево в левой части окна.

Разбор отчёта

Величина	В отчёте (Arena)
Среднее число заявок в системе	<i>[Entity] WIP (Average)</i>
Среднее время обслуживания заявки	<i>[Entity] VA Time (Average)</i>
Среднее время пребывания заявки в системе	<i>[Entity] Total Time (Average)</i>
Средний размер очереди	<i>[Queue] Number Waiting (Average)</i>
Среднее время ожидания	<i>[Queue] Waiting Time (Average)</i>
Средняя загруженность сервера	<i>[Resource] Number Busy (Average)</i>

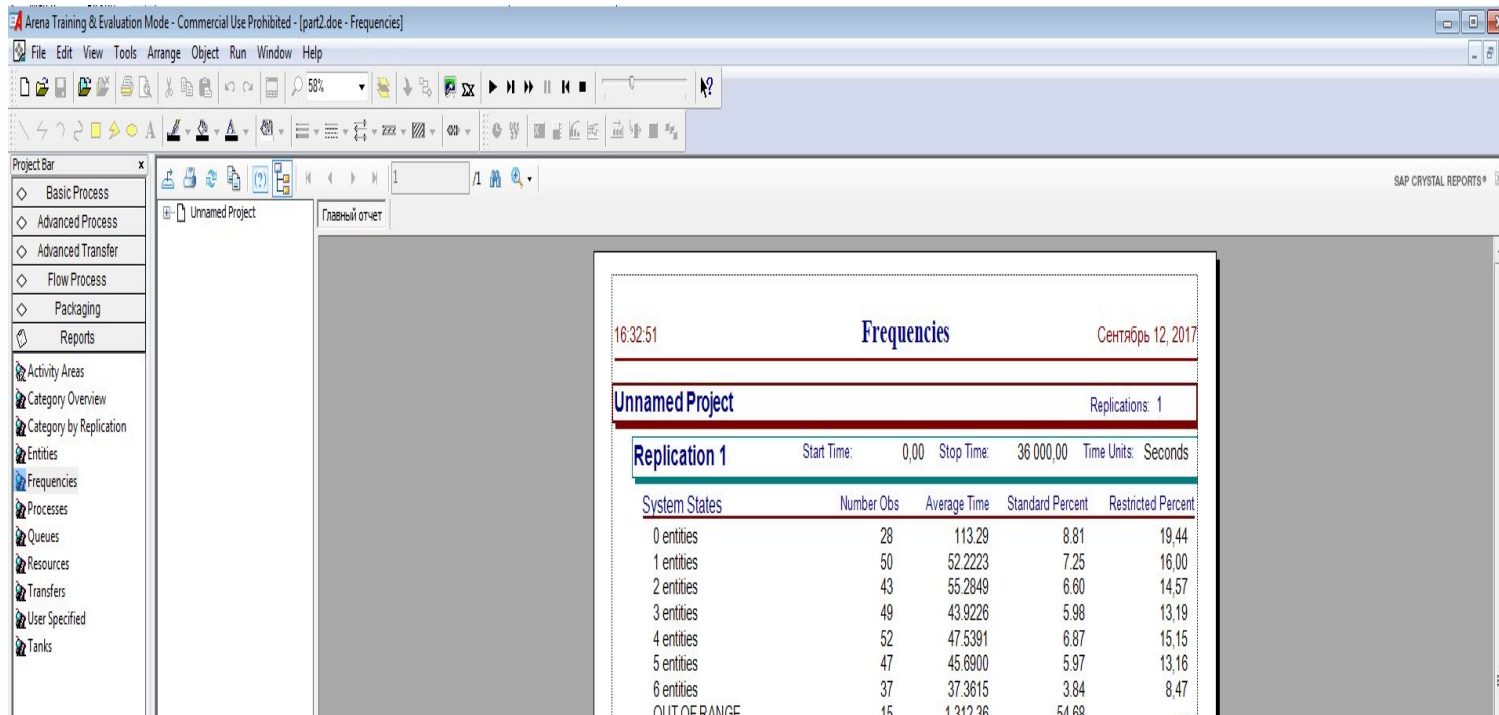
Контроль модели

MTBA	MST
99	88

Данные для проверки корректности модели

10 репликаций по 200 часов.

