

Дисциплина

*Математическое моделирование
объектов и систем управления*

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

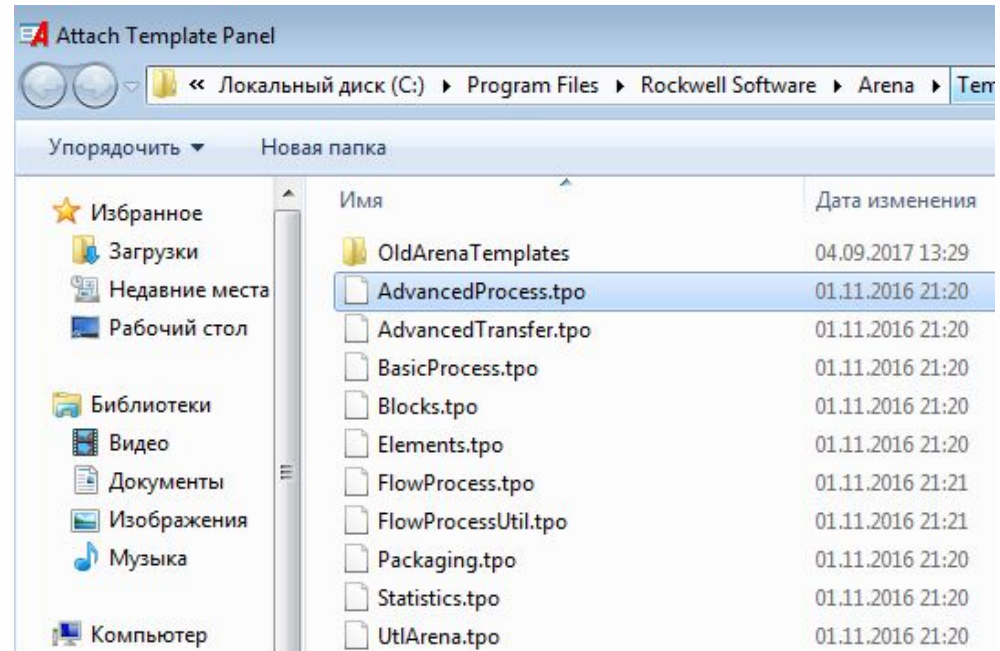
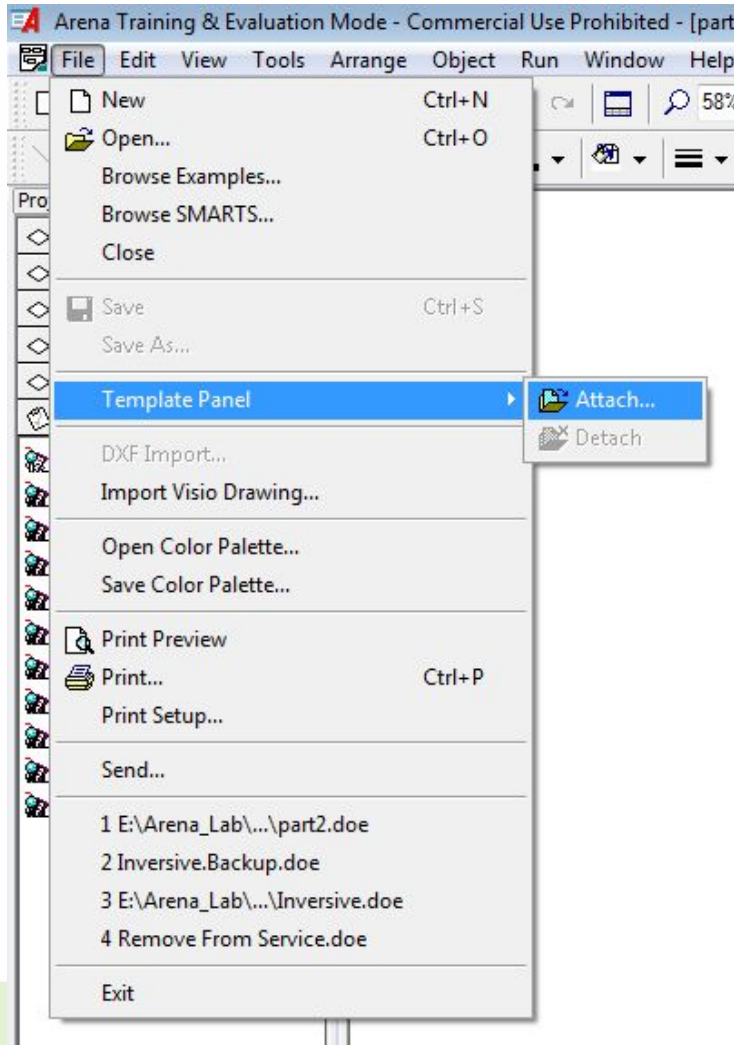
Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ

Владимир Андреевич Фаерман

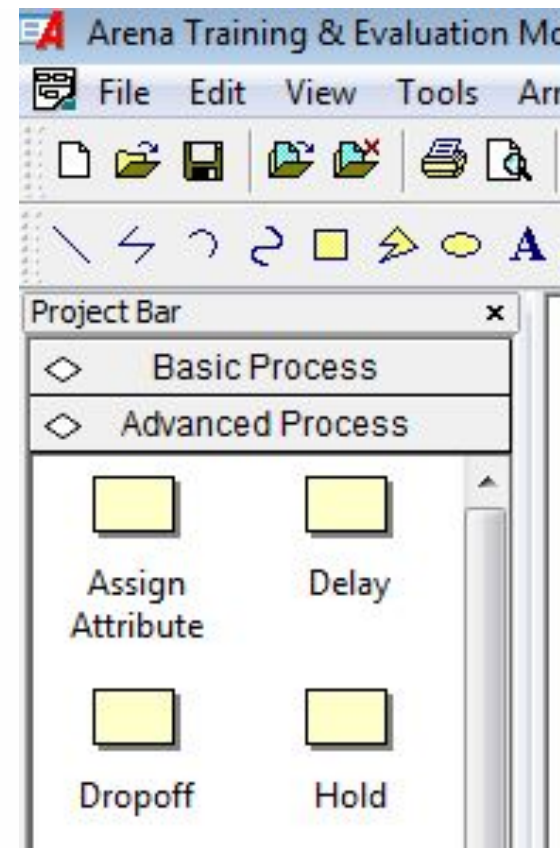
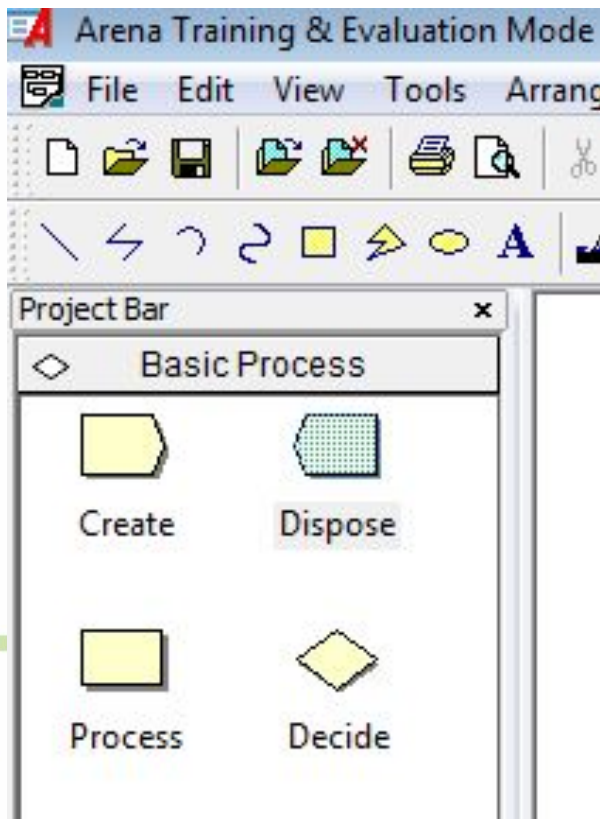
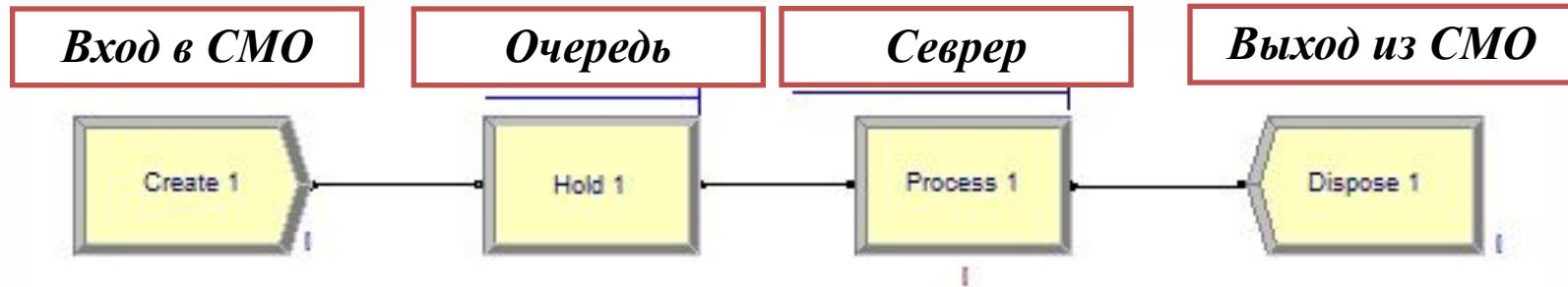


Advanced Processes

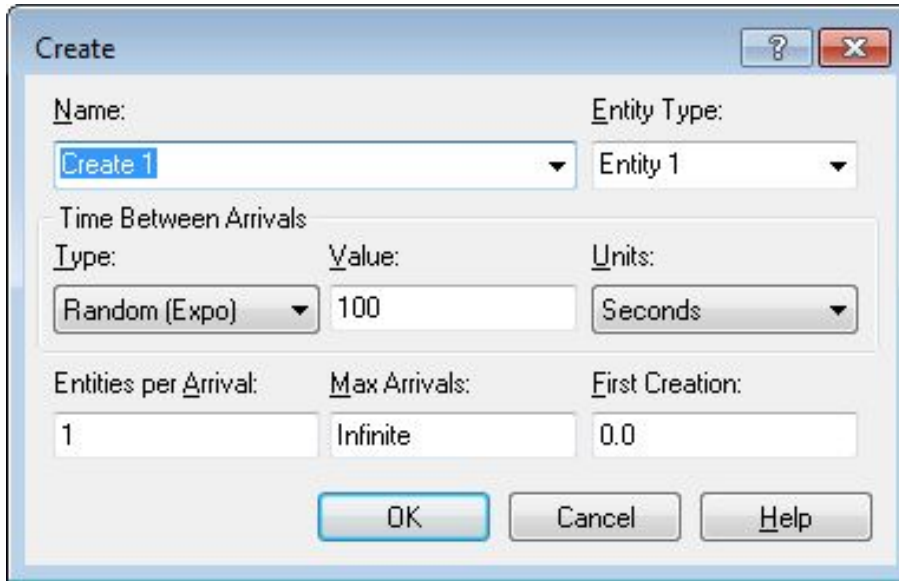
Для того, чтобы иметь доступ ко всем необходимым блокам – нужно подключить дополнительную палитру



Система М/М/1

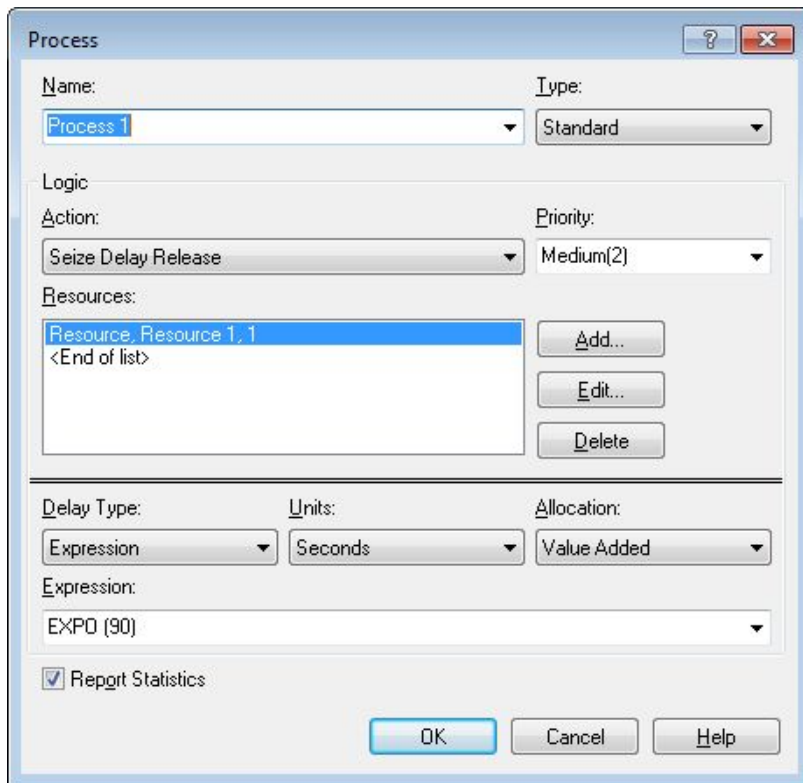


Блок Create



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*).



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.

