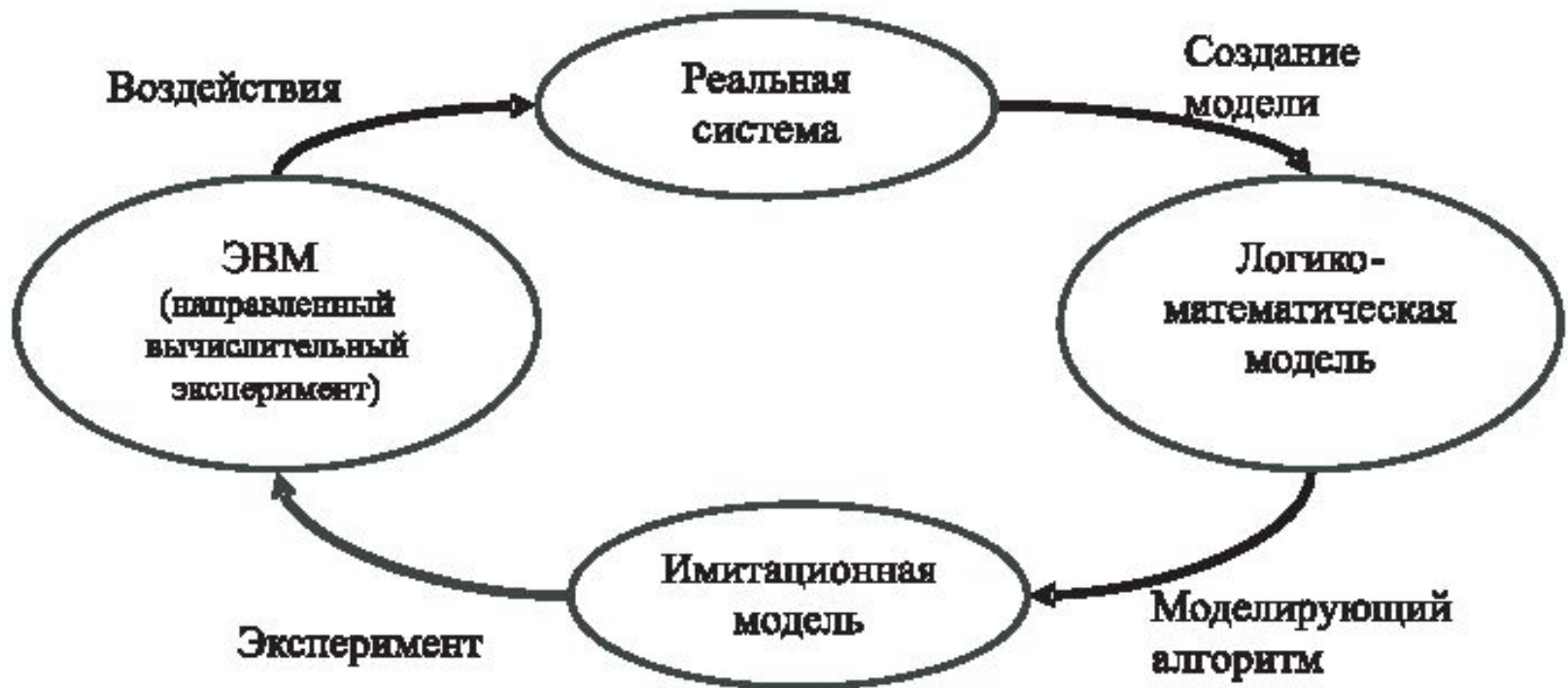


Имитационное моделирование социальных процессов и систем

Процесс имитационного исследования



Две составляющие описания имитационной модели

- ❑ **Статическое описание системы**, которое по-существу является описанием ее структуры. При разработке имитационной модели необходимо выполнять структурный анализ моделируемых процессов.
- ❑ **Динамическое описание системы**, или описание динамики взаимодействий ее элементов. При его составлении фактически требуется построение функциональной модели моделируемых динамических процессов.

Чтобы составить имитационную модель, надо:

- представить реальную систему (процесс), как совокупность взаимодействующих элементов;
- алгоритмически описать функционирование отдельных элементов;
- описать процесс взаимодействия различных элементов между собой и с внешней средой.

Два основных способа изменения модельного времени t_0

- **пошаговый** (применяются фиксированные интервалы изменения модельного времени);
- **пособытийный** (применяются переменные интервалы изменения модельного времени, при этом величина шага измеряется интервалом до следующего события).

