ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

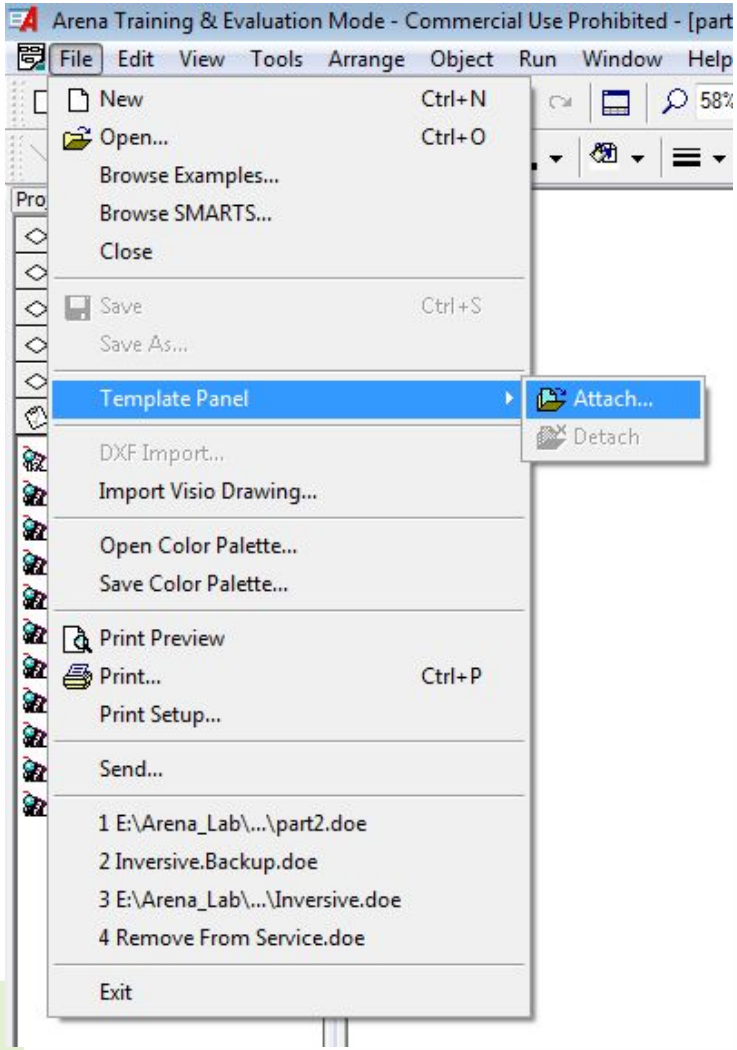
Дисциплина *Математическое моделирование объектов и систем управления*

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

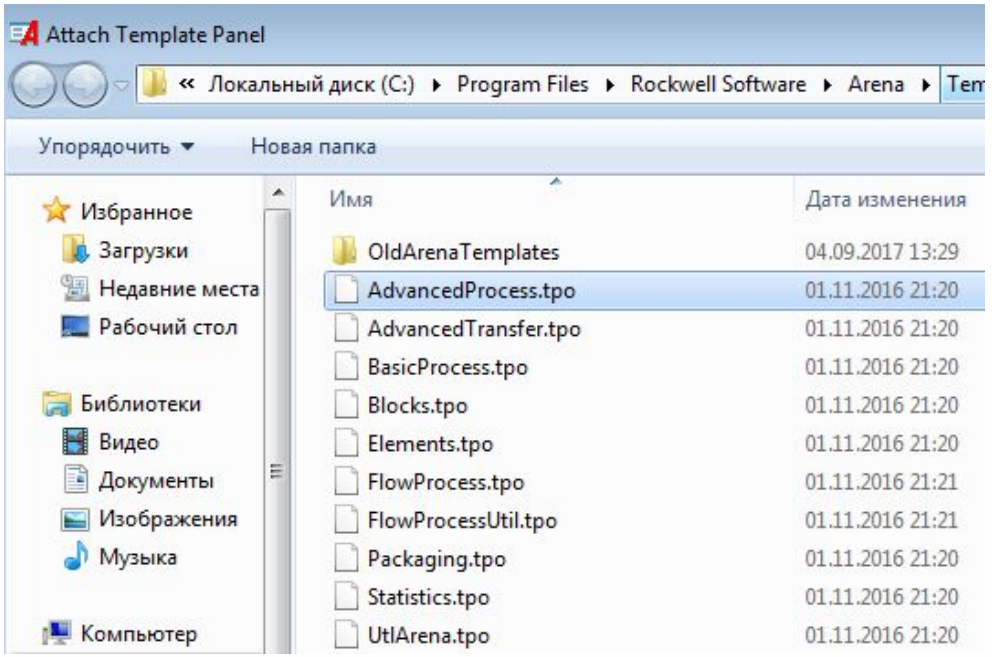
Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ *Владимир Андреевич Фаерман*

Advanced Processes

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

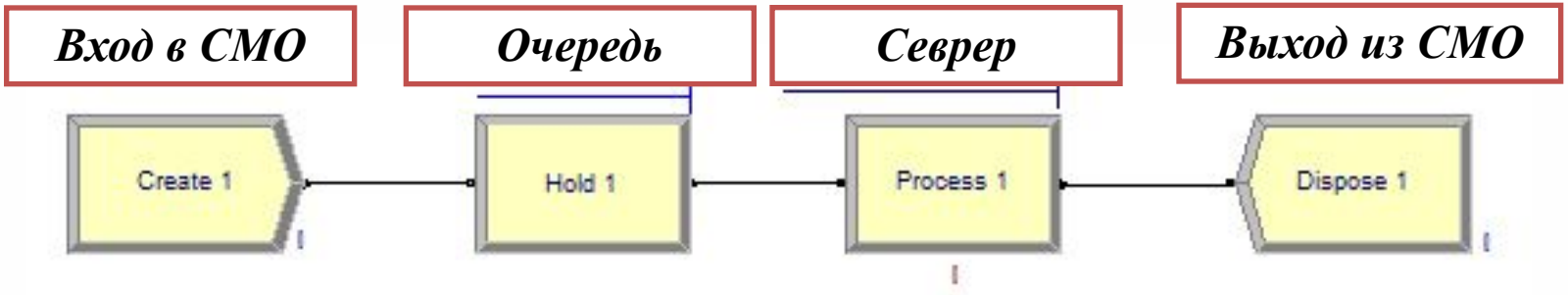


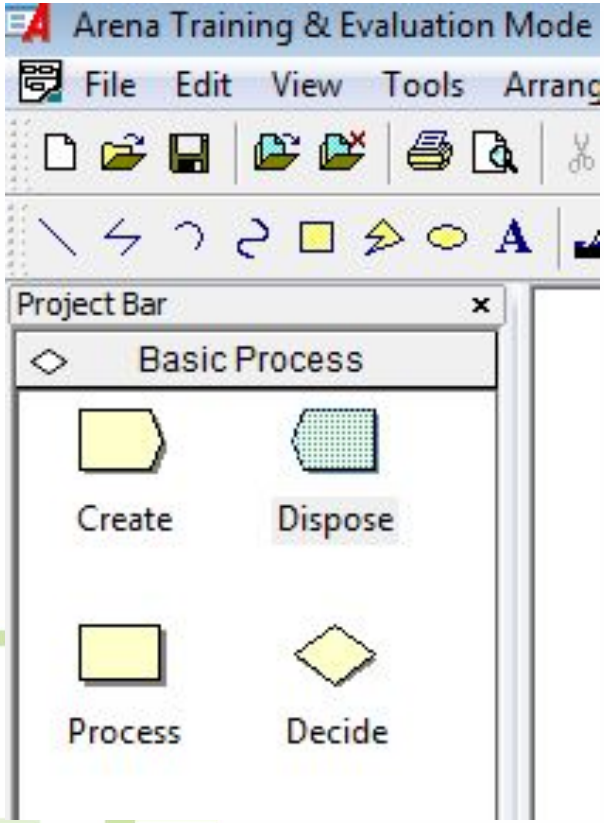
Для того, чтобы иметь доступ ко всем необходимым блокам – нужно подключить дополнительную палитру