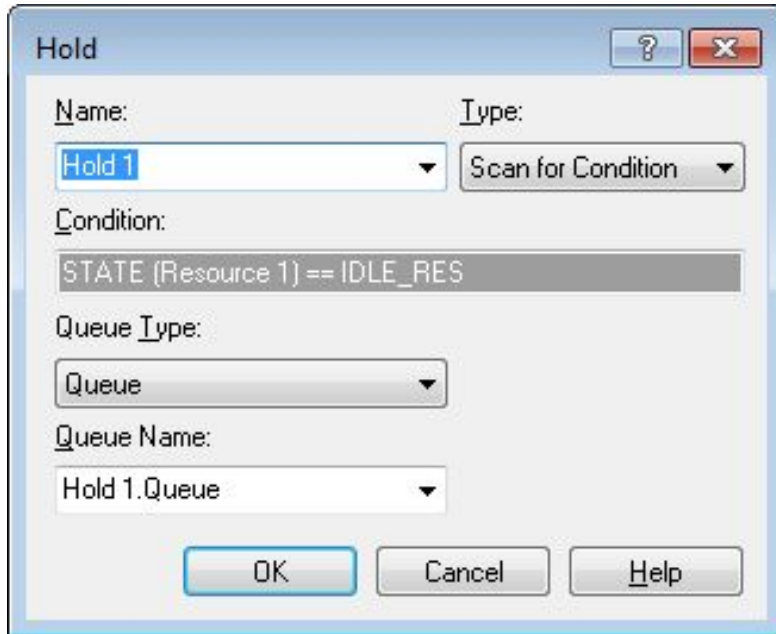
Process – обрабатывает заявки (моделирует сервер).

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:

OK Cancel Help

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).

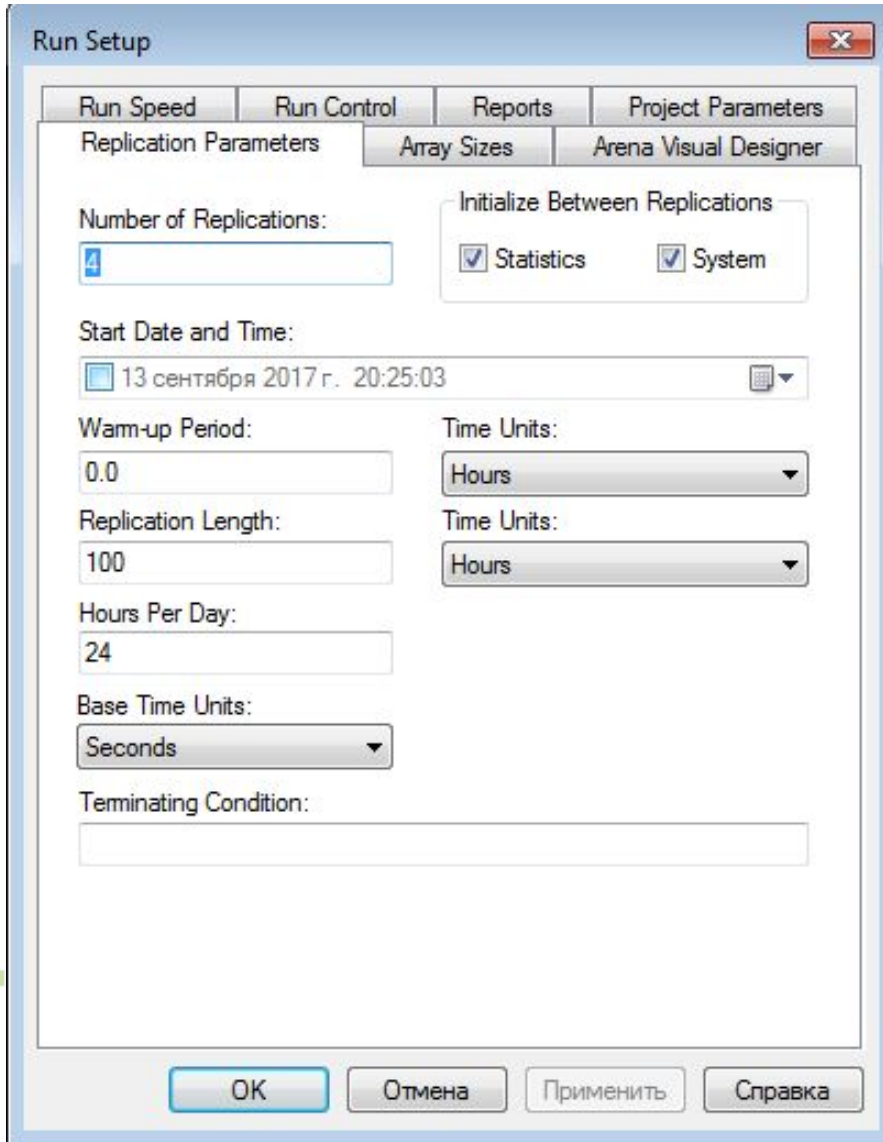
Pause – остановить моделирование.

Start Over – перейти к предшествующему событию.

Stop – закончить моделирование.

Чтобы вносить изменения в модель необходимо закончить моделирование.

Параметры модели



The image shows a 'Run Setup' dialog box with several tabs: 'Run Speed', 'Run Control', 'Reports', 'Project Parameters', 'Replication Parameters', 'Array Sizes', and 'Arena Visual Designer'. The 'Replication Parameters' tab is active. It contains the following fields and controls:

- Number of Replications:** A text box containing the value '4'.
- Initialize Between Replications:** A group box containing two checked checkboxes: 'Statistics' and 'System'.
- Start Date and Time:** A date and time picker showing '13 сентября 2017 г. 20:25:03'.
- Warm-up Period:** A text box containing '0.0'.
- Time Units:** A dropdown menu set to 'Hours'.
- Replication Length:** A text box containing '100'.
- Time Units:** A dropdown menu set to 'Hours'.
- Hours Per Day:** A text box containing '24'.
- Base Time Units:** A dropdown menu set to 'Seconds'.
- Terminating Condition:** An empty text box.

At the bottom of the dialog are four buttons: 'OK', 'Отмена' (Cancel), 'Применить' (Apply), and 'Справка' (Help).