Способ фиксированного шага применяется

- ✓ если закон изменения от времени описывается интегро-дифференциальными уравнениями. Характерный пример: решение интегро-дифференциальных уравнений численным методом. В подобных методах шаг моделирования равен шагу интегрирования. При их использовании динамика модели является дискретным приближением реальных непрерывных процессов;
- ✓ когда события распределены равномерно и можно подобрать шаг изменения временной координаты;
- ✓ когда сложно предсказать появление определенных событий;
- ✓ когда событий очень много и они появляются группами.

Основные виды имитационных моделей

- ☐ Непрерывные;
- ☐ Дискретные;
- ☐ Непрерывно-дискретные.

Непрерывные имитационные модели

В непрерывных имитационных моделях переменные изменяются непрерывно, состояние моделируемой системы меняется как непрерывная функция времени, и, как правило, это изменение описывается системами дифференциальных уравнений.

Соответственно продвижение модельного времени зависит от численных методов решения дифференциальных уравнений.

Дискретные имитационные модели

В дискретных имитационных моделях переменные изменяются дискретно в определенные моменты имитационного времени (наступления событий). Динамика дискретных моделей представляет собой процесс перехода от момента наступления очередного события к моменту наступления следующего события.

Дискретные имитационные модели

В дискретных имитационных моделях переменные изменяются дискретно в определенные моменты имитационного времени (наступления событий). Динамика дискретных моделей представляет собой процесс перехода от момента наступления очередного события к моменту наступления следующего события.

Непрерывно-дискретные имитационные модели

Поскольку в реальных системах непрерывные и дискретные процессы часто невозможно разделить, были разработаны непрерывно-дискретные модели, в которых совмещаются механизмы продвижения времени, характерные для этих двух процессов.

Стохастический случай

Стохастические системы – это такие системы, динамика которых зависит от случайных факторов, входные, выходные переменные стохастической модели, как правило, описываются как случайные величины, функции, процессы, последовательности.

Результаты моделирования, полученные при воспроизведении единственной реализации процессов, в силу действия случайных факторов будут реализациями случайных процессов, и не смогут объективно характеризовать изучаемый объект.

В случае со стохастической системой необходимо осуществлять сбор и оценивание статистических данных на выходе имитационной модели, для этого проводить серию прогонов и статистическую обработку результатов моделирования

Детерминированный случай

В этом случае достаточно провести один прогон, по определенным операционным правилам при конкретном наборе параметров.

Современные парадигмы имитационного моделирования

- ✓ Динамические системы
- ✓ Системная динамика
- ✓ Моделирование многоагентных систем
- ✓ Дискретно-событийные моделирование

Уровни абстракции видов компьютерного моделирования

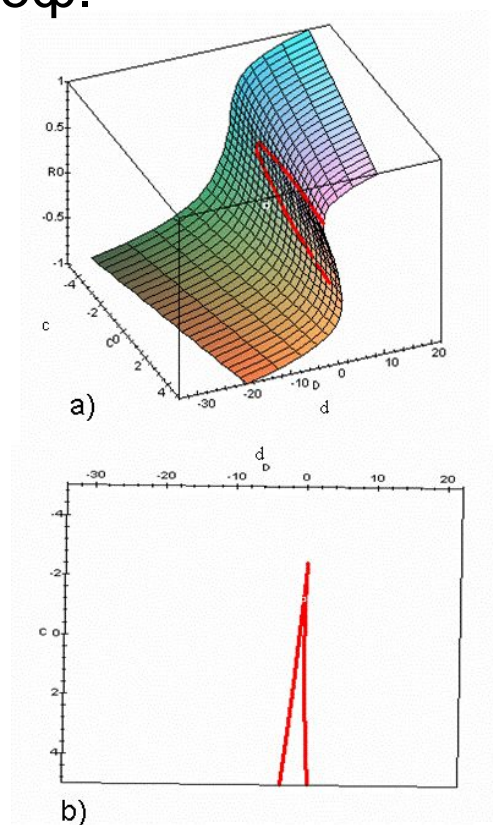
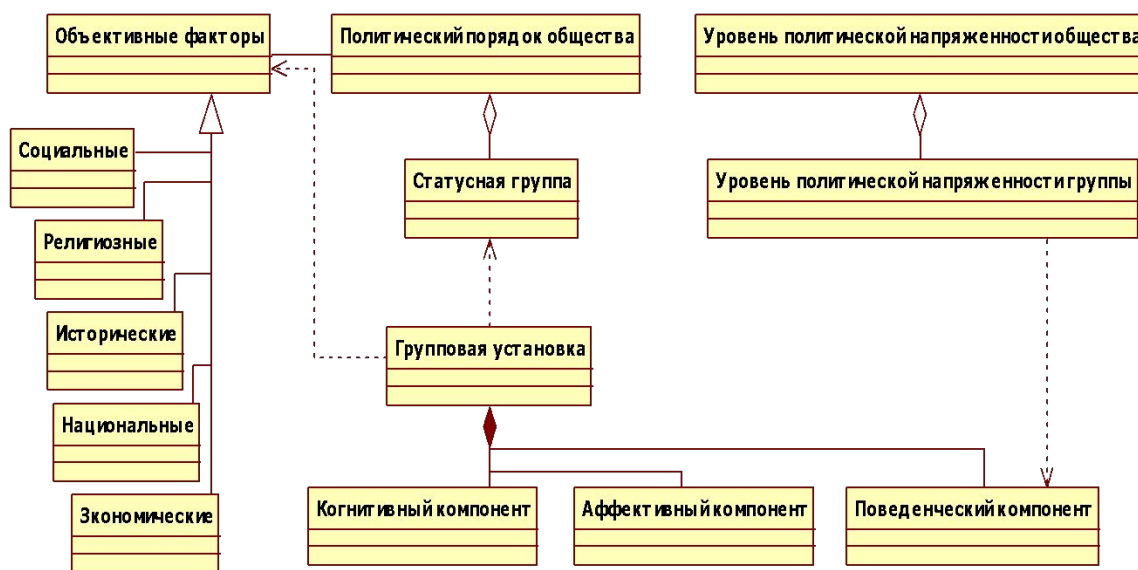


