



Уральский  
федеральный  
университет

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина»

Институт радиоэлектроники и информационных технологий – РТФ  
Департамент информационных технологий и автоматики  
Школа бакалавриата

Отчёт по лабораторной работе № 2

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ В СРЕДЕ GPSS WORLD  
по курсу «Моделирование систем»

Выполнила: Студентка 3 курса РИ-300017

Свиридова Ольга Анатольевна

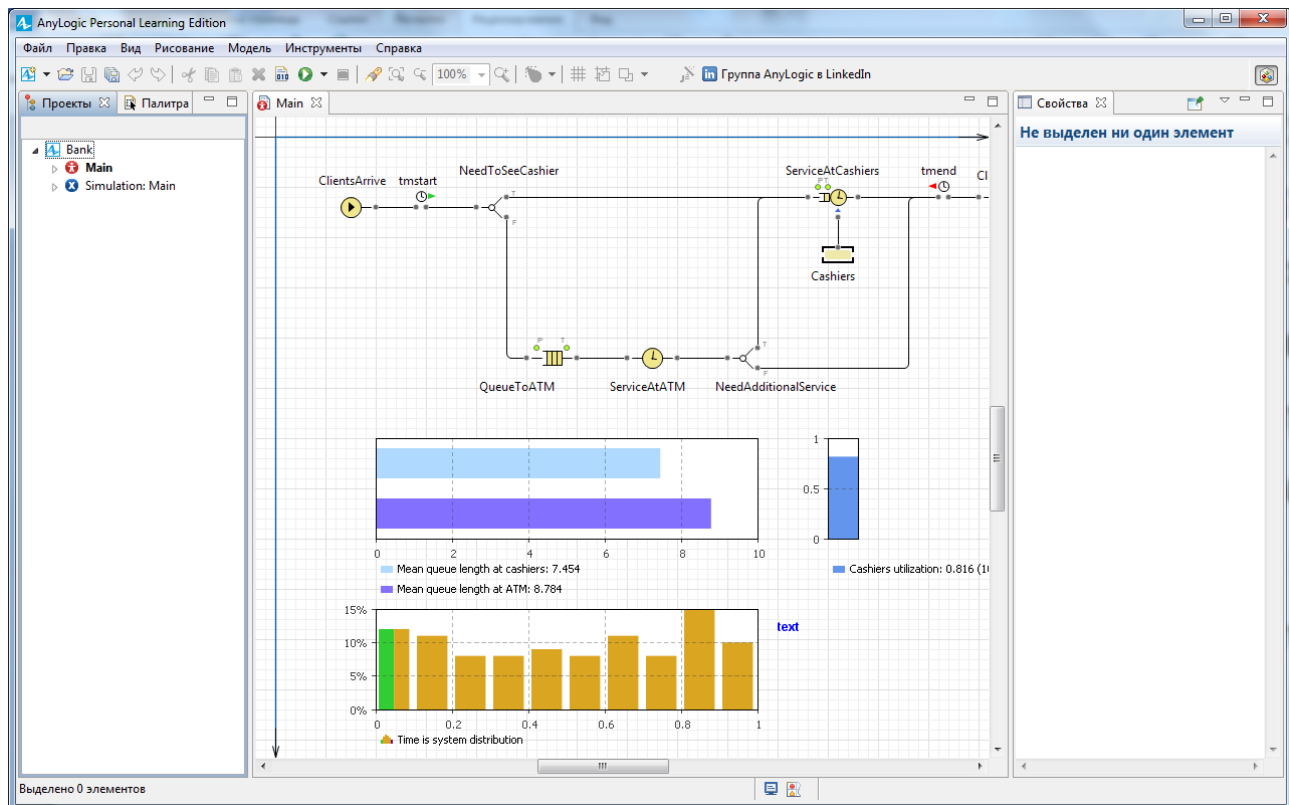
## Екатеринбург

### Цель работы

Получить практические навыки построения дискретно-событийных моделей систем в среде AnyLogic.

### Порядок выполнения работы

1. Запустите СИМ AnyLogic. На начальной странице откройте Примеры моделей. Перейдите в папку Примеры моделей из книги «The Big Book of Simulation Modeling». В списке предлагаемых моделей Три подхода моделирования откройте модель Bank – модель банковского отделения. Рабочее окно AnyLogic с открытой моделью Bank показана на рисунке.



2. Изучите данную модель и ответьте на вопросы:

**Из каких элементов состоит Модель Bank?**

**Ответ:** Клиенты поступают через ClientsArrive. Далее стоит блок измерения начального времени - StartTimeMeasurement. Следом — условный блок NeedToSeeCashier. Он с вероятностью 0.5 отправляет клиентов к кассирам или к банкомату. Перед банкоматом есть очередь. После банкомата клиент попадает в условный блок NeedAdditionalService. С вероятностью 0.3 клиент пойдет к кассирам, с вероятностью 0.7 – выйдет из системы. ServiceAtCashiers – блок который имитирует работу с кассирами и очередь к ним. После этого блока клиенты выходят из системы. Перед выходом из системы стоит блок EndTimeMeasurement, для измерения конечного времени.

### ***Что содержится на вкладке Main?***

**Ответ:**

- *Agents:* список агентов (блоков) которые обрабатывают поступающие заявки.
- *Presentation:* результаты моделирования в виде графиков.
- *Links to agents:* содержит ссылки на агентов (connections).
- *Connectors:* список связей между агентами (connector).

### ***Что содержится на вкладке Simulation?***

**Ответ:** Презентация модели – название, описание, картинка и параметры моделирования.

### ***Какая палитра инструментов AnyLogic использовалась для создания данной модели?***

**Ответ:** Агенты: ResourcePool, Source, Sink, TimeMeasure, SelectOutput, Queue, Delay, Service. А также Connectors и средства визуализации результатов.

### ***Какие настройки установлены для элементов Источник, Очередь, Задержка?***

Источник:

Name: ClientsArrive

Show name  Ignore

Arrivals defined by: Rate

Arrival rate: 0.75

Set agent parameters from DB:

Multiple agents per arrival:

Limited number of arrivals:

Location of arrival: Not specified

## Очередь:

Name: QueueToATM

Show name  Ignore

Maximum capacity:

Agent location:

**Advanced**

Queuing: FIFO

Enable exit on timeout:

Enable preemption:

Restore agent location on exit:

Force statistics collection:

## Задержка:

Name:

Show name  Ignore

Type:  Specified time  
 Until stopDelay() is called

Delay time:

Capacity:

Maximum capacity:

---

Agent location:

**Как можно задать скорость выполнения модели? Какую статистику можно наблюдать в процессе работы модели?**

**Ответ:** Скорость выполнения модели можно менять с помощью кнопок Speed up и Slow down.

Можно наблюдать среднее число заявок в обслуживающих устройствах – Mean queue length at cashiers/ATM

Можно увидеть изменение времени нахождения в системе.

Можно видеть значения утилизации кассиров.

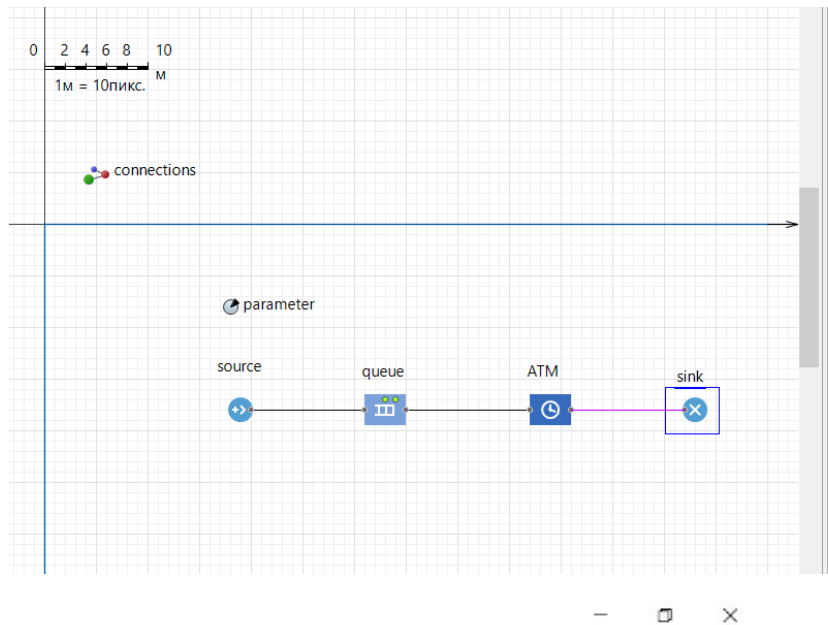
Также можно увидеть общие параметры.