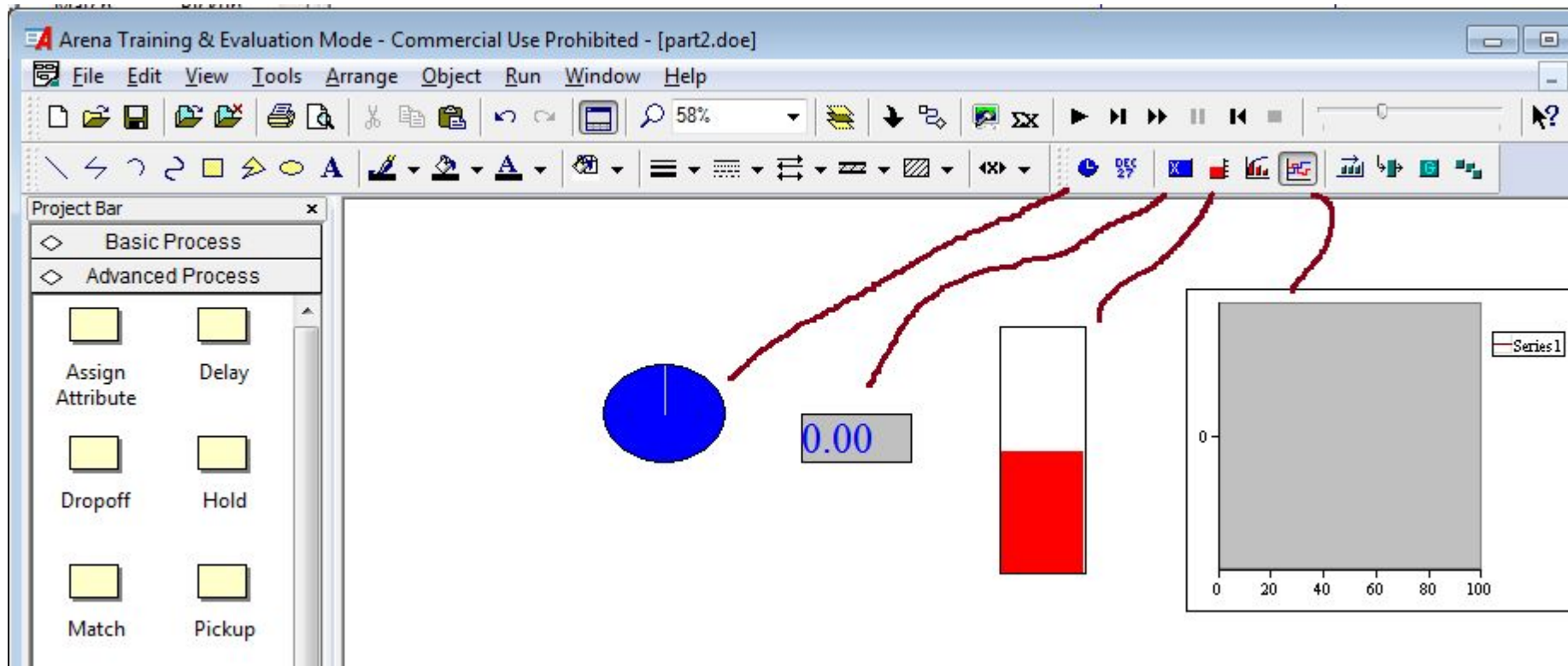
Number of Replications – количество повторений эксперимента с моделью.

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



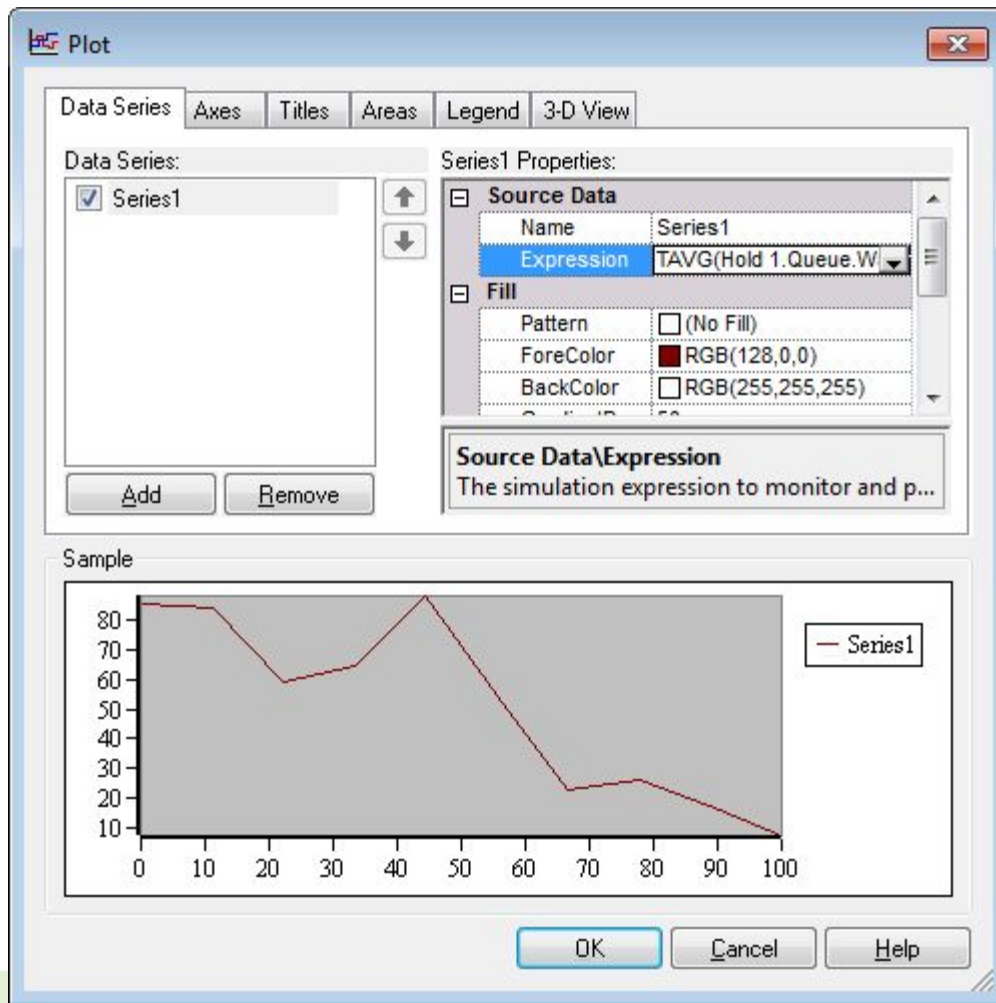
Clock – часы для отображения модельного времени.

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*).