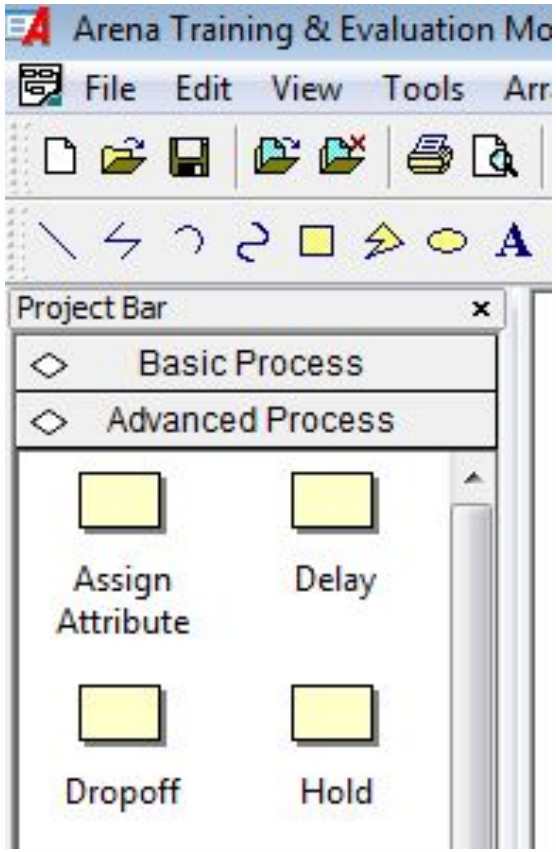


Система M/M/1

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

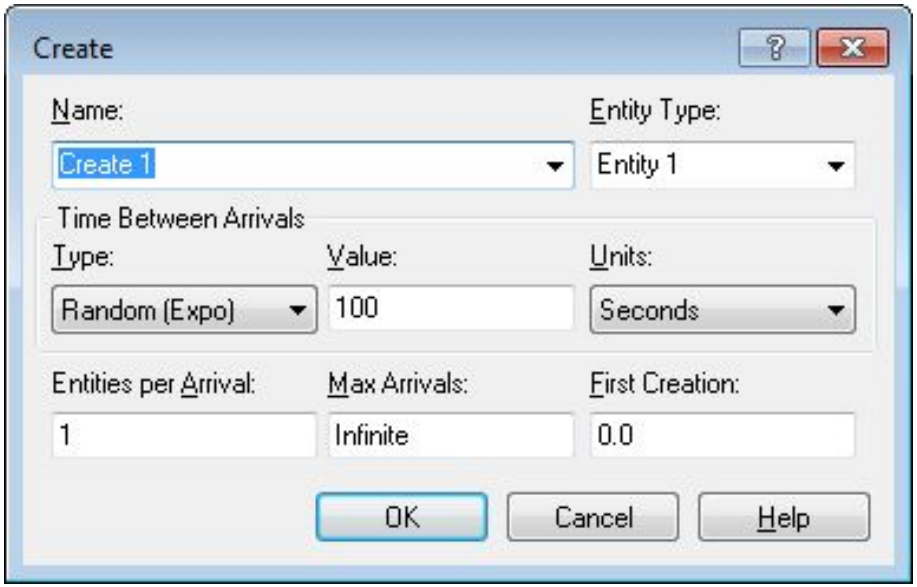






Блок Create

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

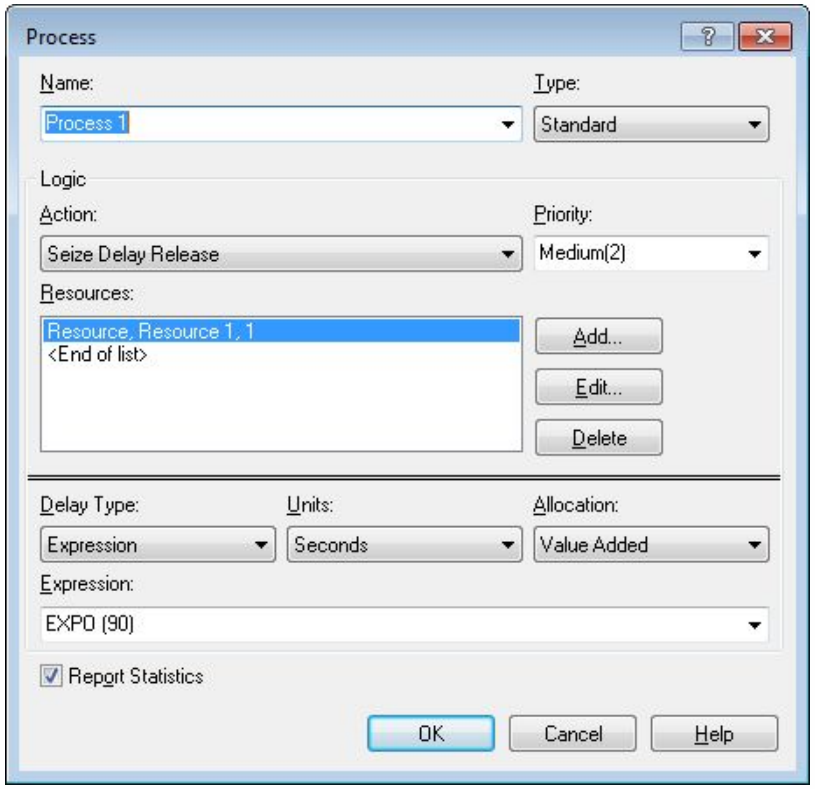


Create – генерирует заявки, которые поступают на сервер (на обработку) или в очередь.

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

Блок Process

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



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).

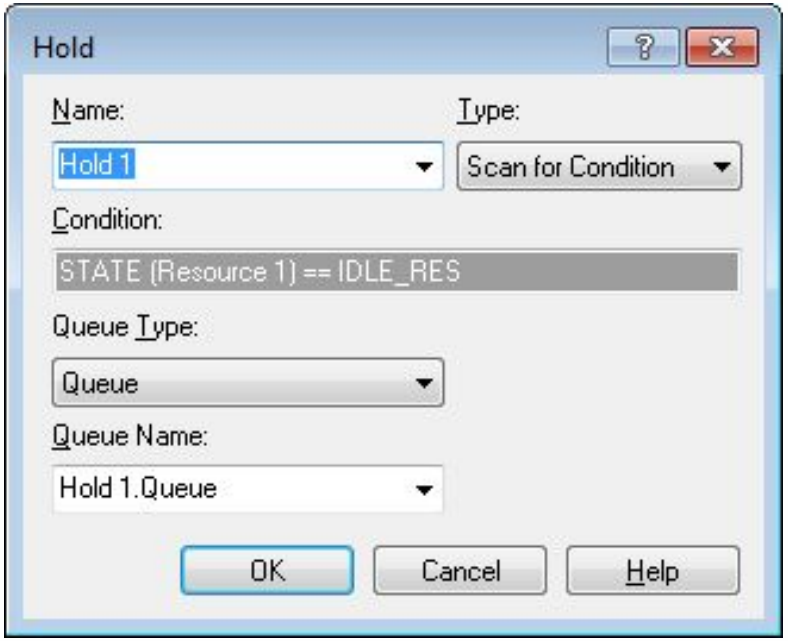
Неизменяемые параметры

Action – *Seize Delay Release*.

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

Блок Hold

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



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).