3. Постройте новую (свою) модель банка с помощью справочной системы AnyLogic. Откройте Учебные пособия | Модель банка (Процессный подход) и создайте модель банка, используя пошаговые инструкции.

Вариант №60. Данные:

- Экспоненциальное распределение вероятности прихода клиентов в банк
- Вероятность обращения к кассиру/ к банкомату: 1/2
- Время обслуживания клиента кассиром:  $7 \pm 2$
- Количество кассиров: 5

## Пошаговое создание модели:



Свойства

### parameter - Параметр

Имя:   Отображать имя  Исключить

Видимость:  да

Тип:

Единица измерения:

Значение по умолчанию:

Массив системной динамики

#### Редактор значения

Метка:

Тип управления:

Скрывать при выполнении условий:

Параметр	При выполнении ...	Значение

Специфические

Описание

Свойства

### source - Source

Имя:   Отображать имя

Исключить

Прибывают согласно:  ▾

Время между прибытиями:   ▾

Первое прибытие происходит:  ▾

Считать параметры агентов из БД:

За 1 раз создается несколько агентов:

Ограниченное кол-во прибытий:

Местоположение прибытия:  ▾

▸ Агент

▸ Специфические

▾ Действия

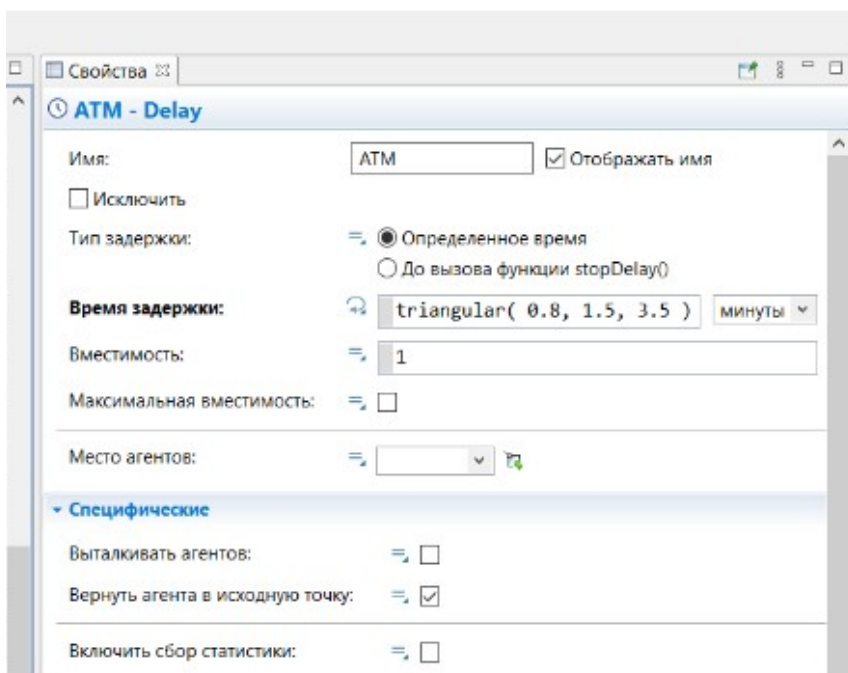
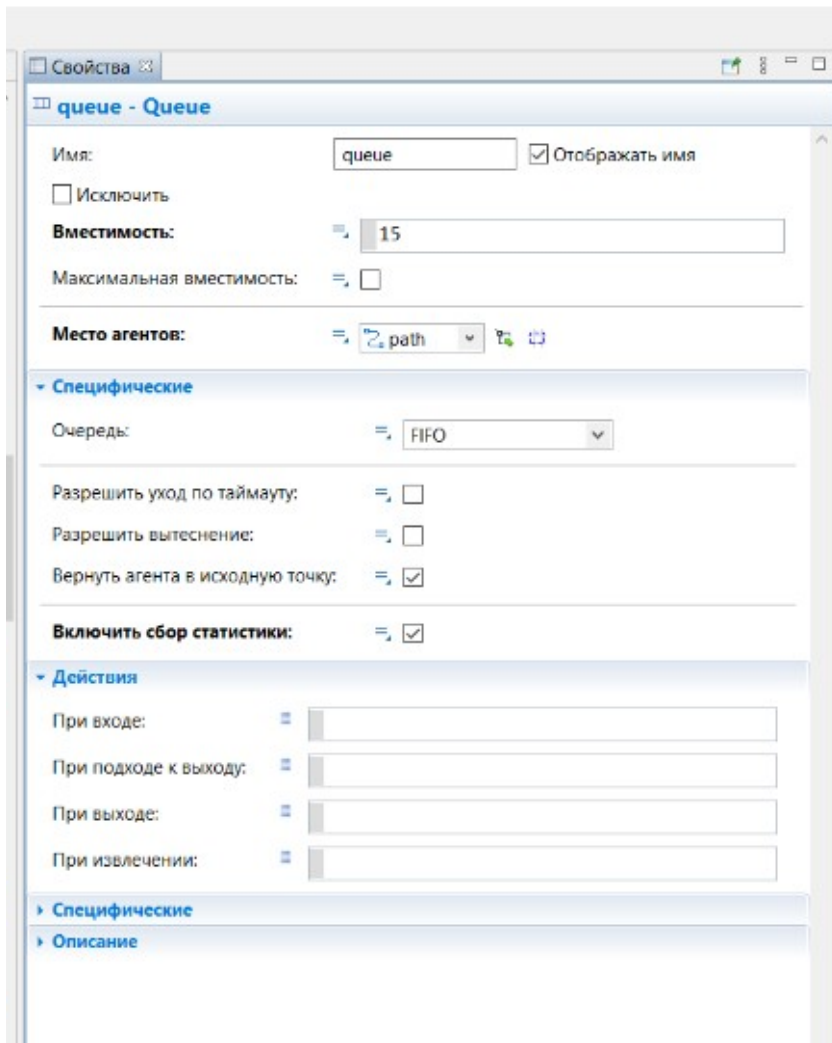
До прибытия:

При подходе к выходу:

При выходе:

▸ Специфические

▸ Описание





Свойства sink - Sink

Имя:   Отображать имя

Исключить

Действия

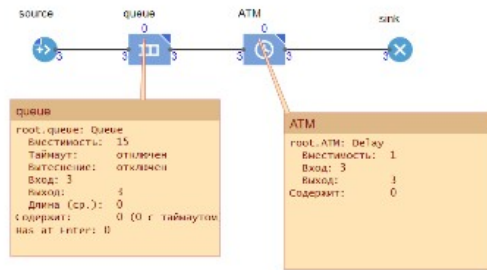
Специфические

Описание

BankNew: Simulation AnyLogic Personal Learning Edition



Simulation control bar with icons for play, pause, stop, and other functions. The status bar shows "Выполняется" (Running) and the system tray includes the Windows taskbar with the time 16:53.



AnyLogic Personal Learning Edition [ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ]

Файл Правка Вид Расписание Модель Инструменты Сервис

Проекты | Палитра

Библиотека моделирования

- Тип агента
- Тип ресурса
- Имя пространства
- Путь
- Точечный узел
- Полномошный узел
- Многомошный узел
- Аттрактор
- Ссылка
- Блок
- Solution
- Sink
- Delay
- select Output
- select Outputs
- Hold
- Match
- Split
- Combine
- Assembler
- Move To
- Resource Pool
- Save
- Release
- Service
- Resource bend to
- Resource last start
- Resource Task End

Main

connections

queue - Queue

Имя: queue  Отображать имя

Исклонить

Вместимость: 15

Максимальная вместимость: 15

Место агентов: path 1:1

Специфические

Очередь: fifo

Разрешить уход по таймауту:

Разрешить вытеснение:

Вернуть агента в исходную точку:

Включить сбор статистики:

Действия

При входе: [ ]

При подходе к выходу: [ ]

При выходе: [ ]

При извлечении: [ ]

Специфические

Тип агента: Agent

Единичный агент  Популяция агентов

Модель/Библиотека: Библиотека моделирования прецедентов (Изменить...)