Величина	В отчёте (Arena)	Теоретически (Mathcad)
N	7.8972	8
MST'	88.024	88
v	779.73	792
Q	7.007	7.111
w	690.77	704
ρ	0.8898	0.889



The screenshot shows the Arena software interface. The main window displays a report titled "Frequencies" for "Unnamed Project" on September 12, 2017. The report includes a table with the following data:

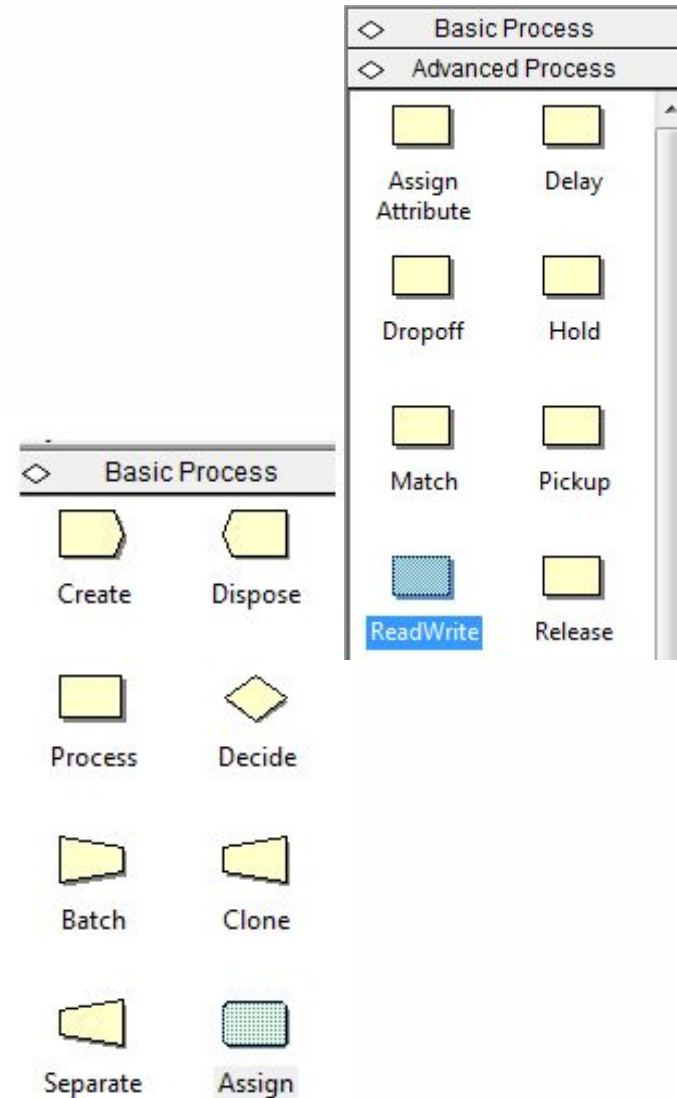
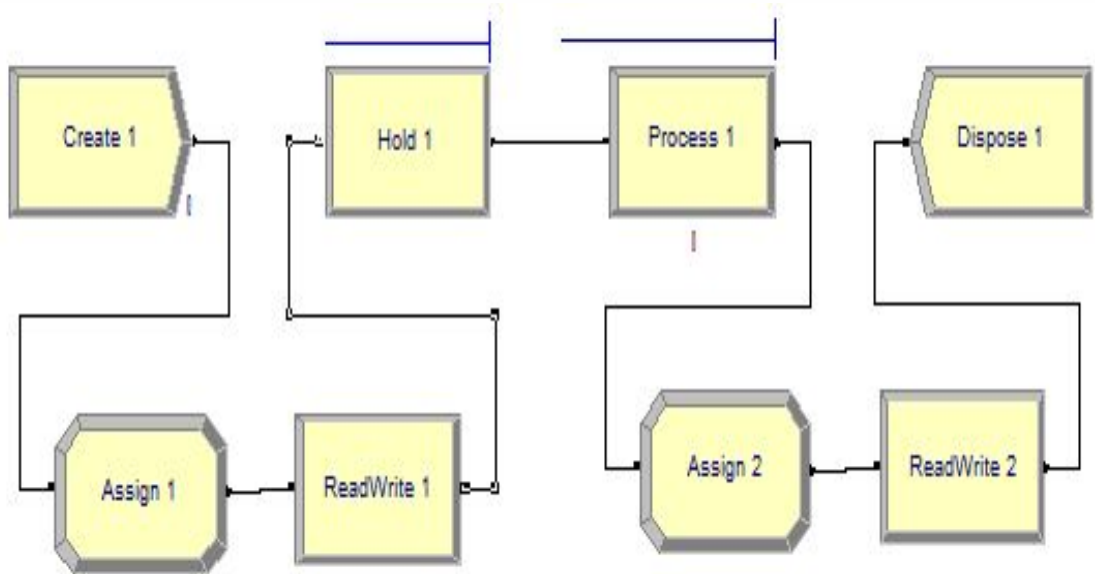
System States	Number Obs	Average Time	Standard Percent	Restricted Percent
0 entities	28	113.29	8.81	19.44
1 entities	50	52.2223	7.25	16.00
2 entities	43	55.2849	6.60	14.57
3 entities	49	43.9226	5.98	13.19
4 entities	52	47.5391	6.87	15.15
5 entities	47	45.6900	5.97	13.16
6 entities	37	37.3615	3.84	8.47
OUT OF RANGE	15	1 212 36	54.68	..