Моделирование

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

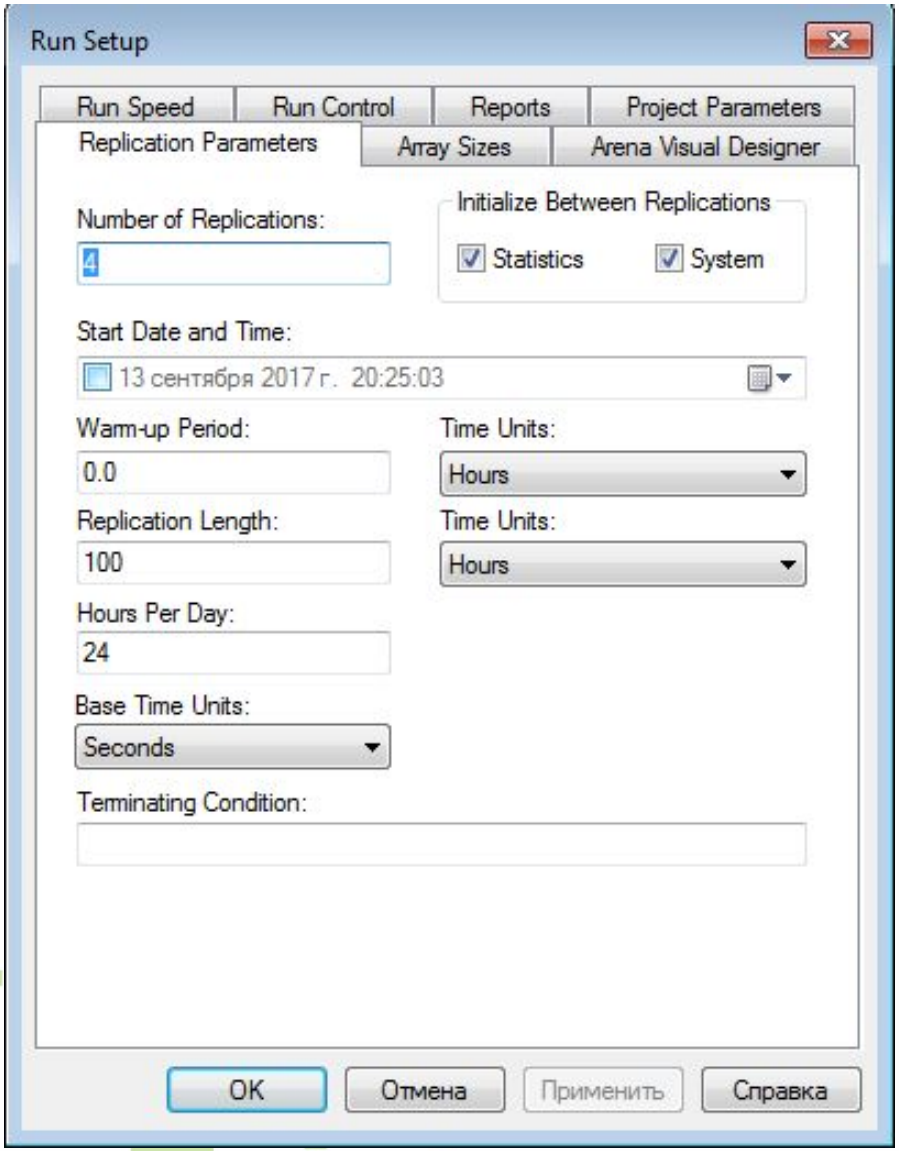
Интерфейс управления моделированием

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

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Number of Replications – количество повторений эксперимента с моделью.

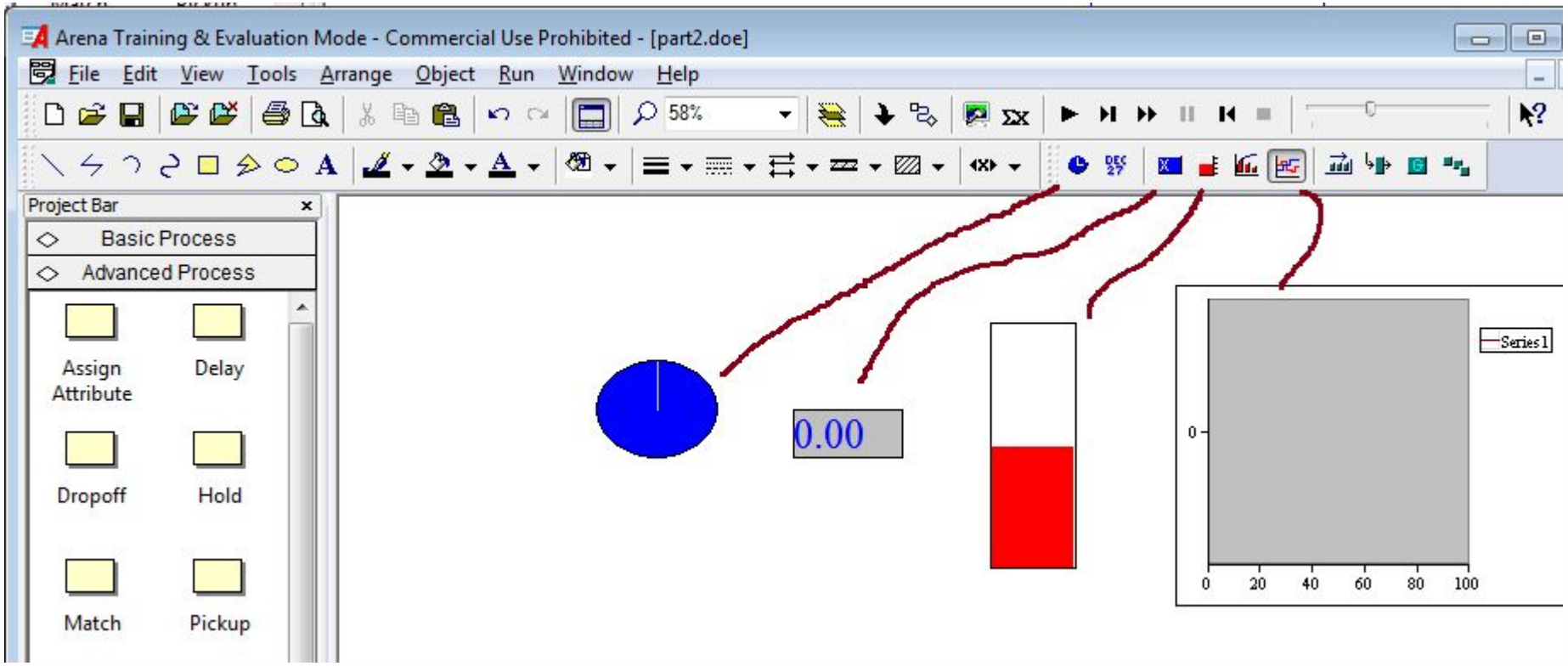
Replication Length – продолжительность прогона модели.

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

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

Графические элементы

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Clock – часы для отображения модельного времени.