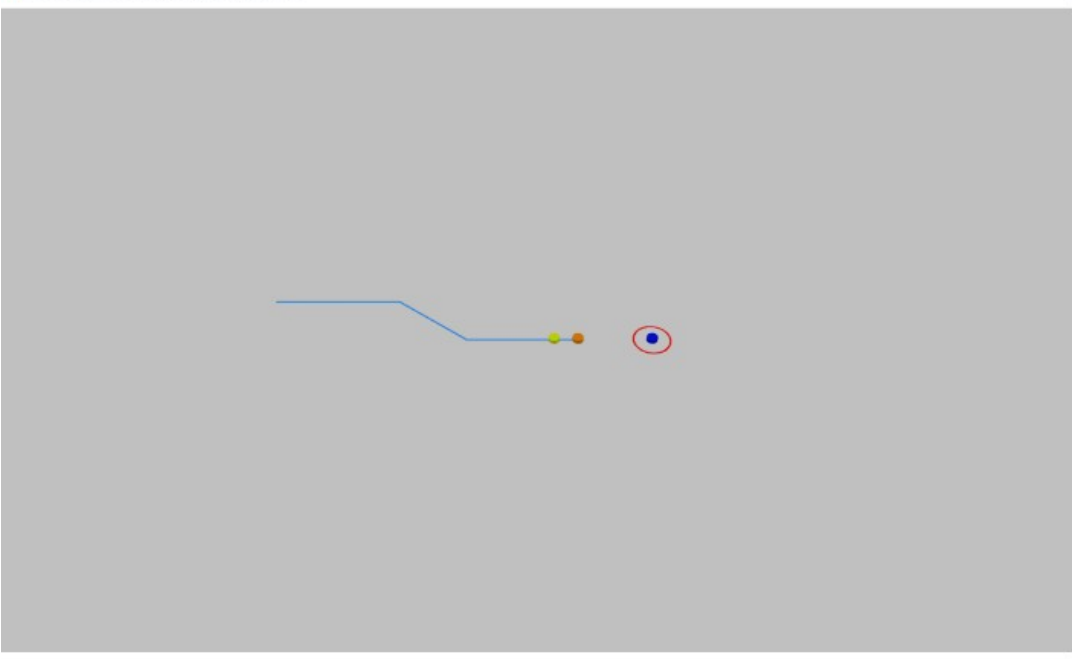
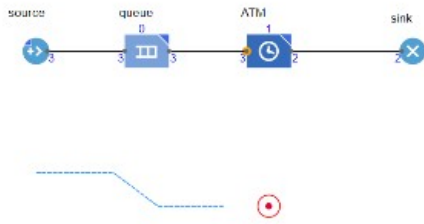
Видимость: да

Отображается на верхнем агенте

Вести журнал в базе данных

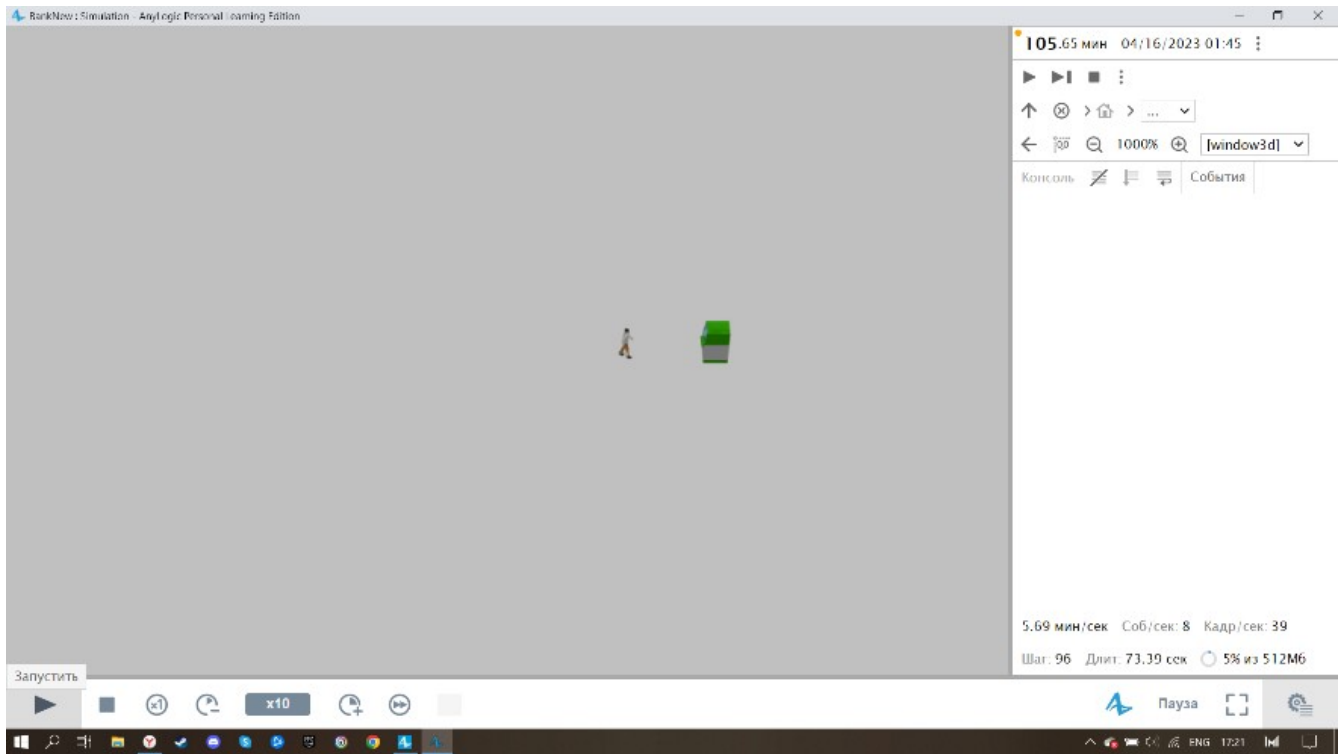
1:1

17:06

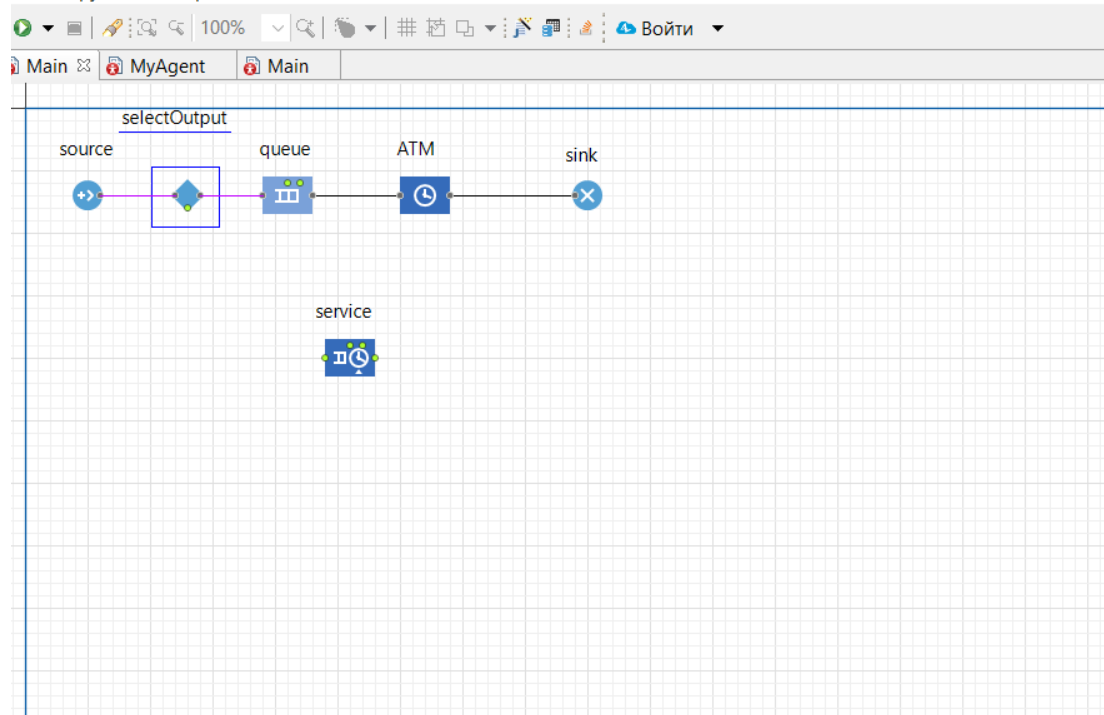


Simulation control panel with the following information:

