

Контрольная работа

по дисциплине
«Имитационное моделирование в логистике»

Задание на работу:

1. Ознакомиться с описанием системы.
2. Определить входные параметры модели.
3. Построить имитационную модель системы в пакете Extend.
4. Используя разработанную модель провести эксперименты.
5. Проанализировать результаты моделирования.

Ход работы:

1. Цель моделирование

Определение загрузки ресурсов предприятия при значительном увеличении числа заказов от клиентов.

2. Описание системы и концептуальная модель системы

Предприятие занимается внутренними и международными перевозками. При получении заказа, необходимо оформлять ряд сопутствующих перевозке документов. На предприятии есть два отдела: отдел международных перевозок и отдел внутренних перевозок. Именно эти отделы и занимаются оформлением документов. Документы подготавливаются в порядке поступления заявок. Концептуальная модель системы представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Концептуальная модель системы (элементы системы)

3. Формализация модели

Для построения модели были собраны данные, которые необходимы для определения входных параметров модели. На рисунке 2 определена концептуальная модель с перечислением входных параметров, необходимых для построения модели.

Входные параметры модели, которые должны быть определены:

- Распределение времени между поступлением заказов на перевозку (на рисунке 2 пункт 1)
- Процентное соотношение между международными и внутренними заявками на перевозку (на рисунке 2 пункт 2)
- Распределение времени оформления документов в отделе международных перевозок (на рисунке 2 пункт 3)

- Распределение времени оформления документов в отделе внутренних перевозок (на рисунке 2 пункт 4)

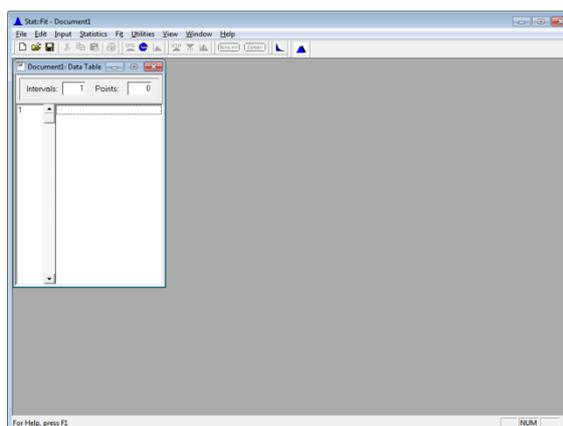


Рис. 2. Концептуальная модель системы (элементы системы и входные параметры)

Определяем входные параметры:

Распределение времени между поступлением заказов на перевозку

- Запустите систему имитационного моделирования Extend
- Откройте модуль анализа входных данных (Run_Lanch StatFit).



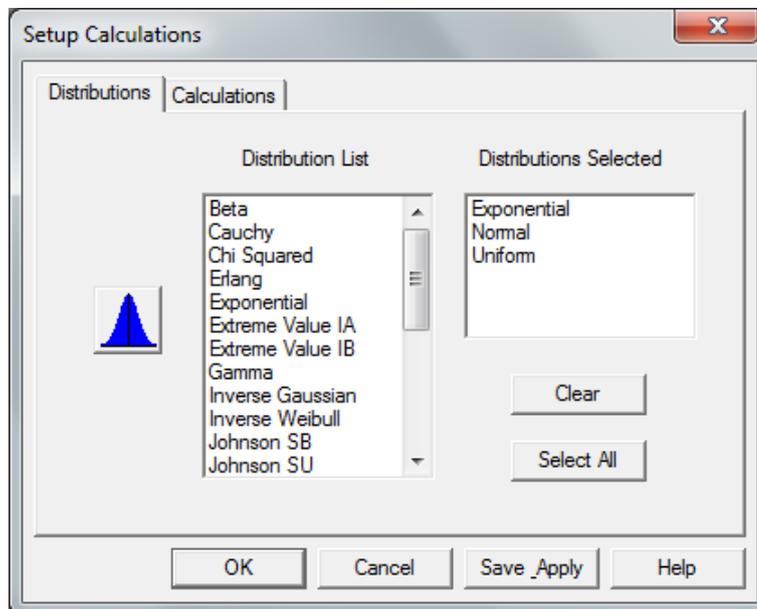
- Откройте файл с собранными данными.
- Перейдите на закладку [income].
- Скопируйте данные из таблицы в документ программы StatFit¹.