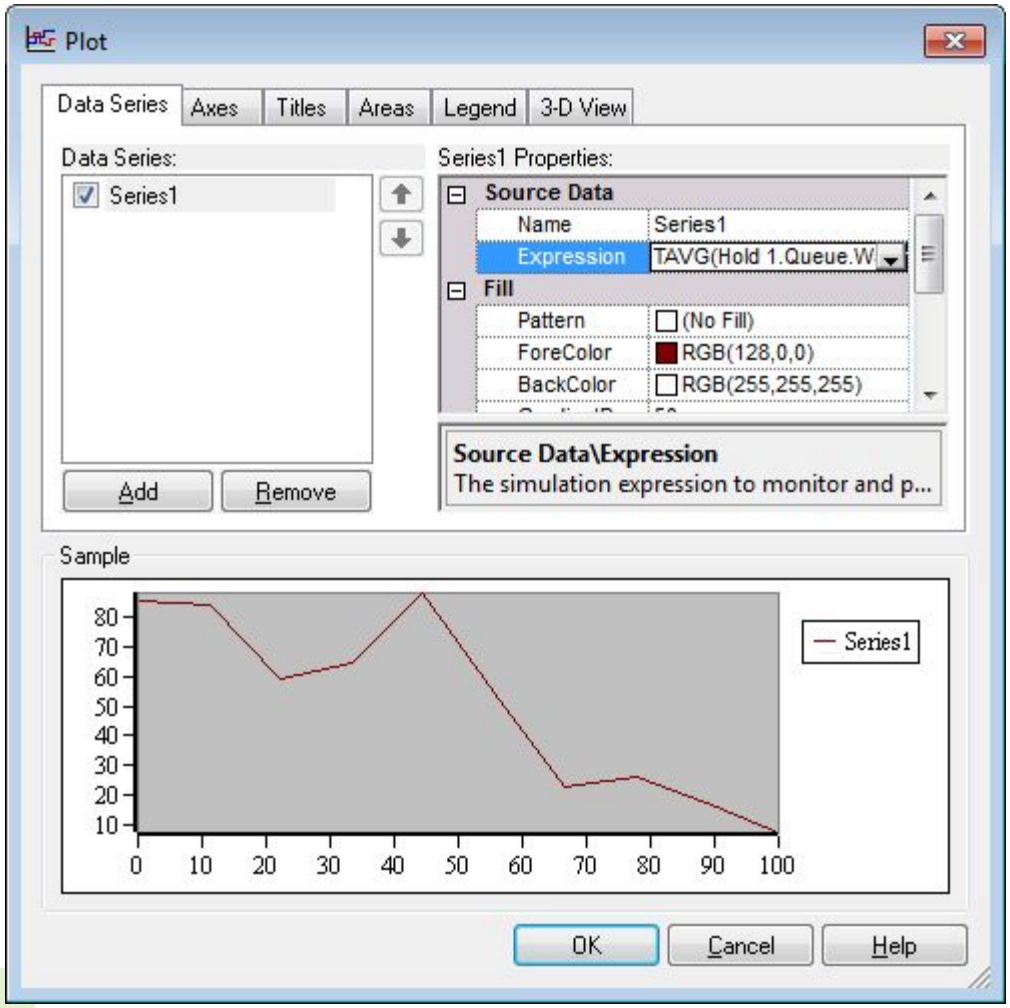
Variable – индикатор для отображения числового значения заданной величины.

Level – графический индикатор уровня заданной величины.

Plot – график изменения заданной величины.

Графики в Arena

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



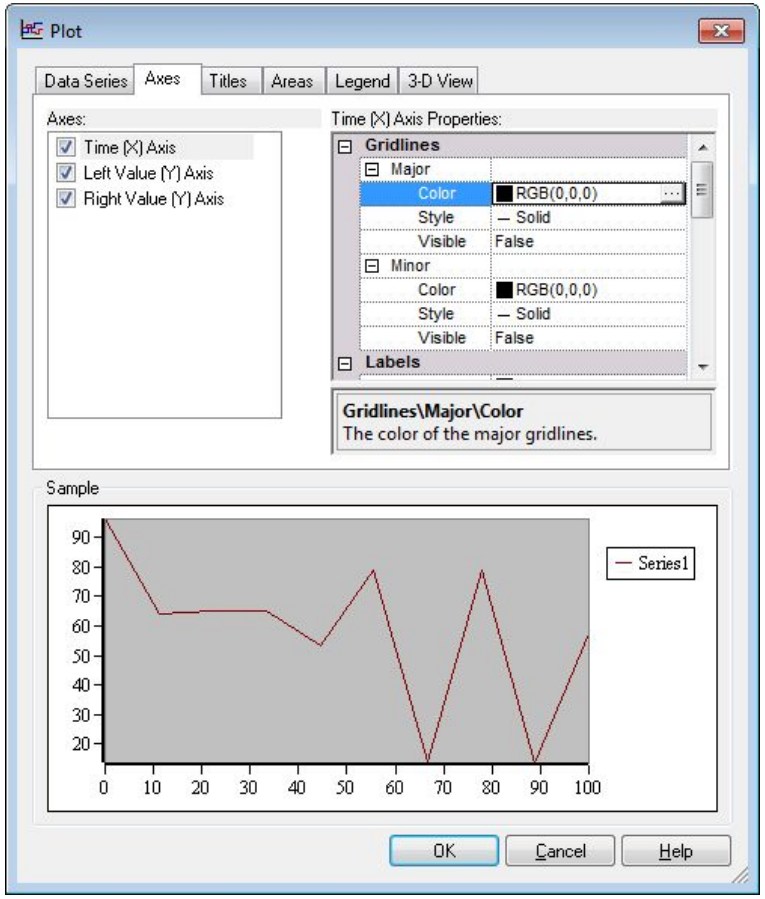
Expression – выражение, в соответствии с которым строится кривая (можно использовать *Expression Builder*).
Name – имя кривой (отображается в легенде).

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

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



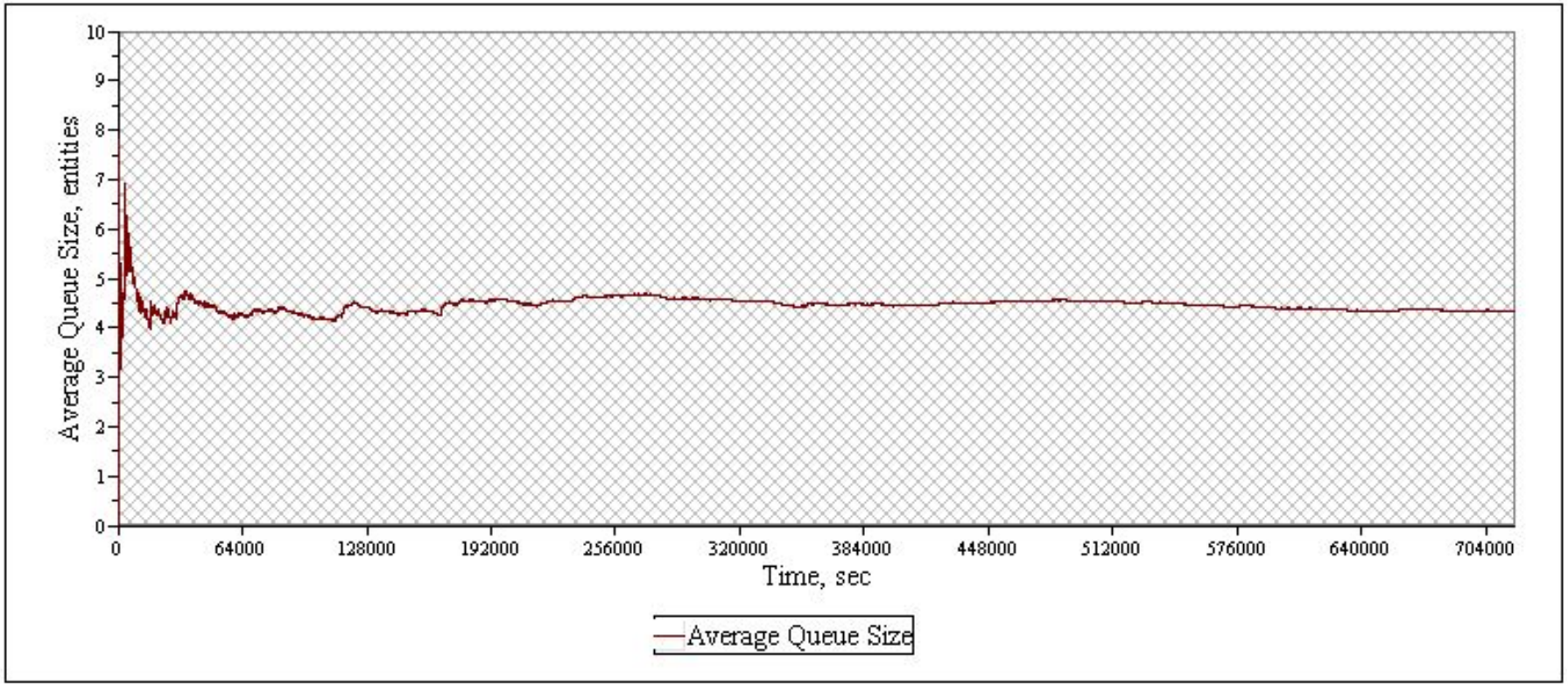
Настройки осей (Axes)