- Time: 27:10 min
- Date: 01/16/2023 00:27
- Navigation icons: back, forward, search, etc.
- Zoom: 210%
- Window: [window3d]
- Console and Events tabs
- Performance metrics: 0.85 мин/сек, Соб/сек: 0, Кадр/сек: 40
- Step: 18, Длит: 30.45 сек, 8% из 512M6



## ь Инструменты Справка



Свойства

### selectOutput - SelectOutput

Имя:   Отображать имя

Исключить

Выход true выбирается:  Заданной вероятностью  
 При выполнении условия

Условие:

Действия

При входе:

При выходе (true):

При выходе (false):

Специфические

Описание

AnyLogic Personal Learning Edition ПАСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ!

Файл Правка Вид Рисование Модели Инструменты Справка

Проект: Платформа 31

Библиотека моделей: 22

selectOutput quitus ATM sink

service resourcePool

service - Service

Имя:   Отображать имя

Исключить

Зависит:  (альтернативный) набор ресурсов  
 ресурс одного типа

Набор(ы) ресурсов:

Вместимость очереди:

Максимальная вместимость:

Время задержки:  минуты

Переслать задержанные ресурсы:

Место агентов (queue):

Место агентов (delay):

Приоритеты / вытеснение

Специфические

Действия

При входе:

При заказе ресурса:

При начале задержки:

При подходе к выходу:

При выходе:

При извлечении:

Специфические

1:20

ENG 1/39

AnyLogic Personal Learning Edition ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ

Файл Правка Вид Рисование Модель Инструменты Справка

100%

Вошли

Проект: Папир

Библиотека моделирования

source queue ATM sink

service resourcePool

resourcePool - ResourcePool

Имя: resourcePool  Отображать имя

Исключить

Тип:

Количество задано:

При уменьшении кол-ва:

Новый ресурс:

Скорость:

Высота местоположения (узлы):

Обслуживание, апгрейд, смена, перерывы

Специфические

Действия

При создании нового ресурса:

При уничтожении ресурса:

При заказе:

При освобождении:

По завершении:

При изменении состояния ресурса:

Специфические

Описание

BankNow

1м - 10пикс., X=493, Y=405

AnyLogic Personal Learning Edition ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ

Файл Правка Вид Рисование Модель Инструменты Справка

100%

Вошли

Проект: Папир

Библиотека моделирования

Тип агента

Тип ресурса

Различные ресурсы

Путь

Точечный узел

Прямоугольный узел

Многоугольный узел

Аттрактор

Степлайн

Вспомогательные

source queue ATM sink

service resourcePool

service - Service

Имя: service  Отображать имя

Исключить

Захватить:  (альтернативный) набор ресурсов  ресурсы одного типа

Тип ресурса:

Количество ресурсов:

Вместимость очереди:

Максимальная вместимость:

Время задержки:

Пересыпать заказанные ресурсы:

Место агентов (queue):

Место агентов (delay):

Приоритеты / вытеснение

Специфические

Действия

При входе:

При захвате ресурса:

При начале задержки:

При подходе к выходу:

При выходе:

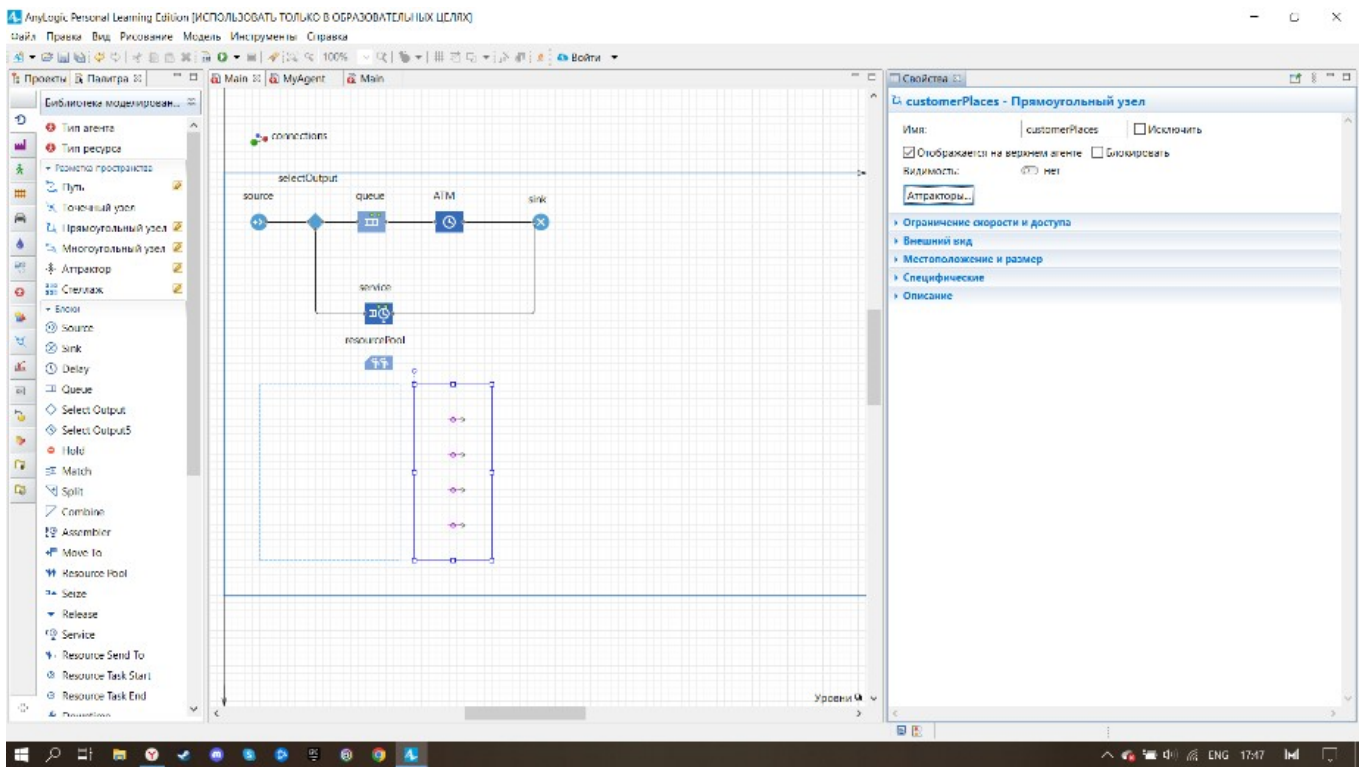
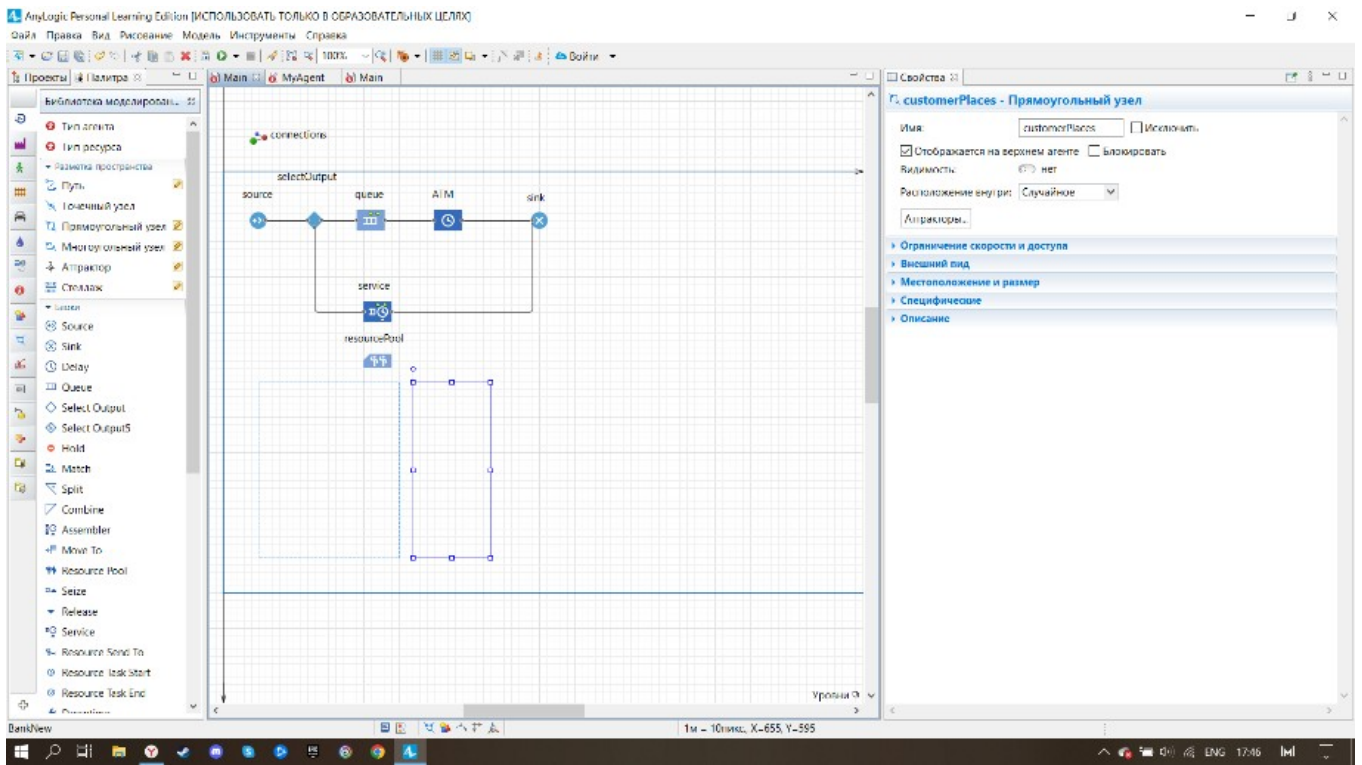
При извлечении:

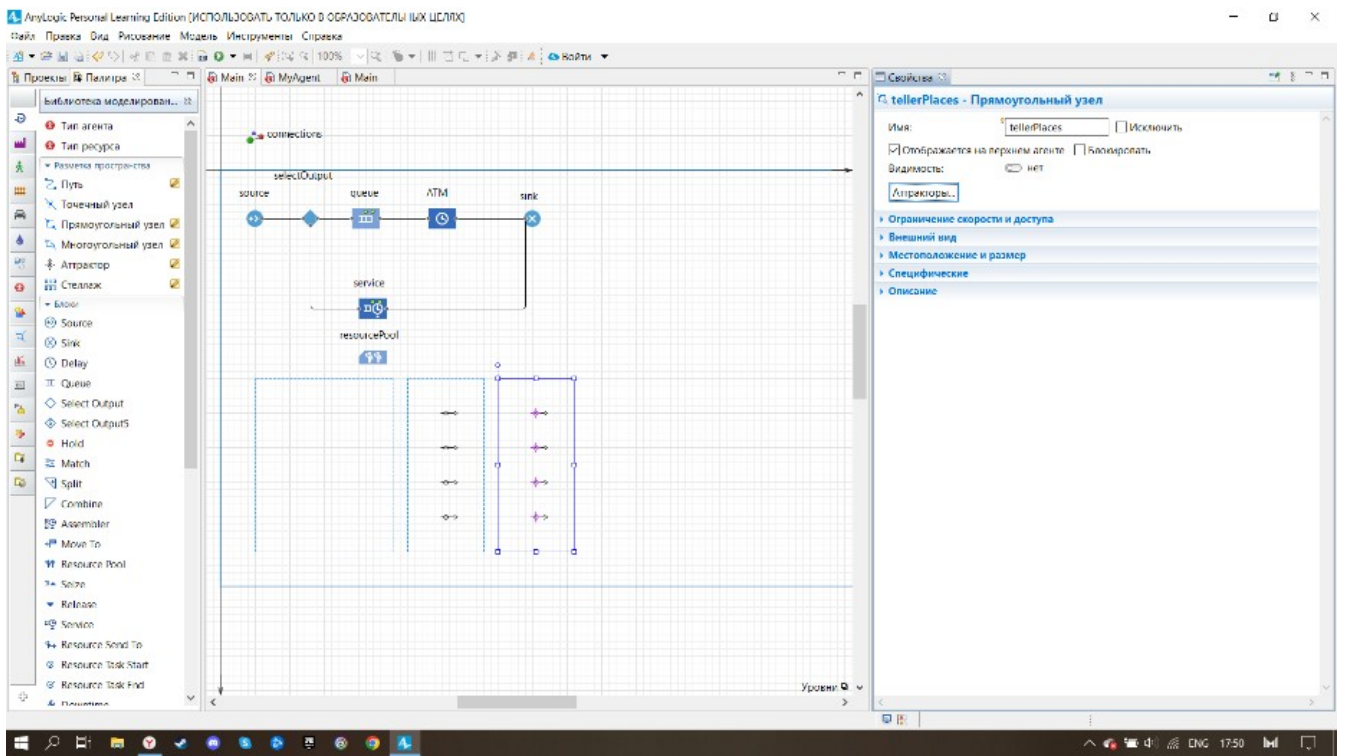
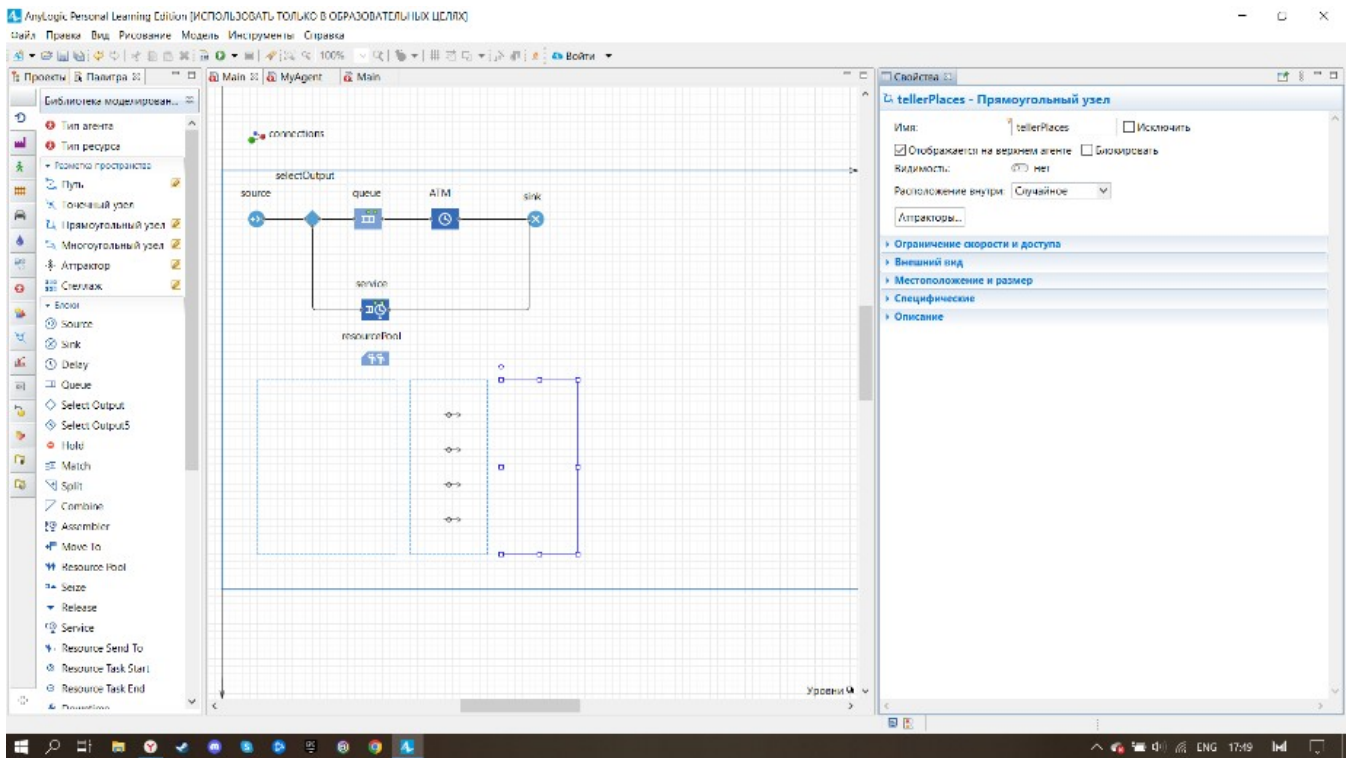
Специфические