The screenshot shows the 'StatFit - Document1: Data Table' window. The 'Data Table' tab is active, displaying a table with 6 intervals and 50 points. The table contains the following data:

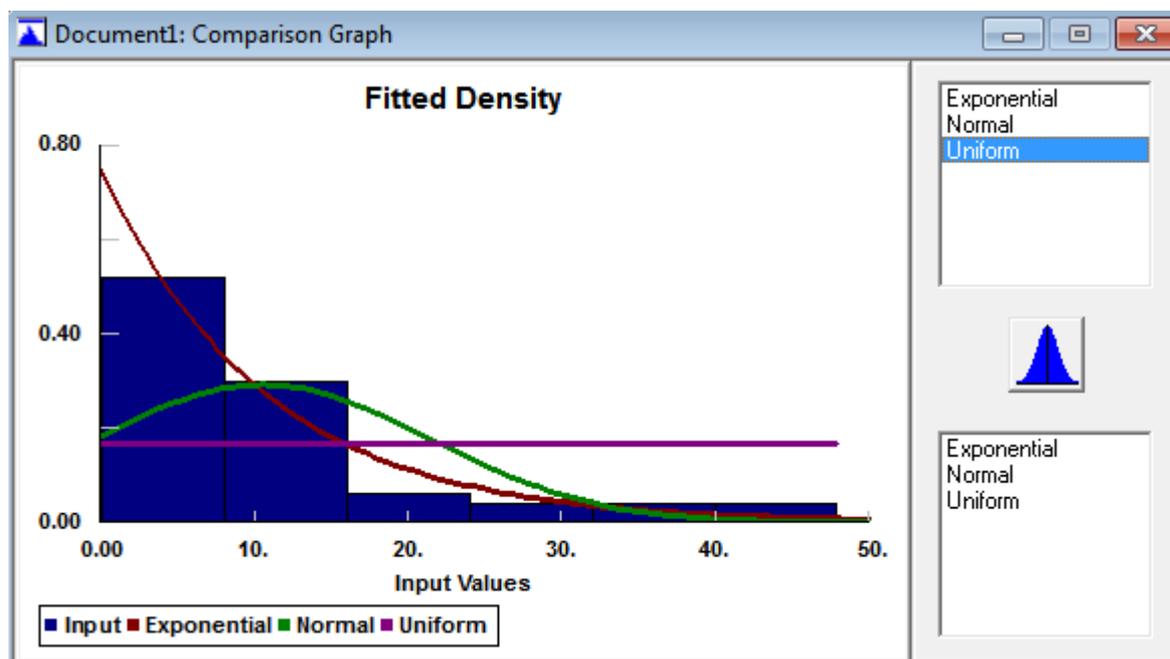
Interval	Points
1	4.1621
2	32.301
3	5.58284
4	13.7202
5	4.23022
6	23.3934
7	9.72131
8	4.76892
9	36.5855
10	5.11775
11	1.66842
12	10.5141
13	11.8821
14	5.62791
15	14.8474
16	5.92543
17	29.1552
18	4.30786
19	1.83669

¹ В модуле StatFit, с которым происходит работы, в качестве разделителя используется точка. Поэтому если в файле с данными стоит запятая, необходимо провести замену запятых на точку. Сделать это можно используя функцию автозамены (нажав сочетание [Ctrl]+[H] в Microsoft Excel).

- Далее определим параметры подбора закона распределения (Fit_Setup).
- На форме [Setup Calculation] необходимо нажать на кнопку [Clear], чтобы отчистить список предполагаемых законов распределения.
- Из списка [Distribution List] нажатием кнопки мыши перенести следующие предполагаемые законы распределения: Exponential (Экспоненциальный), Normal (Нормальный), Uniform (Равномерный).