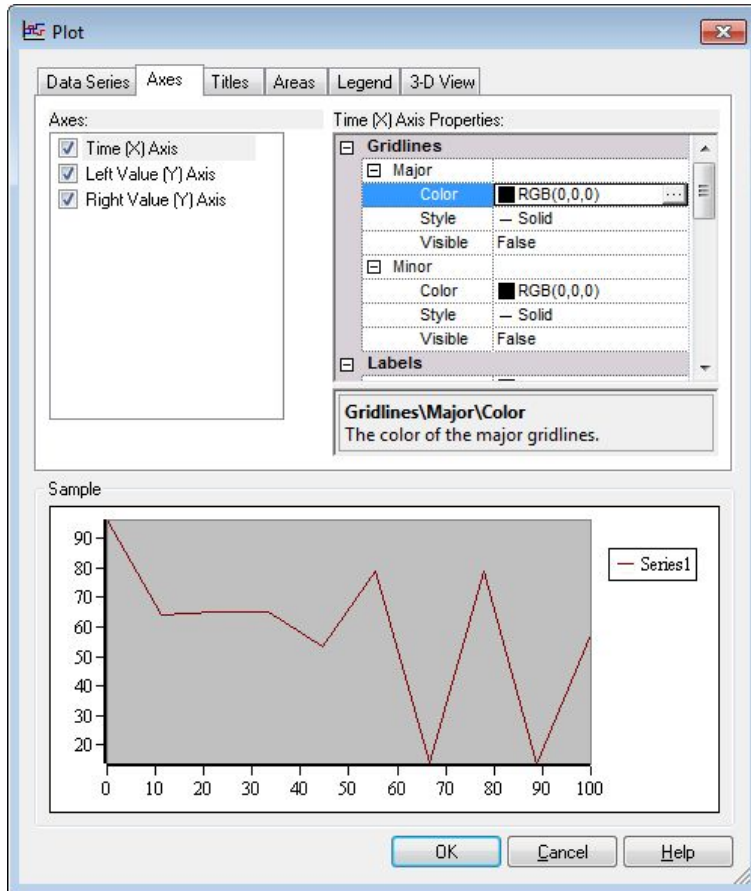
Name – имя кривой (отображается в легенде).

Data Series – вкладка, в которых задаются кривые.

Axes – настройка осей.

Остальные вкладки – кастомизация полотна и легенды.

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

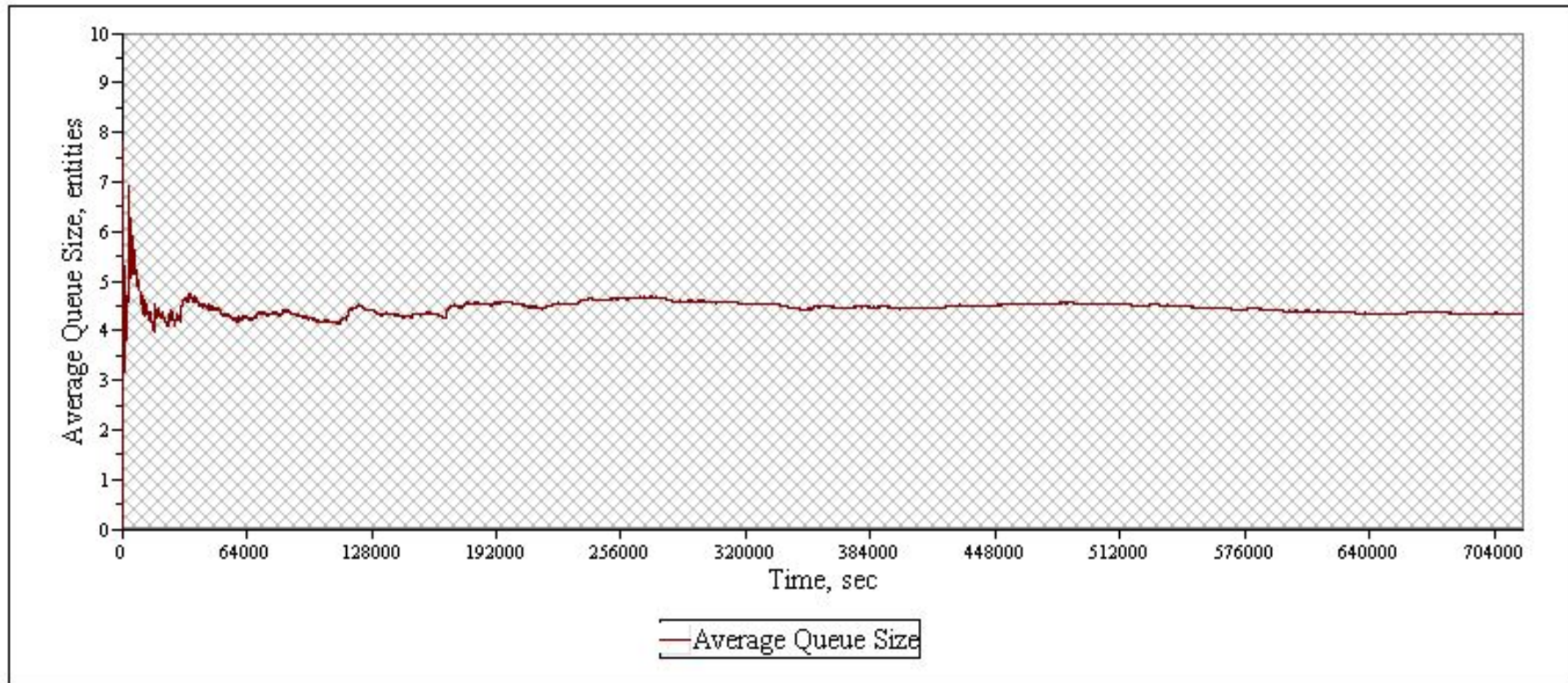


Настройки осей (Axes)

- **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.

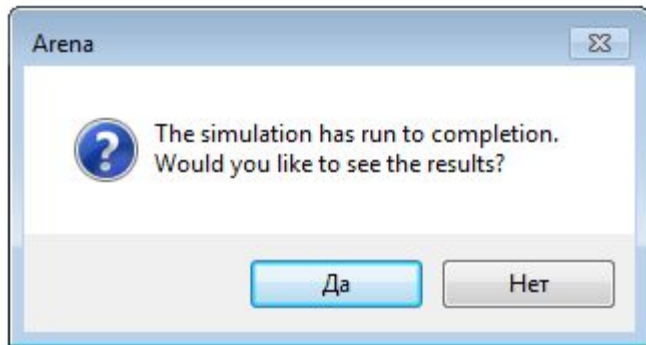
Пример графика



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

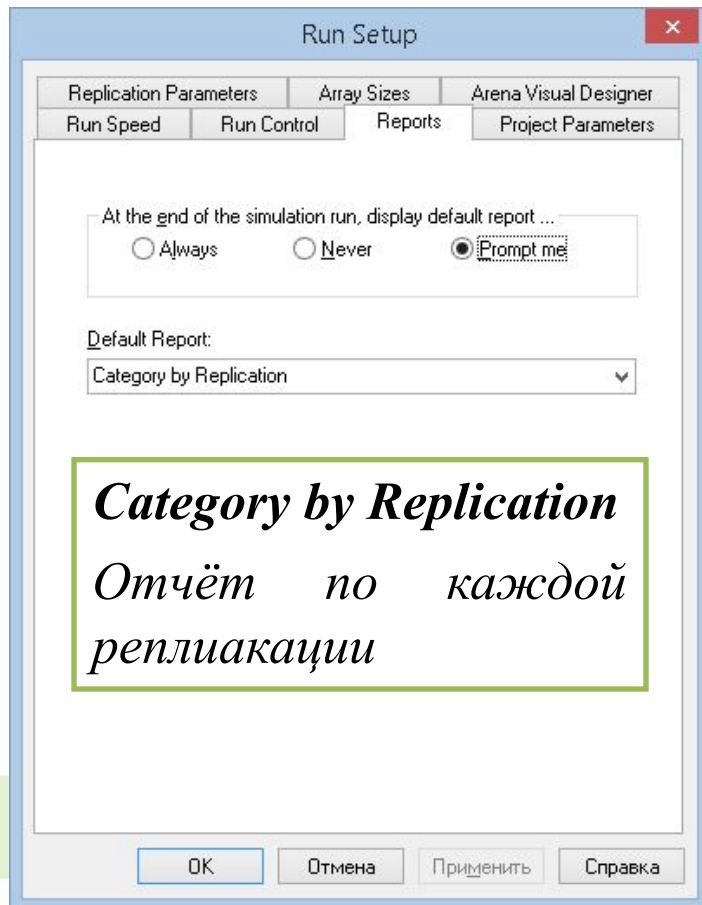
Entity

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	0.000000000	0.00	0.00

Отчёт (по репликациям)