Описание

BankNow

1м - 10пикс., X=493, Y=405







The screenshot displays the AnyLogic software interface. The main workspace shows a simulation model with the following components and connections:

- connections**: A container for the main model elements.
- source**: A source node (blue circle with a plus sign).
- selectOutput**: A selection node (blue diamond).
- queue**: A queue node (blue rectangle with a plus sign).
- ATM**: A service node (blue circle with a clock).
- sink**: A sink node (blue circle with an X).
- resourcePool**: A resource pool node (blue rectangle with a plus sign).

The flow is: source → selectOutput → queue → ATM → sink. A resource pool is connected to the queue and ATM nodes.

Below the main workspace, there are three smaller diagrams illustrating different types of nodes or connections:

- A rectangular node with a plus sign.
- A circular node with a plus sign.
- A circular node with a plus sign and a minus sign.

The right-hand pane, titled "Свойства" (Properties), shows the properties for the selected elements:

- Выбрано 4 элемента(ов)** (4 elements selected).
- Исключить (Exclude).
- Отображаться на экране модели (Show on screen).
- Местоположение и размер** (Location and size):
  - X: 55
  - Y: 100
  - Ориентация: 180°

AnyLogic Personal Learning Edition (ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ)

Файл Правка Вид Рисование Модель Инструменты Справка

100%

Модель: MyAgent

**resourcePool - ResourcePool**

Имя: resourcePool  Отображать имя

Искать

Тип: Движущийся

Количество задачи: Непрерывно

**Количество ресурсов:** 5

При уменьшении кол-ва: ресурсы сохраняются (концы смены)

Новый ресурс: Агент

Скорость: 10 м/с

Базовое местоположение (базы): tellerPlaces

Обслуживание, аварии, смены, перерывы

Специфические

Действия

При создании нового ресурса:

При уничтожении ресурса:

При запуске:

При освобождении:

По завершении:

При изменении состояния ресурса:

Специфические

Описание

AnyLogic Personal Learning Edition (ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ)

Файл Правка Вид Рисование Модель Инструменты Справка

100%

Модель: MyAgent

**tellerPlaces - Прямоугольный узел**

Имя: tellerPlaces  Искать

Отображается на экране агента  Близко к

Видимость: нет

Аттракторы:

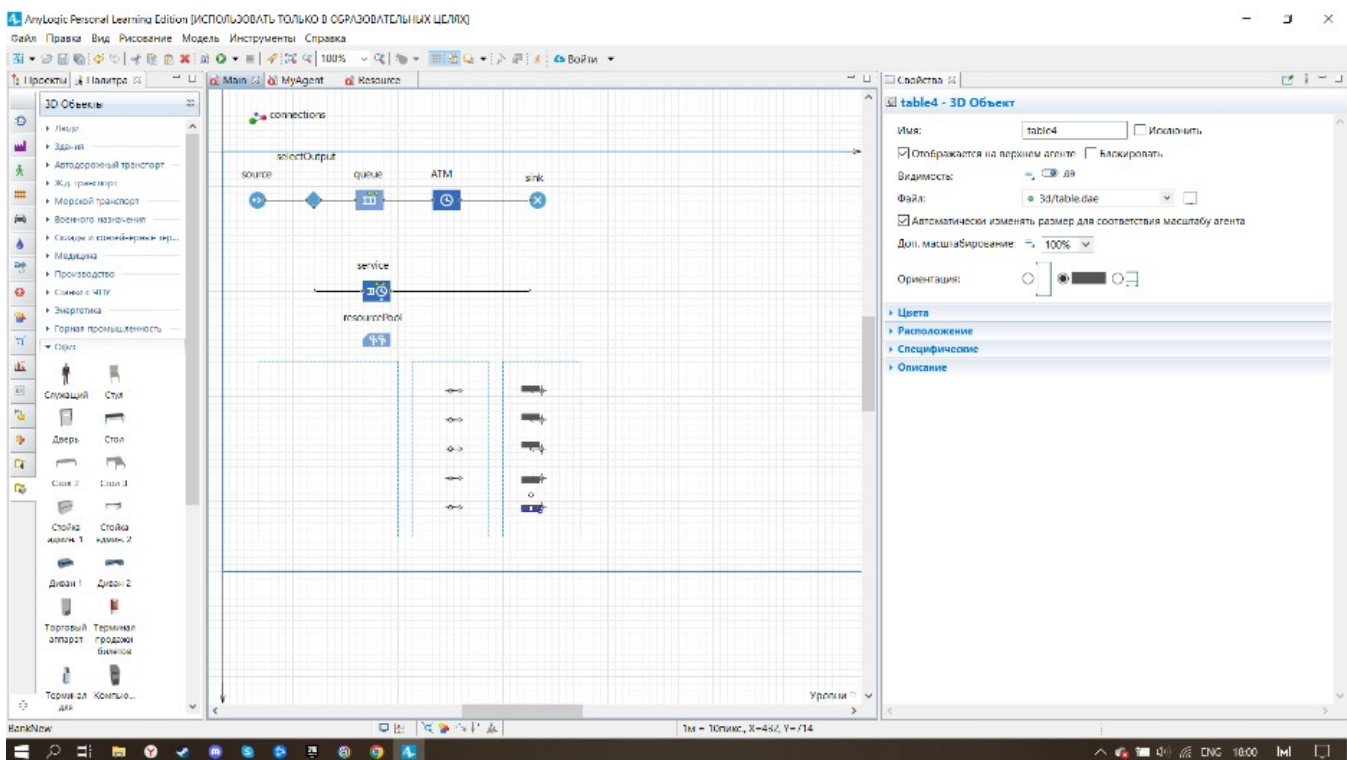
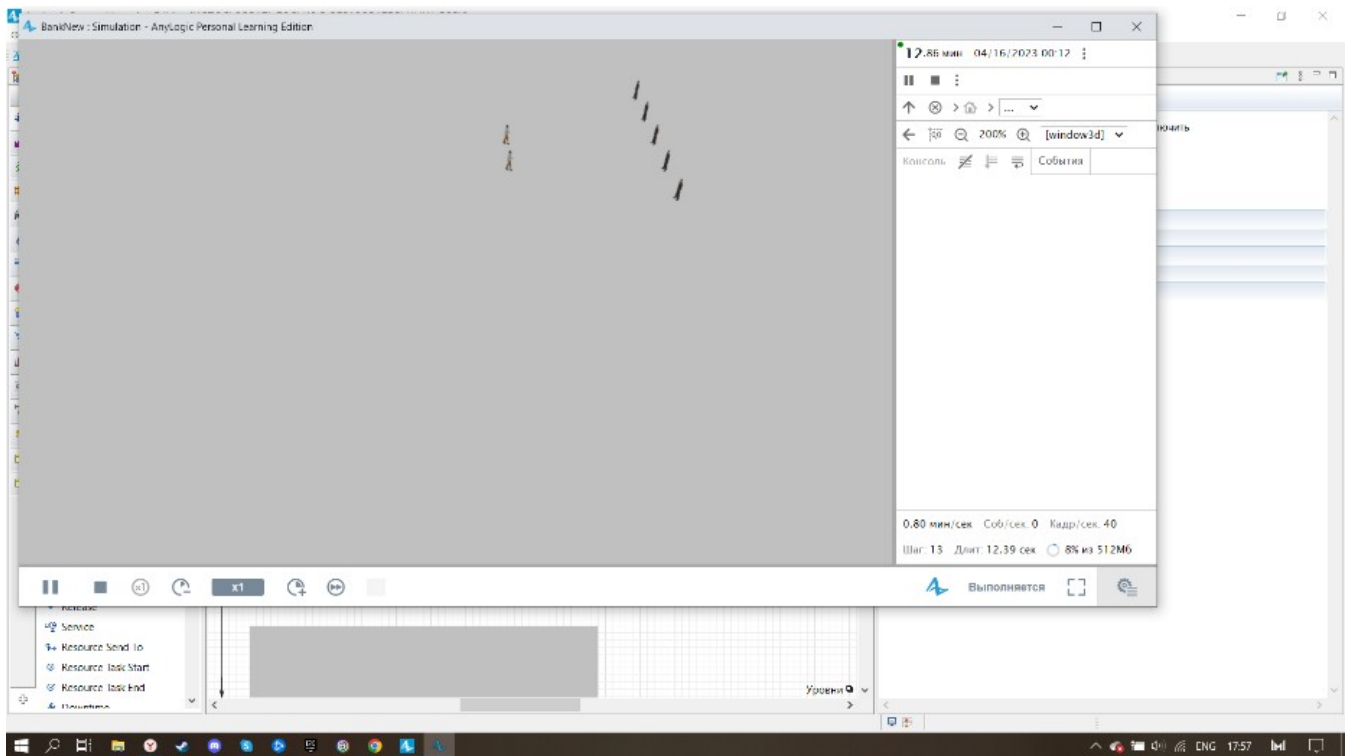
Ограничение скорости и доступа