- Нажать на кнопку [OK].
- Нажать в меню на кнопку [Graph Fit] .
- В открывшемся окне из верхнего списка перенести предполагаемые законы распределения.



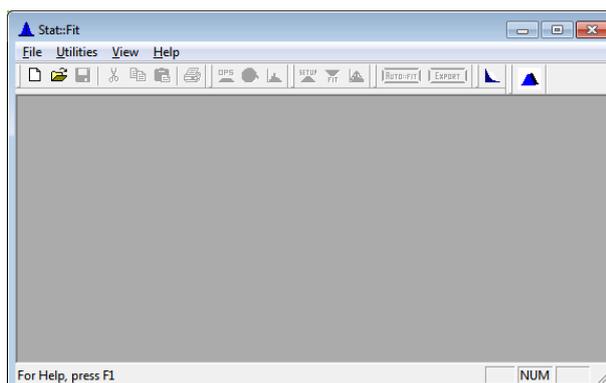
- Определить визуально по гистограмме предполагаемый закон распределения.
- В разделе отчета «**Определение параметров модели**» для первого параметра в поле таблице «**Визуальная оценка**» выбрать один из законов распределения.

- Закройте окно графика.
- Нажмите на кнопку [Auto::Fit] , чтобы определить закон распределения и его параметры, используя статистические методы.
- На открывшейся форме, укажите границы закона распределения, выбрав пункт [Unbounded]  unbounded .
- Далее нажимаем кнопку [OK].
- В появившемся окне убеждаемся, что выбранный ранее закон распределения присутствует в списке и имеет статус **do not reject**.

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Exponential(0., 10.6)	100	do not reject
Lognormal(0., 1.8, 1.28)	46.	do not reject
Uniform(0., 47.9)	0.	reject

- Занесите название закона распределения и его параметры в колонку «Параметр»².
- Закройте окно анализа.
- Закройте окно с данными.



Распределение времени оформления документов в отделе международных перевозок

- Откройте новый документ StatFit (File_New)
- Перейдите на закладку [service1].
- Скопируйте данные из таблицы в документ программы StatFit³.

² В данной работе, необходимо выбрать один из 3 законов распределения (Exponential (Экспоненциальный), Normal (Нормальный), Uniform (Равномерный)). Для экспоненциального закона распределения, в работе, необходимо указывать только один параметр (второй), например exponential(0,10.6), указывается только 10.6.

³ В модуле StatFit, с которым происходит работы, в качестве разделителя используется точка. Поэтому если в файле с данными стоит запятая, необходимо провести замену запятых на точку. Сделать это можно используя функцию автозамены (нажав сочетание [Ctrl]+[H] в Microsoft Excel).

Intervals:	Points:
6	50
1	4.1621
2	32.301
3	5.58284
4	13.7202
5	4.23022
6	23.3934
7	9.72131
8	4.76892
9	36.5855
10	5.11775
11	1.66842
12	10.5141
13	11.8821
14	5.62791
15	14.8474
16	5.92543
17	29.1552
18	4.30786
19	1.83669

- Далее определим параметры подбора закона распределения (Fit_Setup).
- На форме [Setup Calculation] необходимо нажать на кнопку [Clear], чтобы отчистить список предполагаемых законов распределения.
- Из списка [Distribution List] нажатием кнопки мыши перенести следующие предполагаемые законы распределения: Exponential (Экспоненциальный), Normal (Нормальный), Uniform (Равномерный).
- Нажать на кнопку [OK].
- Нажать в меню на кнопку [Graph Fit] .
- В открывшемся окне из верхнего списка перенести предполагаемые законы распределения.
- Определить визуально по графику предполагаемый закон распределения и в поле отчета визуальная оценка выбрать один из законов распределения.
- Закройте окно графика.
- Нажмите на кнопку [Auto::Fit] , чтобы определить закон распределения и его параметры, используя статистические методы.
- На открывшейся форме, укажите границы закона распределения, выбрав пункт [Unbounded] unbounded .
- Далее нажимаем кнопку [OK].
- В появившемся окне убеждаемся, что выбранный ранее закон распределения присутствует в списке и имеет статус **do not reject**.
- Занесите название закона распределения и его параметры в колонку «**Параметр**»⁴.
- Закройте окно анализа.
- Закройте окно с данными.