Number Obs – сколько раз в ходе моделирования достигалось значение.

Average Time – среднее время между двумя последовательными достижениями значения.

Standard Percent – доля времени (в %) в течении которого наблюдалось состояние.

Экспорт данных – М/М/1



Подключение файла

The screenshot shows the Arena software interface. The top part displays a process flow diagram with the following components: Create 1, Hold 1, Process 1, Dispose 1, Assign 1, ReadWrite 1, Assign 2, and ReadWrite 2. The bottom part shows a table titled "File - Advanced Process" with the following data:

	Name	Access Type	Operating System File Name	Structure	End of File Action	Initialize Option	Comment Character	Recordsets
1	File 1	Microsoft Excel (*.xlsx)	E:\Arena_Lab\Lab1\export_data\excel\hist.xlsx	Free Format	Dispose	Hold	No	2 rows
2	File 2	Sequential File	E:\Arena_Lab\Lab1\export_data\mcard\arrival.txt	Free Format	Dispose	Hold	No	0 rows
3	File 3	Sequential File	E:\Arena_Lab\Lab1\export_data\mcard\departure.txt	Free Format	Dispose	Hold	No	0 rows

Double-click here to add a new row.

Name – внутреннее имя файла (любое).

Access Type – тип файла (текстовый, MS Excel).

Operating System File Name – полное имя файла (с путём). Не должно содержать кириллицы.

Structure – формат содержимого файла (разделители и пр.)

Экспорт в текстовые файлы

File - Advanced Process							
	Name	Access Type	Operating System File Name	Structure	End of File Action	Initialize Option	Comment Character
1	File 2	Sequential File	E:\Arena_Lab\Lab1\export_data\mcad\arrival.txt	Free Format	Dispose	Hold	No
2	File 3	Sequential File	E:\Arena_Lab\Lab1\export_data\mcad\departure.txt	Free Format	Dispose	Hold	No

Access Type – Sequential File (последовательность выводимых значений).

Structure – Free Format (формат по умолчанию – каждое значение на новой строке).

Перед первым запуском файл должен быть создан.