- ***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

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



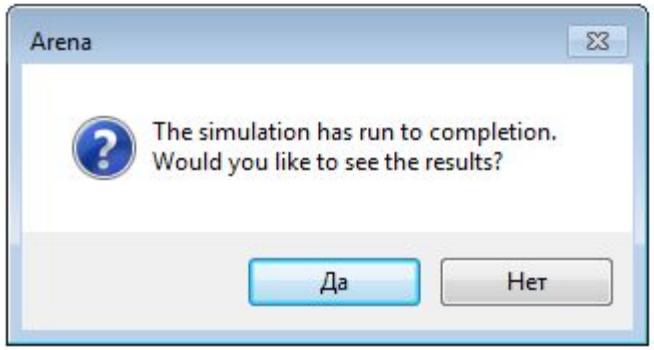
Изменен фон полотна, шрифты подписей, масштаб осей

Можно использовать произвольное форматирование, но

1. оси должны быть подписаны (с указанием ед. изм.),
2. должны присутствовать шкалы (понятен масштаб осей).

Отчёт

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



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

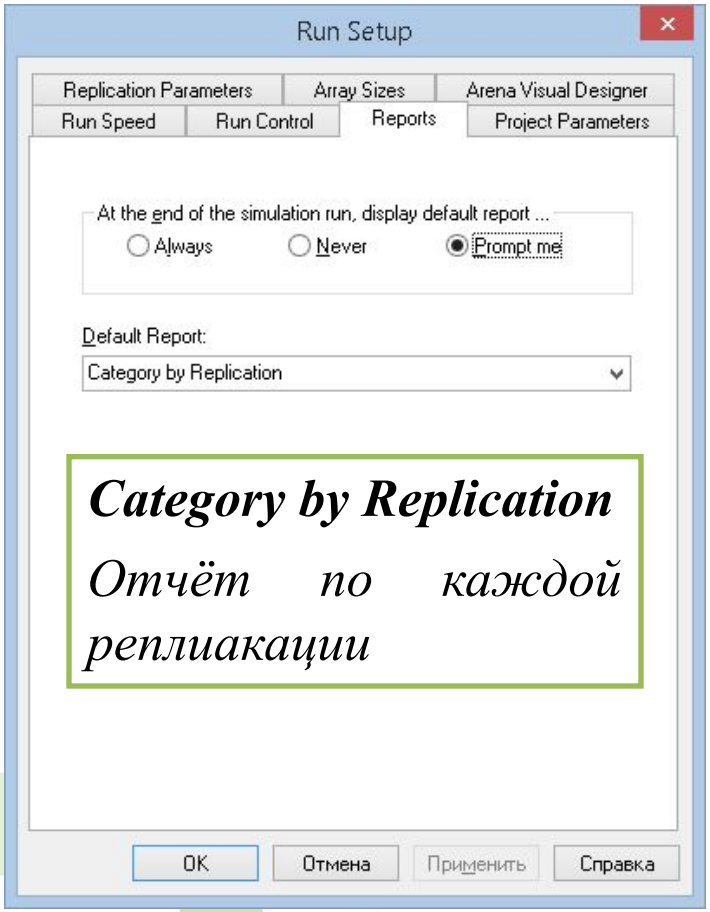
VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	94.8273	7,92097	0.2497	595.32

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	0.000000000	0.00	0.00

Отчёт (по репликациям)

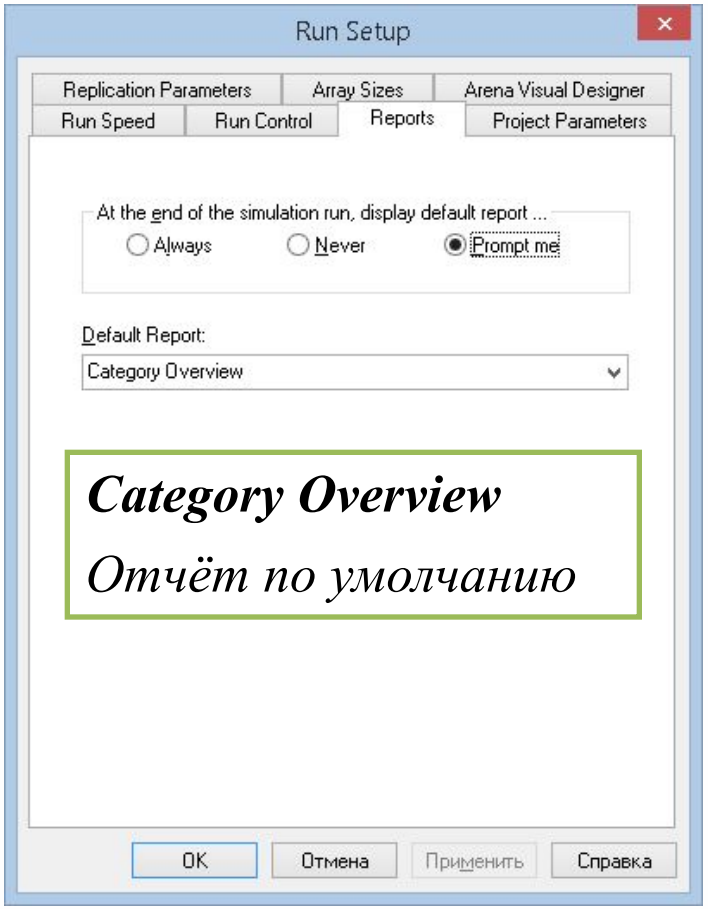
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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