Распределение времени оформления документов в отделе внутренних перевозок

- Откройте новый документ StatFit (File_New).
- Перейдите на закладку [service2].
- Скопируйте данные из таблицы в документ программы StatFit⁵.
- Далее определим параметры подбора закона распределения (Fit_Setup).

⁴ В данной работе, необходимо выбрать один из 3 законов распределения (Exponential (Экспоненциальный), Normal (Нормальный), Uniform (Равномерный)). Для экспоненциального закона распределения, в работе, необходимо указывать только один параметр (второй), например exponential(0,10.6), указывается только 10.6.

⁵ В модуле StatFit, с которым происходит работы, в качестве разделителя используется точка. Поэтому если в файле с данными стоит запятая, необходимо провести замену запятых на точку. Сделать это можно используя функцию автозамены (нажав сочетание [Ctrl]+[H] в Microsoft Excel).

- На форме [Setup Calculation] необходимо нажать на кнопку [Clear] чтобы отчистить список предполагаемых законов распределения.
- Из списка [Distribution List] нажатием кнопки мыши перенести следующие предполагаемые законы распределения: Exponential (Экспоненциальный), Normal (Нормальный), Uniform (Равномерный).
- Нажать на кнопку [OK].
- Нажать в меню на кнопку [Graph Fit] .
- В открывшемся окне из верхнего списка перенести предполагаемые законы распределения.
- Определить визуально по графику предполагаемый закон распределения и в поле отчета визуальная оценка выбрать один из законов распределения.
- Закройте окно графика.
- Нажмите на кнопку [Auto::Fit] , чтобы определить закон распределения и его параметры, используя статистические методы.
- На открывшейся форме, укажите границы закона распределения, выбрав пункт [Unbounded]  unbounded .
- Далее нажимаем кнопку [OK].
- В появившемся окне убеждаемся, что выбранный ранее закон распределения присутствует в списке и имеет статус **do not reject**.
- Занесите название закона распределения и его параметры в колонку «**Параметр**»⁶.
- Закройте окно анализа.
- Закройте окно с данными.

Процентное соотношение между международными и внутренними заявками на перевозку

- Перейдите на закладку [type].
- Используя функцию Excel CountA() подсчитайте общее число зафиксированных запросов.
- Используя функцию Excel CountIF() подсчитайте общее число зафиксированных запросов для международных перевозок (M – Международные перевозки, I - внутренние).
- Найдите отношение числа зафиксированных запросов для международных перевозок и общего числа запросов.
- Полученные результаты занесите в колонку «**Параметры**».

4. Разработка имитационной модели

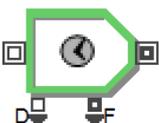
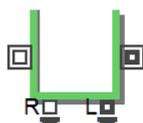
Согласно концептуальной модели и определенным входным параметрам постройте в пакете Extend имитационную модель.

- Построив модель, занесите входные параметры определенные ранее в блоки модели. Система StatFit определяет параметры в формате необходимом для Extend. Поэтому нет необходимости производить перерасчет.
- Задайте время исполнения модели. Время, отображаемое в модели, равняется 40 часам (2400 минут) (одна рабочая неделя).

⁶ В данной работе, необходимо выбрать один из 3 законов распределения (Exponential (Экспоненциальный), Normal (Нормальный), Uniform (Равномерный)). Для экспоненциального закона распределения, в работе, необходимо указывать только один параметр (второй), например exponential(0,10.6), указывается только 10.6.

- Картинку с разработанной модели (Print Screen) вставьте в отчет в разделе «Разработка имитационной модели».