Экспорт в электронные таблицы

File - Advanced Process								
	Name	Access Type	Operating System File Name	Structure	End of File Action	Initialize Option	Comment Character	Recordsets
1 ▶	File 1	Microsoft Excel (*.xlsx)	E:\Arena_Lab\Lab1\export_data\excel\hist.xlsx	Free Format	Dispose	Hold	No	2 rows

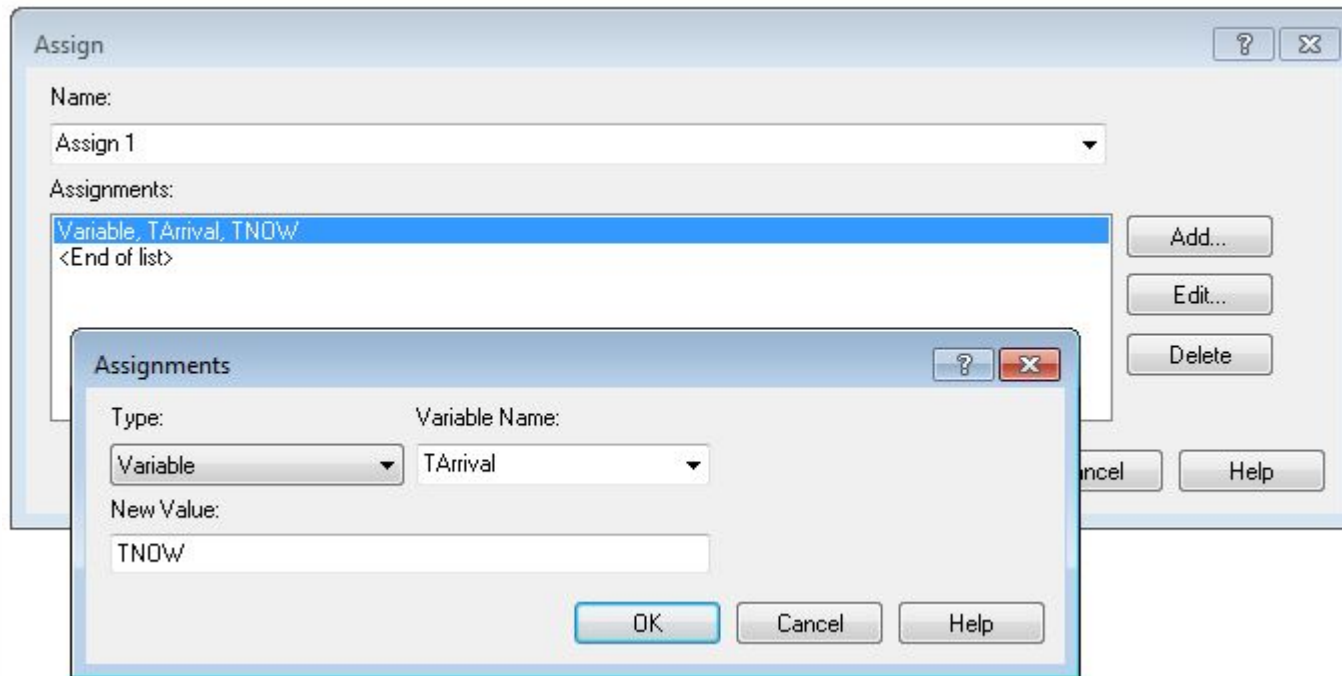
Access Type – Microsoft Excel (.xls) (электронная таблица).*

Recordsets – Разметка соответствия между областями таблицы и выводимыми/вводимыми в Arena данными.

Recordset Name	Named Range
Recordset 1	arrival
Recordset 2	departure
Recordset 3	

Перед первым запуском файл должен быть создан. Диапазоны в которые выводятся данные должны быть поименованы. Файл должен быть сохранён в формате MS Excel 2003 (.xls).