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



Run Setup

Replication Parameters Array Sizes Arena Visual Designer

Run Speed Run Control Reports Project Parameters

At the end of the simulation run, display default report ...

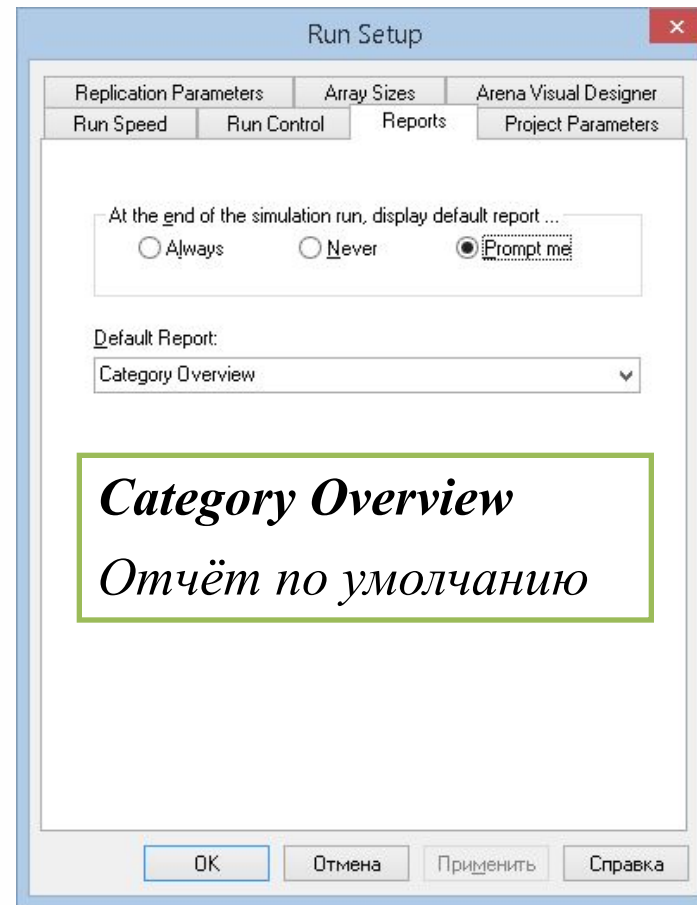
☐ Always ☐ Never ☒ Prompt me

Default Report:

Category by Replication

Category by Replication
Отчёт по каждой репликации

OK Отмена Применить Справка



Run Setup

Replication Parameters Array Sizes Arena Visual Designer

Run Speed Run Control Reports Project Parameters

At the end of the simulation run, display default report ...

☐ Always ☐ Never ☒ Prompt me

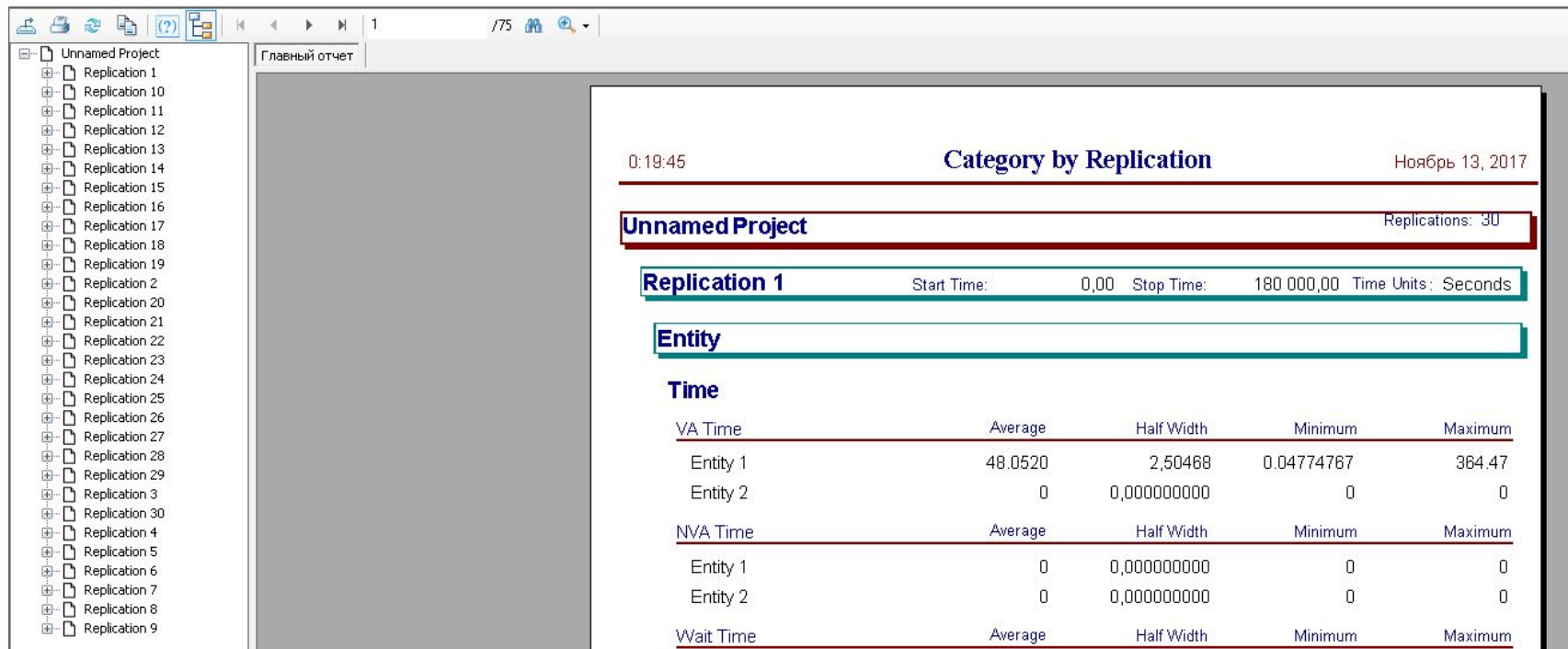
Default Report:

Category Overview

Category Overview
Отчёт по умолчанию

OK Отмена Применить Справка

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

16:32:51

Сентябрь 12, 2017

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0,00 Stop Time: 36 000,00 Time Units: Seconds

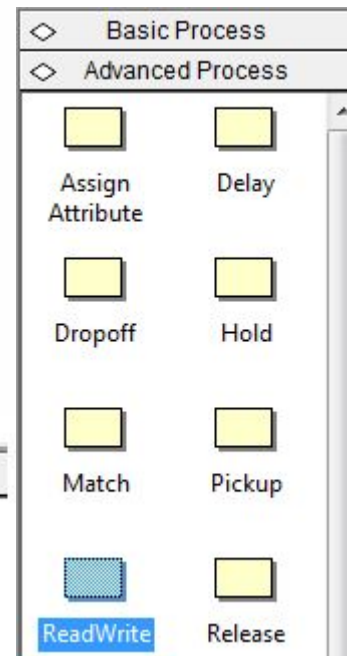
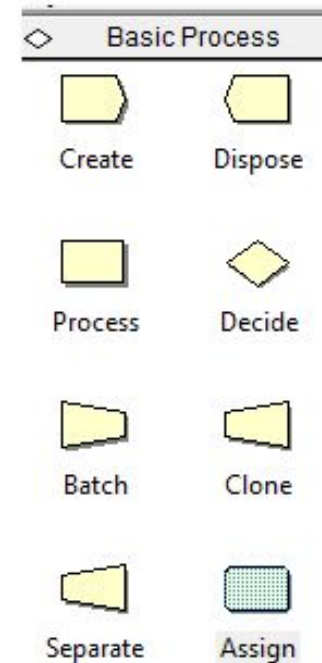
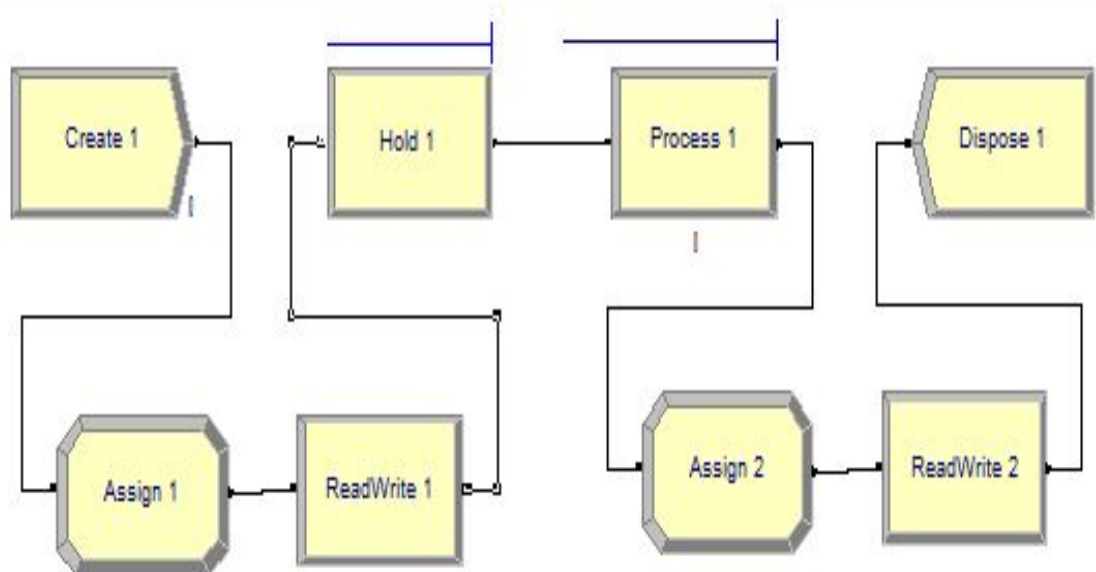
System States	Number Obs	Average Time	Standard Percent	Restricted Percent
0 entities	28	113,29	8,81	19,44
1 entities	50	52,2223	7,25	16,00
2 entities	43	55,2849	6,60	14,57
3 entities	49	43,9226	5,98	13,19
4 entities	52	47,5391	6,87	15,15
5 entities	47	45,6900	5,97	13,16
6 entities	37	37,3615	3,84	8,47
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 displays the Arena Training & Evaluation Mode interface. The top menu bar includes File, Edit, View, Tools, Arrange, Object, Run, Window, and Help. Below the menu is a toolbar with various icons for file operations and simulation control. The left sidebar, titled 'Project Bar', contains a 'Basic Process' section and an 'Advanced Process' section. The 'Advanced Process' section lists various process types: Match, Pickup, ReadWrite, Release, Remove, Seize, Search, Search and Remove, Signal, Store, Unstore, Adjust Variable, Advanced Set, Expression, Failure, and File. The main workspace shows a process flow diagram with the following steps: Create 1, Hold 1, Process 1, Dispose 1, Assign 1, ReadWrite 1, Assign 2, and ReadWrite 2. The flow starts with Create 1, goes to Hold 1, then to Process 1, then to Dispose 1. From Dispose 1, the flow splits into two parallel paths: one through Assign 1 and ReadWrite 1, and another through Assign 2 and ReadWrite 2. Both paths then merge back into the main flow. Below the diagram is a table titled '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
2	File 2	Sequential File	E:\Arena_Lab\Lab1\export_data\mcad\arrival.txt	Free Format	Dispose	Hold	No	0 rows
3	File 3	Sequential File	E:\Arena_Lab\Lab1\export_data\mcad\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).

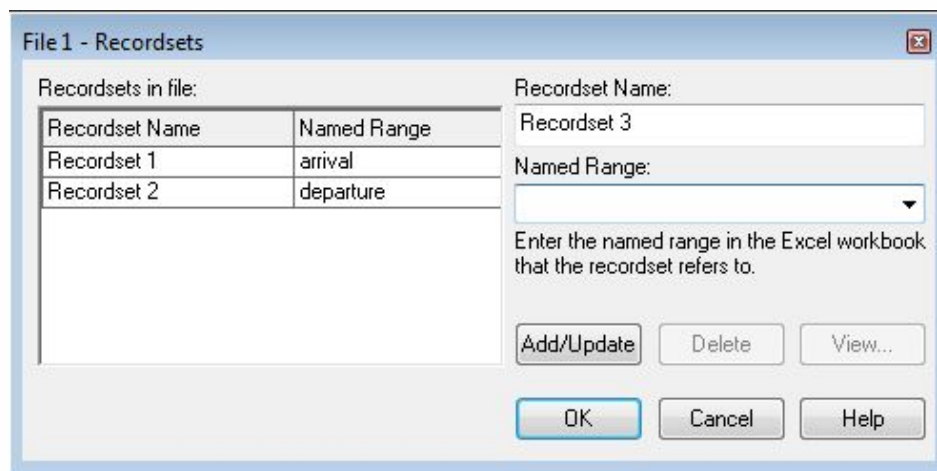
Перед первым запуском файл должен быть создан.