Category by Replication

Отчёт по каждой репликации

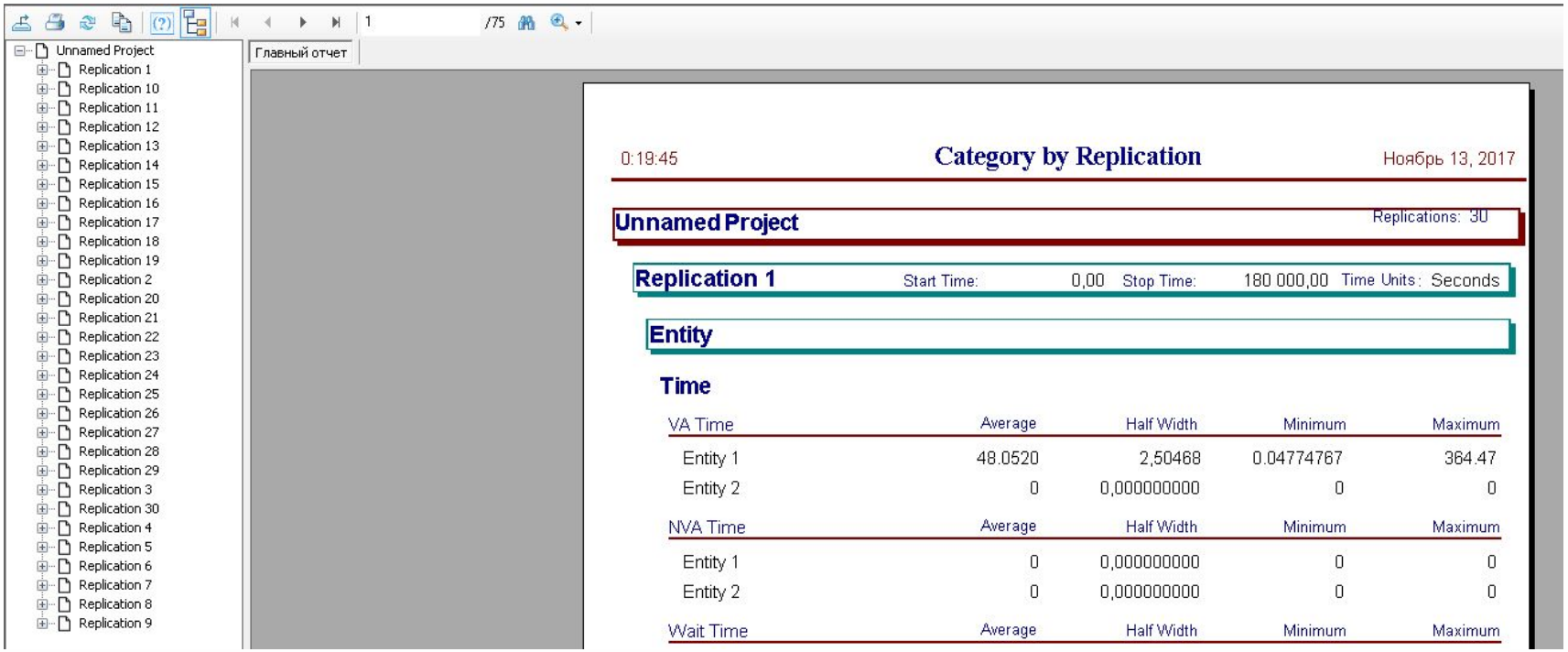


Category Overview

Отчёт по умолчанию

Отчёт (по репликациям)

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



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

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

Контроль модели

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

MTBA	MST
99	88

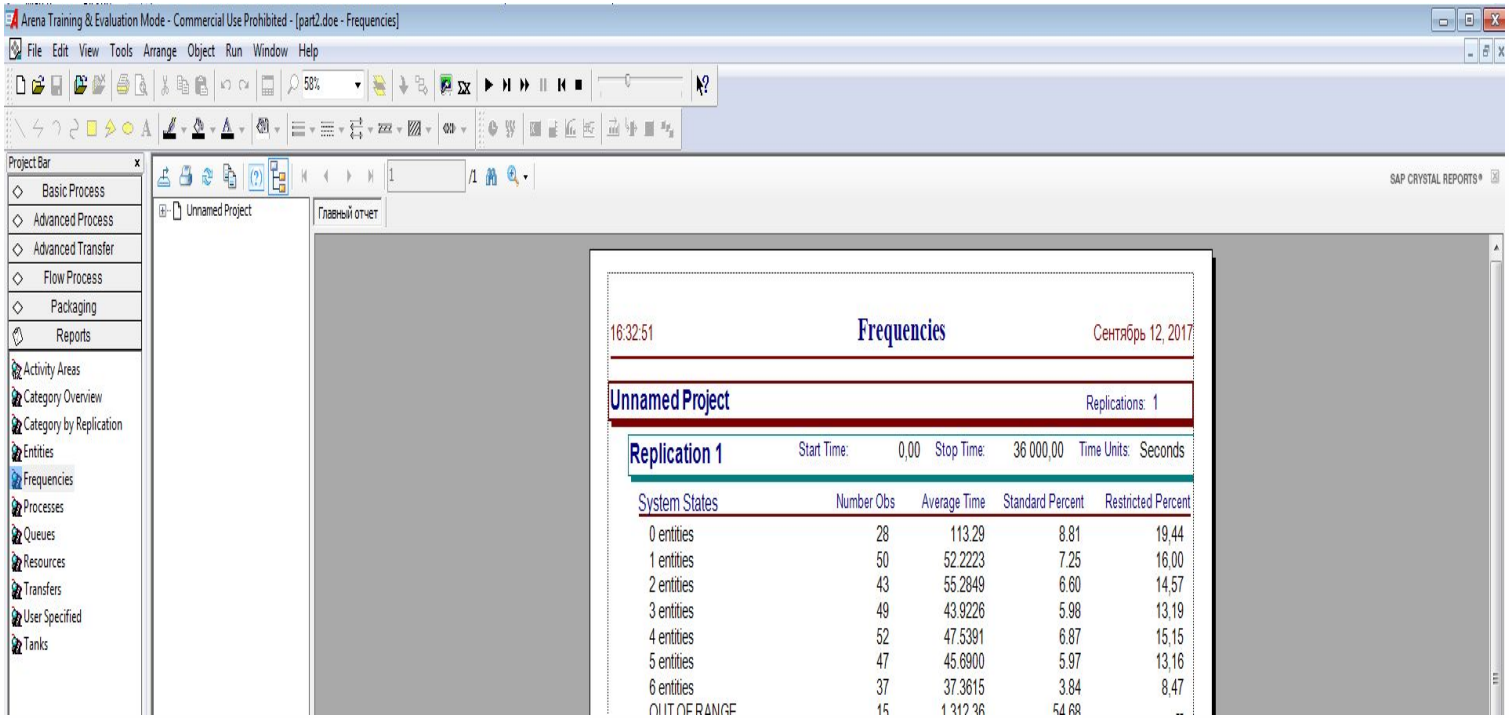
Данные для проверки корректности модели

***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

Использование статистики

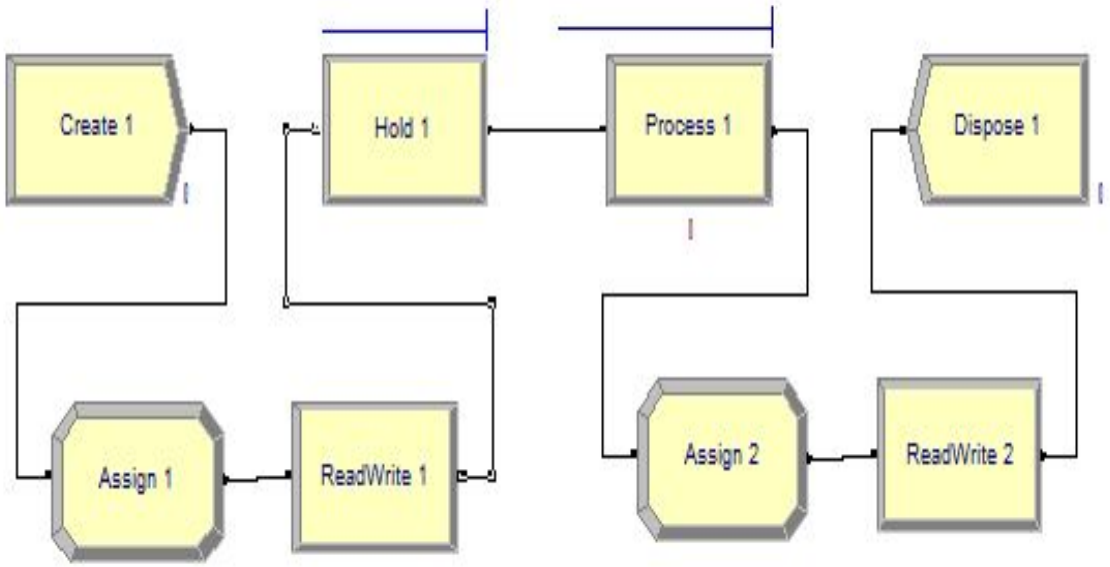
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