Внешний вид

Местоположение и размер

Специфические

Описание



BankNew: Simulation - AnyLogic Personal Learning Edition

206.86 мин 04/16/2023 03:26

0.84 мин/сек Соб/сек: 6 Кадр/сек: 39  
Шаг: 239 Длит: 41.43 сек 6% из 512Mb

Выполняется

BankNew: Simulation - AnyLogic Personal Learning Edition

```

    graph LR
      source((source)) -- 32 --> selectOutput{selectOutput}
      selectOutput -- 32 --> queue[queue]
      queue -- 60 --> AIM[AIM]
      AIM -- 60 --> sink((sink))
      selectOutput -- 32 --> service[service]
      service -- 32 --> resourcePool[resourcePool]
      resourcePool -- 516 --> service
  
```

352.35 мин 04/16/2023 05:52

0 мин/сек Соб/сек: 0 Кадр/сек: 40  
Шаг: 389 Длит: 143.63 сек 2% из 512Mb

Пауза

AmyLogic Personal Learning Edition (ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ)

File Edit View Simulation Model Instruments Help

75%

Project: Палмира

Main MyAgent Resource

Statistics

- Сбор данных
- Набор данных
- Статистика
- Данные гистограммы
- Данные двумерной гистограммы
- Выходные значения
- Диаграммы
  - Столбчатая диаграмма
  - Диаграмма с накоплением
  - Круговая диаграмма
  - График
  - Временной график
  - Временная диаграмма с...
  - Временная цветная диа...
  - Гистограмма
  - Двумерная гистограмма

Main - Тип агента

Имя: Main  Исключить

- Действия агента
- Агент в диаграмме процесса
- Размеры и движение
- Пространство и сеть
- Java для экспертов
- Специфические
- Описание

BankNew

1м - 10пикс, X=100%, Y=597

BankNew: Simulation - AmyLogic Personal Learning Edition

selectOutput

source 18

queue 0

ATM 1

sink 17

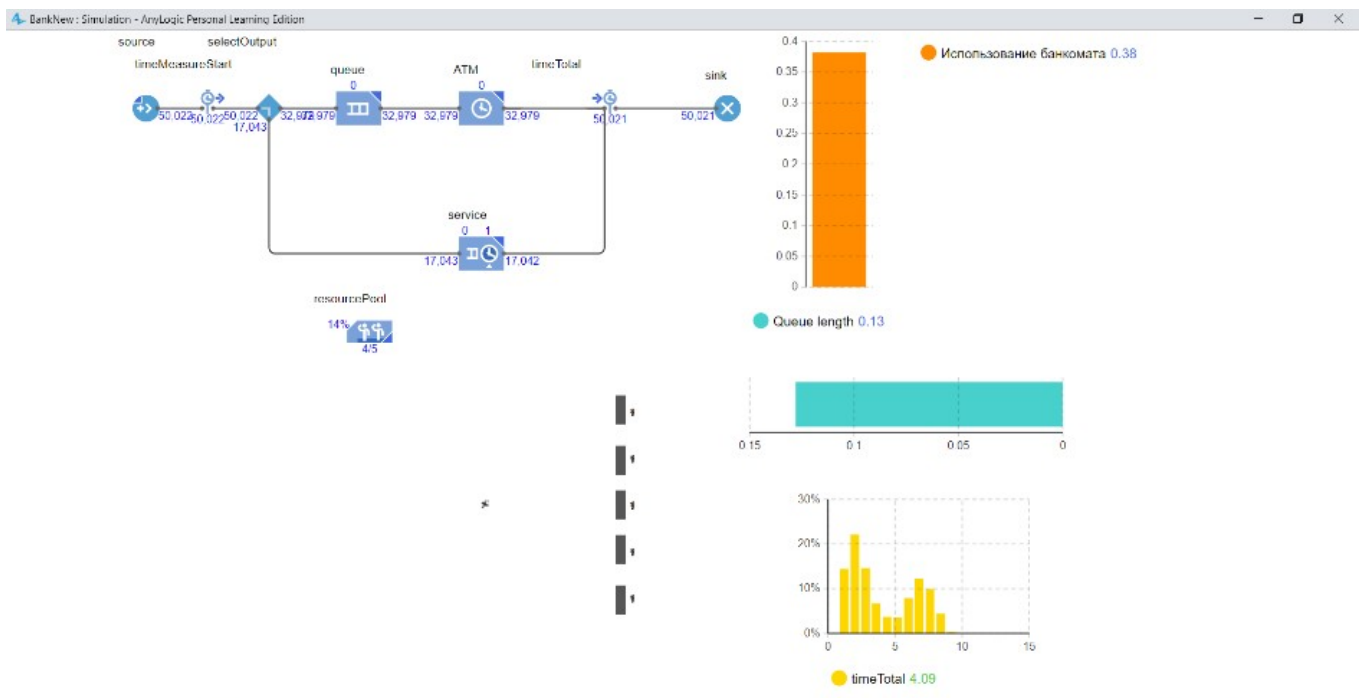
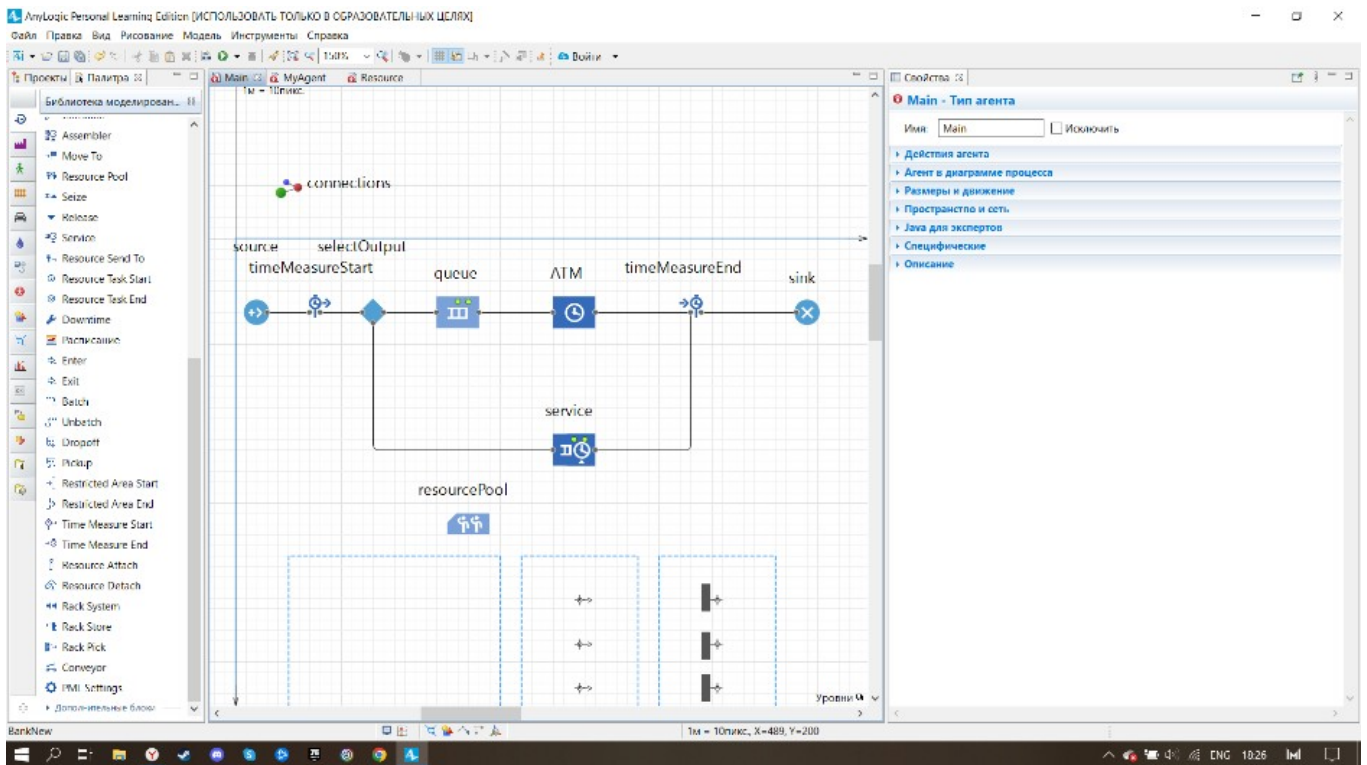
service 0