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

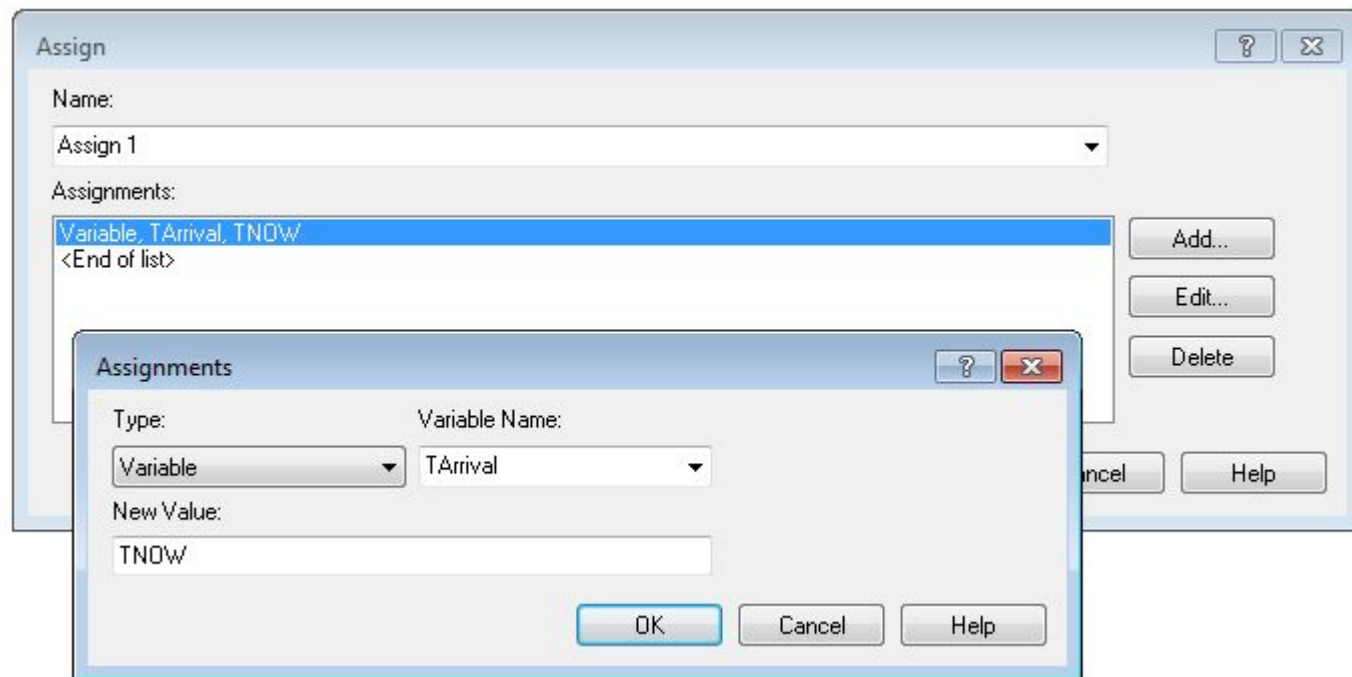
Access Type – Microsoft Excel (.xls) (электронная таблица).*

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



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

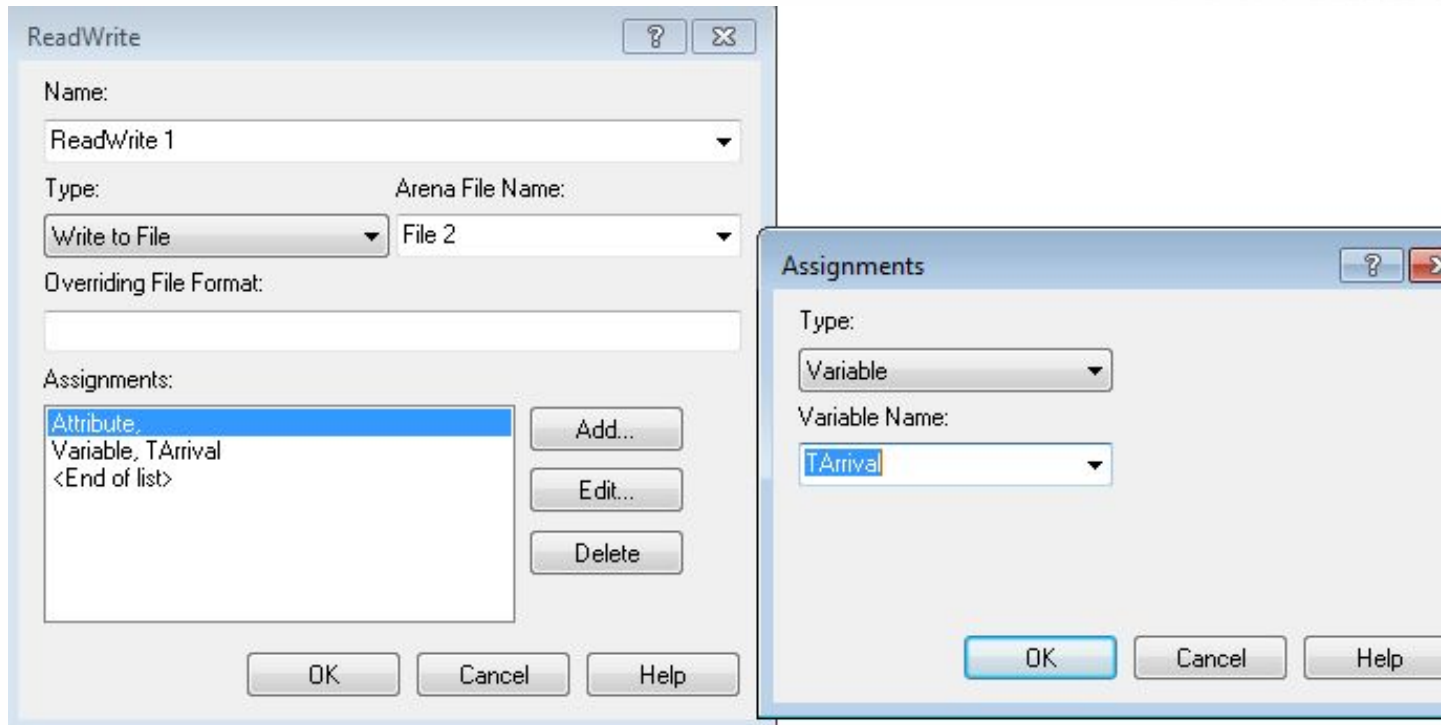


Type: Variable – присвоить значение глобальной переменной (названной *Variable Name*).

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