Блок Assign

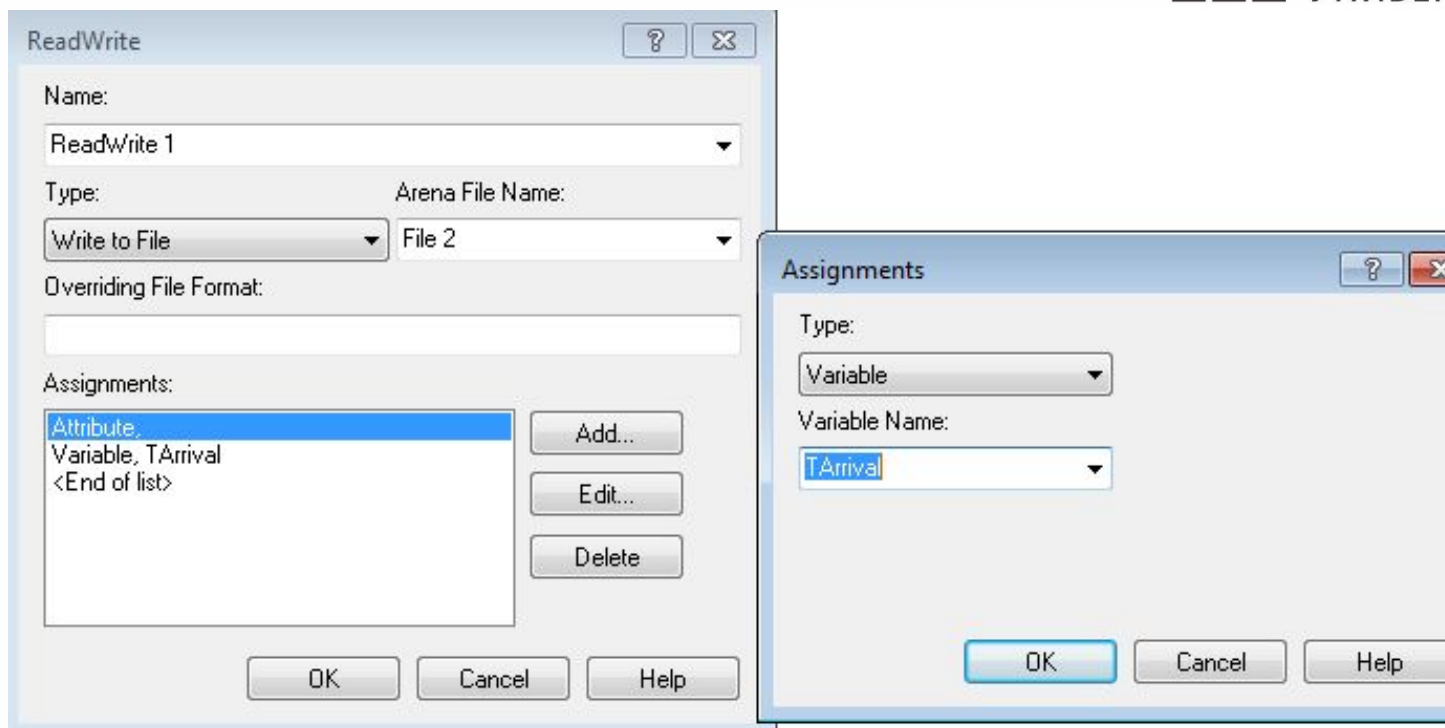


Type: Variable – присвоить значение глобальной переменной (названной *Variable Name*).

New Value - значение которое надо записать в переменную.

TNOW – функция в Arena, которая возвращает текущее модельное время.

Блок ReadWrite



Type: Write to File – установить блок на чтение или запись.
Arena File Name – связать с файлом (по внутреннему имени).
Assignments – набор переменных, атрибутов которые пишутся в файл.
Диалоговое окно – добавление новой фиксируемой в файл величины.

Дисциплина

*Математическое моделирование
объектов и систем управления*

Изучение модели
«Система М/М/1»
в среде Rockwell Arena

Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ

Владимир Андреевич Фаерман