Блоки необходимые для построения модели приведены в таблице:

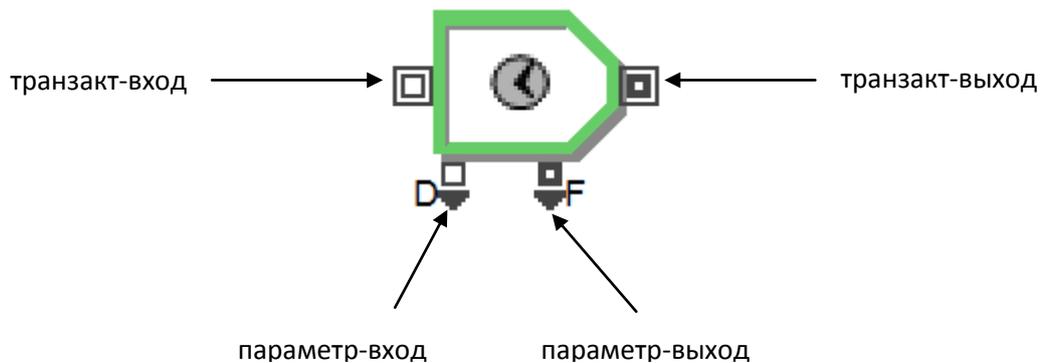
Блок	Название	Описание
	Executive	Этот блок является сердцем любой модели и должен быть расположен левее и выше всех остальных блоков модели. Он позволяет контролировать продолжительность моделирования с помощью задания времени окончания или с помощью подсчёта числа произошедших событий, указанного в диалоге. Обычно нет причин изменять настройки, принятые по умолчанию в диалоге настроек этого блока.
	Activity	Задерживает транзакт на определённое время. Время задержки указывается в диалоге или определяется значением, поданным на коннектор D в тот момент, когда транзакт зашёл в блок (при подключенном D - коннекторе) значение времени задержки, указанное в диалоге игнорируется. Этот блок может быть использован для моделирования задержки при обслуживании.
	Create	Генерирует транзакты для моделей на основании задаваемого времени между соседними транзактами. Транзакты могут генерироваться через постоянные промежутки времени. Можно выбрать одно из предлагаемых распределений.
	Queue	Очередь. В диалоге этого блока может быть указана максимальная длина очереди, а также возможно задать тип сортировки элементов в очереди. Можно также установить, что произойдет, если эта длина будет достигнута (например, можно остановить процесс симуляции). В процессе симуляции можно считывать текущую длину очереди (порт L), время ожидания транзакта, который сейчас выходит из очереди (коннектор W).
	Exit	Выводит транзакты поступающие из разных источников из процесса симуляции. Общее число транзактов поглощённых этим блоком показывается в диалоге.
	Select Item Out	На основании решения выбирает выход, на который будет направлен транзакт. Входящий транзакт направляется по выбранному пути. В диалоге имеются настройки для выбора выхода на основании числа прошедших через один выход транзактов или на основании значения подаваемого на коннектор "select".

	Input Random Number	Генерирует случайное целое или вещественное число на основании выбранного распределения.
---	---------------------	--

Не сложно заметить, что у всех блоков имеются по бокам небольшие квадратики - это входы и выходы или одним словом - порты. Существует несколько типов портов:

Порты		Описание
 Вход	 Выход	Порты для передачи параметров.
 Вход	 Выход	Порты для передачи транзактов.

Пример портов для блока Activity (Delay):



5. Валидация имитационной модели

Для валидации разработанной модели воспользуемся анимацией.

- Активируйте режим анимации в пакете Extend нажатием на кнопку [Animation on/off] .
- Запустите модель кнопкой [Run] .
- Ответьте на вопрос в отчете в разделе «Валидация имитационной модели».

6. Планирование экспериментов

Всего планируется провести 2 различных эксперимента. Было высчитано, что для получения необходимой точности заданных параметров необходимо для каждого эксперимента выполнять 20 запусков модели. Время, отображаемое в модели, равняется 40 часам (2400 минут) (одна рабочая неделя). Ниже представлены условия экспериментов:

Эксперимент	Описание
Базовый эксперимент	Описывает текущую ситуацию
Эксперимент 1	Уменьшить среднее время между поступлением заявок на перевозку в 2 раза.