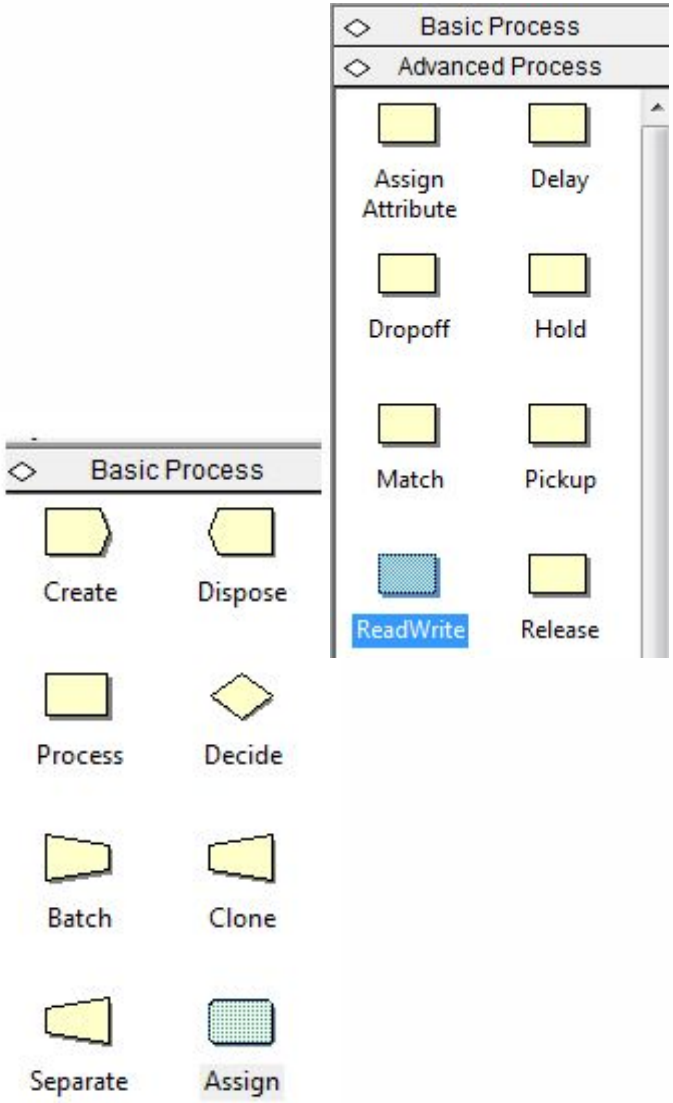


Number Obs *– сколько раз в ходе моделирования достигалось значение.*
Average Time *– среднее время между двумя последовательными достижениями значения.*
Standard Percent *– доля времени (в %) в течении которого наблюдалось состояние.*

Экспорт данных – M/M/1

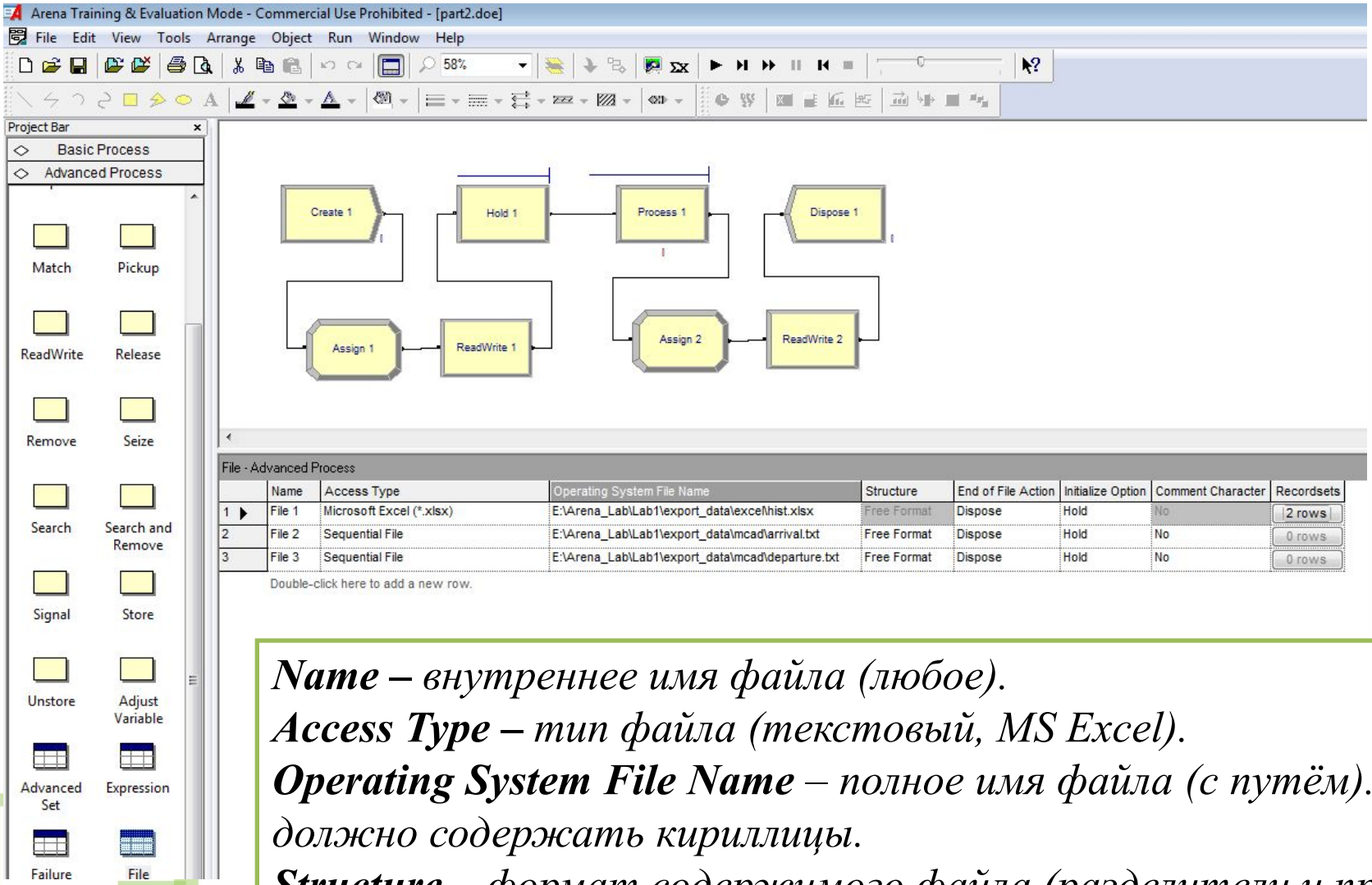
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ





Подключение файла

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



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

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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 *– **S**equential File (последовательность выводимых значений).*
Structure *– Free Format (формат по умолчанию – каждое значение на новой строке).*

Перед первым заупском файл должен быть создан.