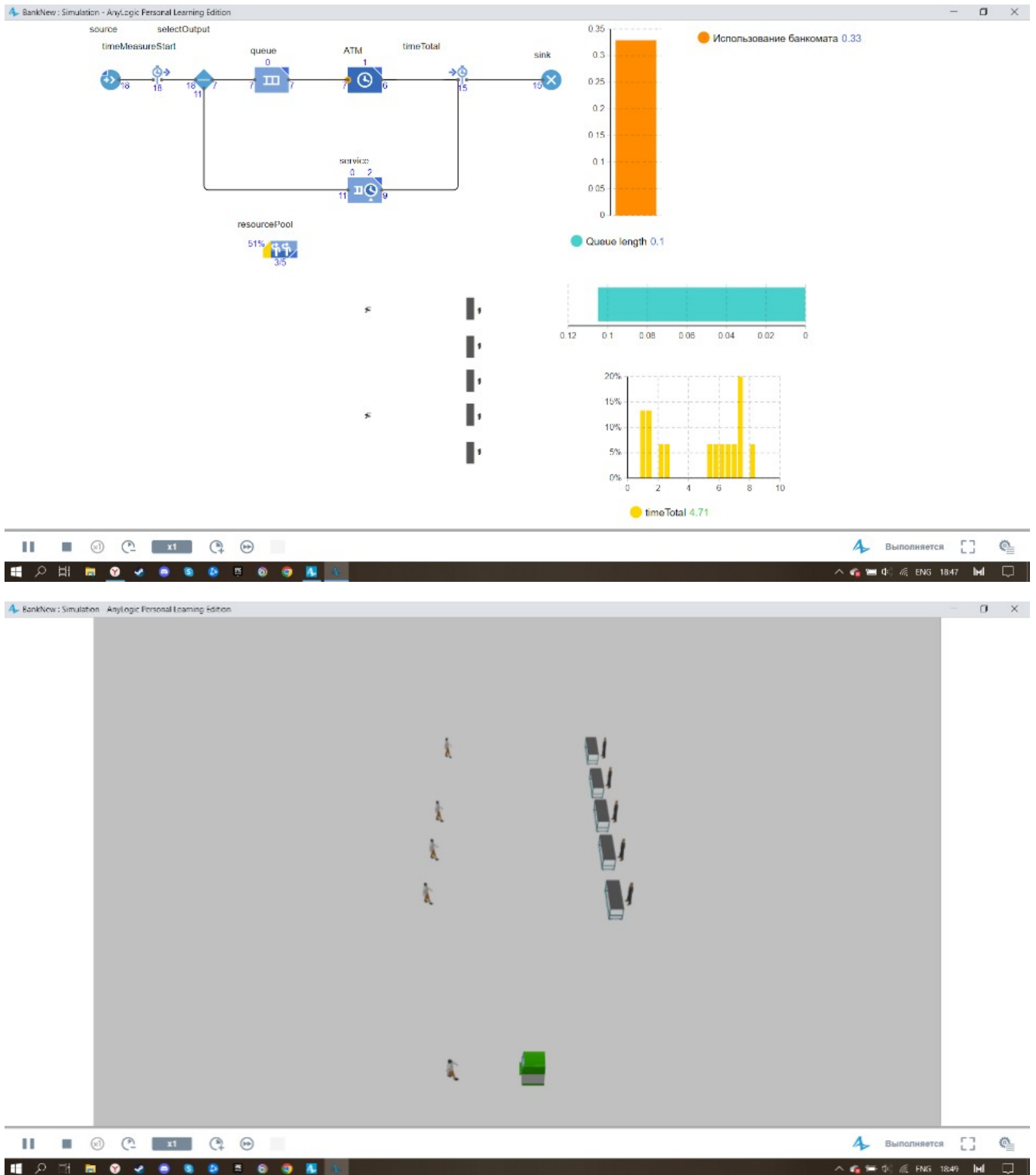
resourcePool 24% 5/5

Использование банкомата 0.15

Queue length 0.04

Выполняется





**В ходе выполнения ответьте на следующие вопросы:**

***Как моделируются обслуживающие устройства в AnyLogic. В чем разница объектов Service и Delay? Как работает блок Service?***

**Ответ:** Delay задерживает агента на указанный срок. А блок Service задерживает для агента указанное число ресурсов и одновременно предоставляет очередь.

***Изучите параметры и свойства объекта Queue. Сколько и какие порты имеет данный объект?***

**Ответ:** Блок Queue моделирует очередь. Имеет параметры, такие как вместимость, порядок помещения в очередь(LIFO, FIFO, и др.), максимальное время ожидания агента в очереди. Порты: вход, выход, outPreempted – в него уходят агенты, если очередь переполнена, и outTimeout – в него уходят агенты если пробыли в очереди больше максимального времени ожидания.

***Какие единицы модельного времени заданы в модели Банка. Как можно изменить единицы модельного времени?***

**Ответ:** Единицы модельного времени — минуты. В панели «Проекты» выделите модель. Перейдите в панель «Свойства». Выберите нужные вам единицы модельного времени из выпадающего списка «Единицы» модельного времени.

***Каковы настройки прогона модели? Как задать остановку модельного эксперимента по заданному времени; по количеству поступивших в модель заявок или вышедших из модели заявок. Задайте остановку модельного эксперимента через 40 часов.***

**Ответ:** В панели разработчика в поле Run for указать время и единицы измерения. При попытке задать остановку эксперимента через 40 часов, превышаетя предел создания агентов в 50000.

***Внесите изменения в модель банковского отделения согласно варианту. Теоретические распределения можно найти в справке AnyLogic. Запустите модель. Объясните результаты прогона модели с новыми значениями входных данных.***

**Ответ:** Стало меньше кассиров, увеличилось время нахождения клиентов в системе. Уменьшилось использование банкомата.