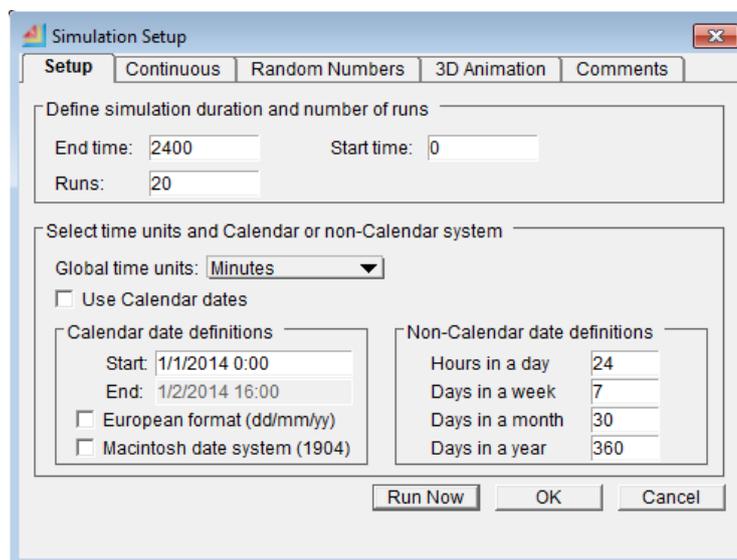
Характеристики, которые будут фиксироваться в процессе проведения экспериментов:

- Коэффициент использования работников отдела международных перевозок

- Коэффициент использования работников отдела внутренних перевозок
- Средняя длина очереди из невыполненных заявок в отделе международных перевозок
- Средняя длина очереди из невыполненных заявок в отделе внутренних перевозок

Для того, что бы настроить параметры проведения экспериментов необходимо выполнить следующие шаги:

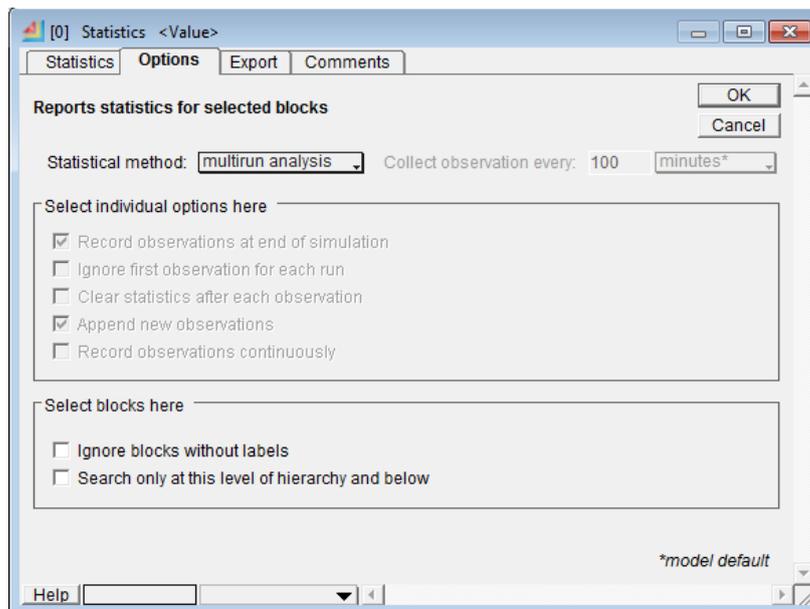
- В Extend открыть форму управления настройками моделирования (Run → Simulation Setup).
- В открывшейся форме в поле [Runs] указать, число запусков модели для одного эксперимента – 20.
- Указать период моделирования 40 часов – 2400 минут.
- Указать единицы времени – минуты.