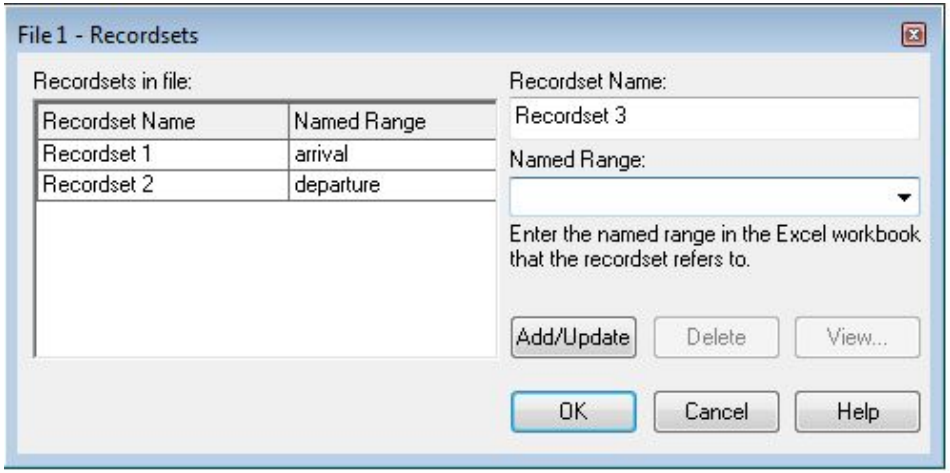
Экспорт в электронные таблицы

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

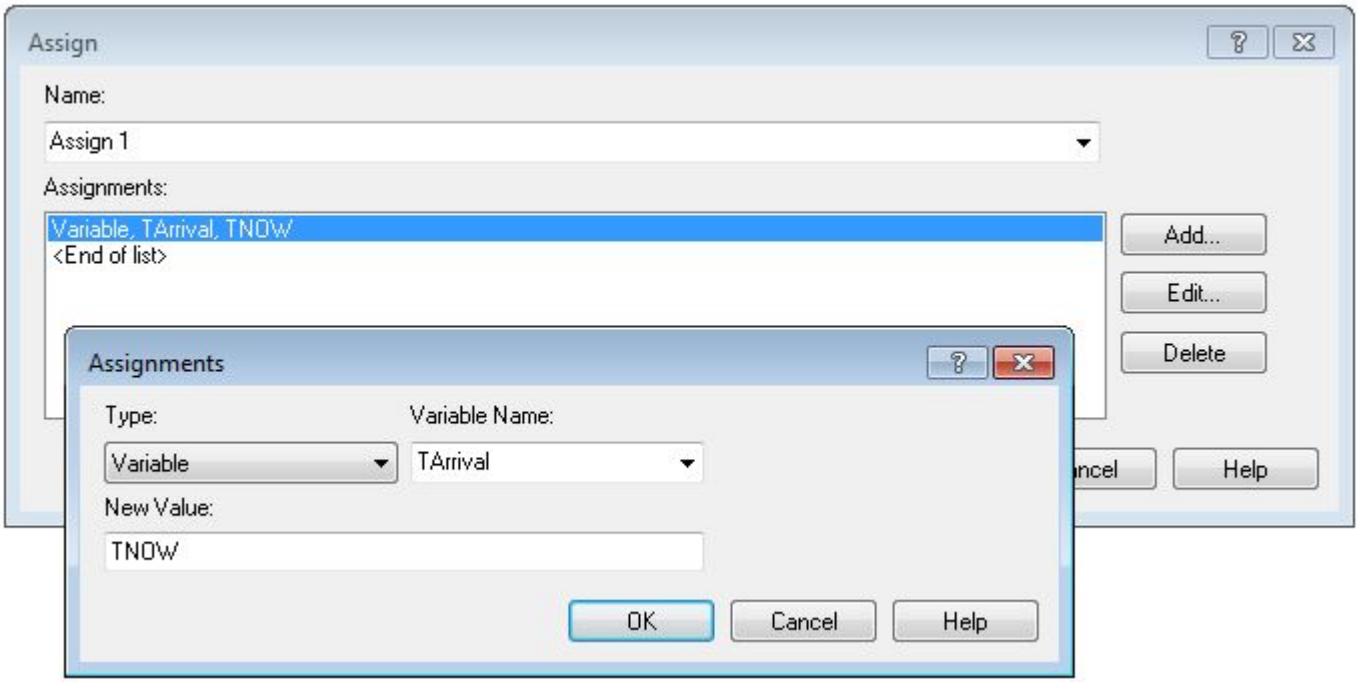
Access Type – Microsoft Excel (*.xls) *(электронная таблица).*
Recordsets *– Разметка соответствия между областями таблицы и выводимыми/вводимыми в Arena данными.*



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

Блок Assign

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



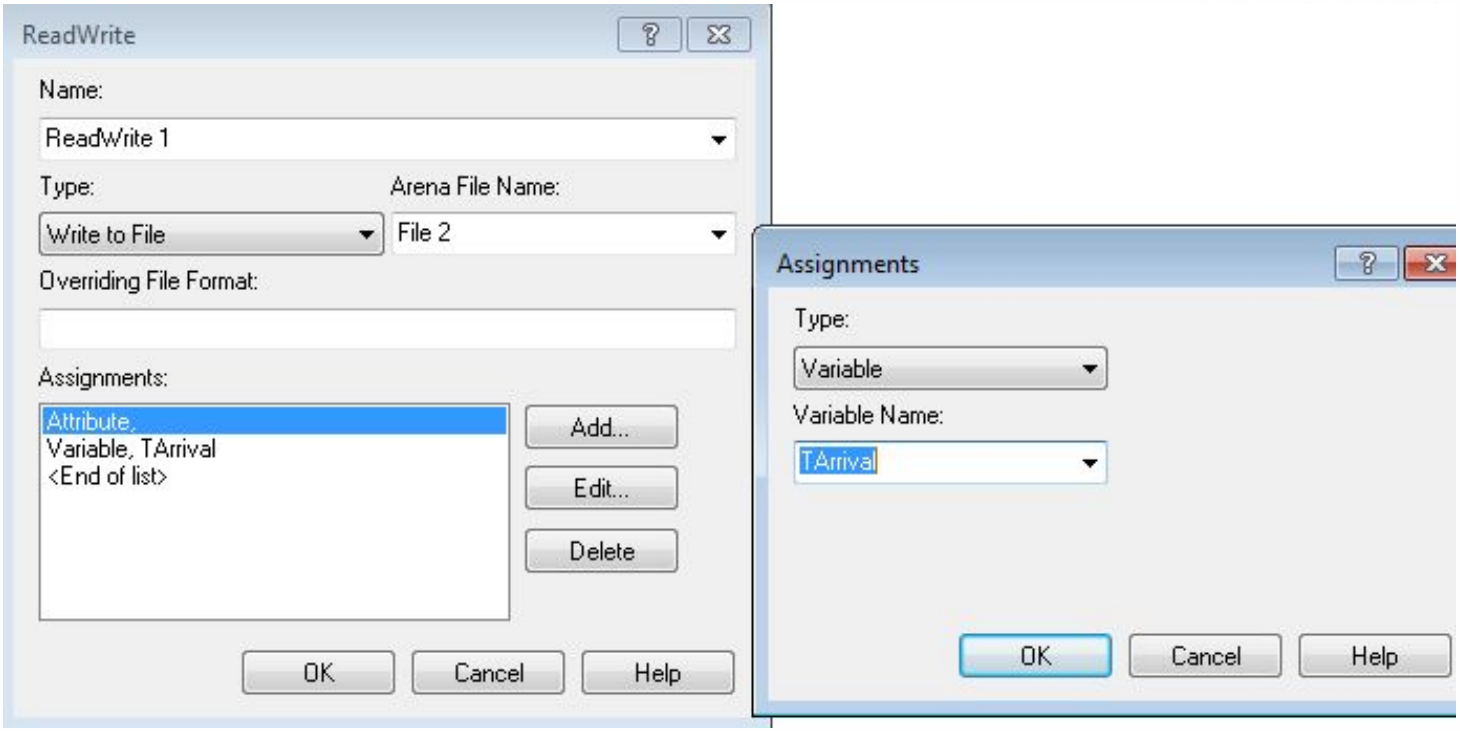
Type: Variable *– присвоить значение глобальной переменной (названной* ***Variable Name****).*

New Value - *значение которое надо записать в переменную.*

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

Блок ReadWrite

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



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 фиксируемый в файл величины.

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Дисциплина *Математическое моделирование объектов и систем управления*

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

Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ *Владимир Андреевич Фаерман*