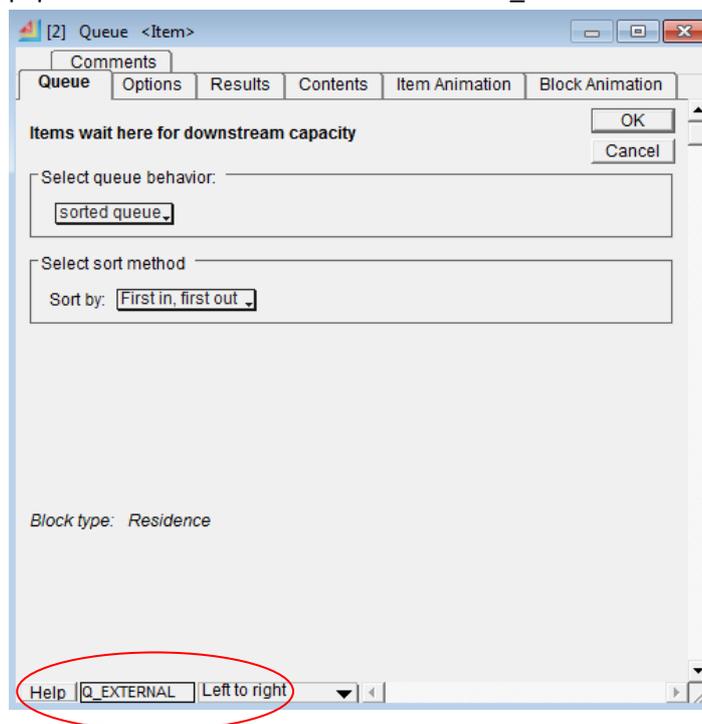
- Нажать на кнопку [OK].



- Найти в библиотеке блок Statistics  (сбор статистики для блоков) и перенести его на рабочую область модели 2 раза (для сбора статистики для блоков Activity и Queue).
- Открыть двойным нажатием блок Statistics и выбрать тип блока Activities, после чего поставить галочку в поле [Append new observations].
- Открыть двойным нажатием блок Statistics и выбрать тип блока Queues, после чего поставить галочку в поле [Append new observations].



- Откройте блок очереди для международных перевозок двойным нажатием кнопки мыши. Внизу формы впишите название этого блока Q_EXTERNAL.



- Откройте блок очереди для внутренних перевозок двойным нажатием кнопки мыши. Внизу формы впишите название этого блока Q_INTERNAL.
- Откройте блок работы для международных перевозок двойным нажатием кнопки мыши. Внизу формы впишите название этого блока A_EXTERNAL.
- Откройте блок работы для внутренних перевозок двойным нажатием кнопки мыши. Внизу формы впишите название этого блока A_INTERNAL.

7. Проведение экспериментов

Базовый эксперимент

- Отключите режим анимации кнопкой [Animation on/off] .

- Запустите модель кнопкой [Run] .
- Дождитесь окончания работы модели.
- Откройте таблицу собранных данных, двойным нажатием на блок Statistica для блока Activity.
- Нажмите кнопку [Sort by block].
- Заполните раздел отчета «Проведение экспериментов», как описано ниже.
- Скопируйте значение колонки Utilization для блока A_EXTERNAL в файл отчета в таблицу в колонку Utilization A_EXTERNAL.
- Скопируйте значение колонки Utilization для блока A_INTERNAL в файл отчета в таблицу в колонку Utilization A_INTERNAL.
- Нажатием кнопки [OK] закройте блок Statistica для блока Activity.
- Откройте таблицу собранных данных, двойным нажатием на блок Statistica для блока Queue.
- Нажмите кнопку [Sort by block].
- Заполните раздел отчета «Проведение экспериментов», как описано ниже.
- Скопируйте значение колонки Ave.Length для блока Q_EXTERNAL в файл отчета в таблицу в колонку Ave.Length Q_EXTERNAL.
- Скопируйте значение колонки Ave.Length для блока Q_INTERNAL в файл отчета в таблицу в колонку Ave.Length Q_INTERNAL.
- Нажмите кнопку [Confidence Interval (compressed)].
- Скопируйте значения колонки Ave.Length для блоков Q_EXTERNAL и Q_INTERNAL в таблицу отчета в колонки Ave.Length Q_EXTERNAL и Ave.Length Q_INTERNAL соответственно.
- Нажатием кнопки [OK] закройте блок Statistica для блока Queue.
- Откройте таблицу собранных данных, двойным нажатием на блок Statistica для блока Activity.
- Нажмите кнопку [Confidence Interval (compressed)].
- Скопируйте значения колонки Utilization для блоков A_EXTERNAL и A_INTERNAL в таблицу отчета в колонки Utilization A_EXTERNAL и Utilization A_INTERNAL соответственно.
- Нажатием кнопки [OK] закройте блок Statistica для блока Activity.

Эксперимент №1

- Зайдите в блок Create и измените значение в поле [Mean] – уменьшите в 2 раза.
- Нажмите кнопку [OK].
- Запустите модель кнопкой [Run] .
- Дождитесь окончания работы модели.
- Откройте таблицу собранных данных, двойным нажатием на блок Statistica для блока Activity.
- Нажмите кнопку [Sort by block].
- Заполните раздел отчета «Проведение экспериментов», как описано ниже.
- Скопируйте значение колонки Utilization для блока A_EXTERNAL в файл отчета в таблицу в колонку Utilization A_EXTERNAL.
- Скопируйте значение колонки Utilization для блока A_INTERNAL в файл отчета в таблицу в колонку Utilization A_INTERNAL.

- Нажатием кнопки [OK] закройте блок Statistica для блока Activity.
- Откройте таблицу собранных данных, двойным нажатием на блок Statistica для блока Queue.
- Нажмите кнопку [Sort by block].
- Заполните раздел отчета «Проведение экспериментов», как описано ниже.
- Скопируйте значение колонки Ave.Length для блока Q_EXTERNAL в файл отчета в таблицу в колонку Ave.Length Q_EXTERNAL.
- Скопируйте значение колонки Ave.Length для блока Q_INTERNAL в файл отчета в таблицу в колонку Ave.Length Q_INTERNAL.
- Нажмите кнопку [Confidence Interval (compressed)].
- Скопируйте значения колонки Ave.Length для блоков Q_EXTERNAL и Q_INTERNAL в таблицу отчета в колонки Ave.Length Q_EXTERNAL и Ave.Length Q_INTERNAL соответственно.
- Нажатием кнопки [OK] закройте блок Statistica для блока Queue.
- Откройте таблицу собранных данных, двойным нажатием на блок Statistica для блока Activity.
- Нажмите кнопку [Confidence Interval (compressed)].
- Скопируйте значения колонки Utilization для блоков A_EXTERNAL и A_INTERNAL в таблицу отчета в колонки Utilization A_EXTERNAL и Utilization A_INTERNAL соответственно.
- Нажатием кнопки [OK] закройте блок Statistica для блока Activity.

8. Анализ результатов моделирования

- Рассчитайте среднее для показателей Utilization A_EXTERNAL, Utilization A_INTERNAL, Ave.Length Q_EXTERNAL, Ave.Length Q_INTERNAL для базового и первого эксперимента используя функцию Excel AVERAGE().
- Рассчитайте моду для показателей Utilization A_EXTERNAL, Utilization A_INTERNAL, Ave.Length Q_EXTERNAL, Ave.Length Q_INTERNAL для базового и первого эксперимента используя функцию Excel MODE(), предварительно округлив данные до двух знаков после запятой согласно математическим правилам округления.
- Рассчитайте медиану для показателей Utilization A_EXTERNAL, Utilization A_INTERNAL, Ave.Length Q_EXTERNAL, Ave.Length Q_INTERNAL для базового и первого эксперимента используя функцию Excel MEDIAN().
- Рассчитайте стандартное отклонение для показателей Utilization A_EXTERNAL, Utilization A_INTERNAL, Ave.Length Q_EXTERNAL, Ave.Length Q_INTERNAL для базового и первого эксперимента используя функцию Excel STDEV().
- Результаты расчетов занесите в таблицу.
- Скопируйте значение доверительного интервала для среднего для показателей Utilization A_EXTERNAL, Utilization A_INTERNAL, Ave.Length Q_EXTERNAL, Ave.Length Q_INTERNAL для базового и первого эксперимента из преvedущих пунктов отчета.
- Напишите выводы по экспериментам, принимая во внимания цель моделирования.