Динамические системы

Сложные объекты, поведение которых описывается системами алгебраических и дифференциальных уравнений, а также событиями, меняющими либо среду, либо модель, либо даже саму структуру системы. К этому классу относятся системы управления, физические и механические объекты, объекты химической технологии, системы обработки сигналов и т. п.

Моделирование групповой реакции на социально-политические процессы

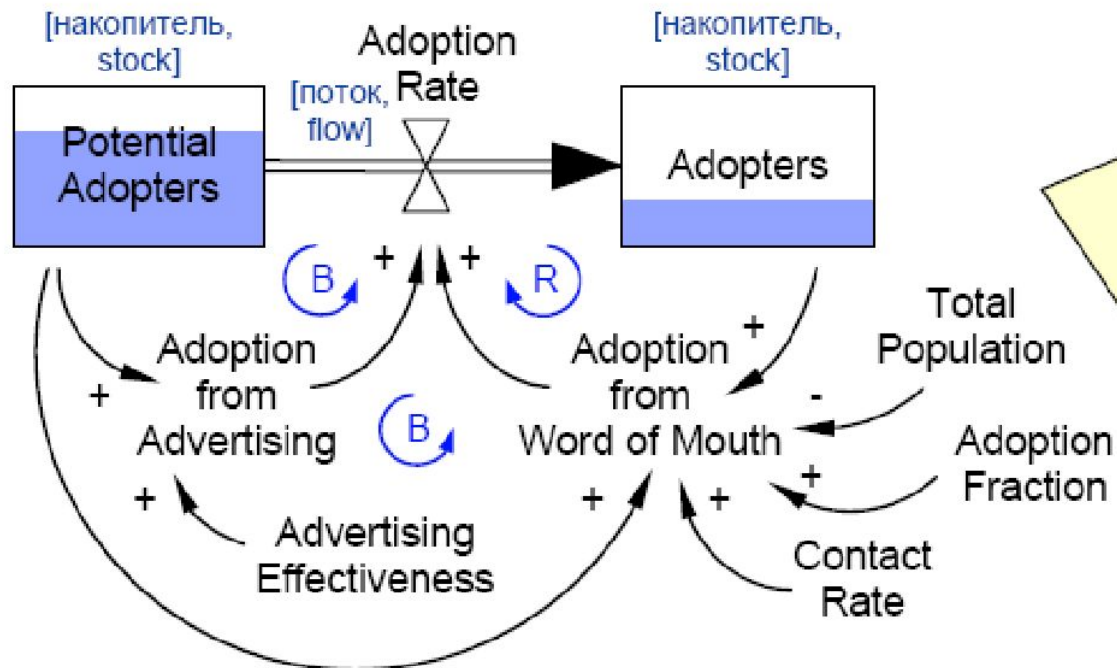
- Построена модель групповой реакции на социально-политические процессы на базе парадигмы динамических систем в рамках аппарата теории катастроф.



Системная динамика

Парадигма компьютерного моделирования, при которой для исследуемой системы строятся графические диаграммы причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие параметры во времени, а затем модель, созданная на основе этих диаграмм, имитируется на компьютере.

Системная динамика



Математическая модель

$$d(\text{Potential Adopters})/dt = - \text{Adoption Rate}$$

$$d(\text{Adopters})/dt = \text{Adoption Rate}$$

$$\text{Adoption Rate} = \text{Adoption from Advertising} + \text{Adoption From Word of Mouth}$$

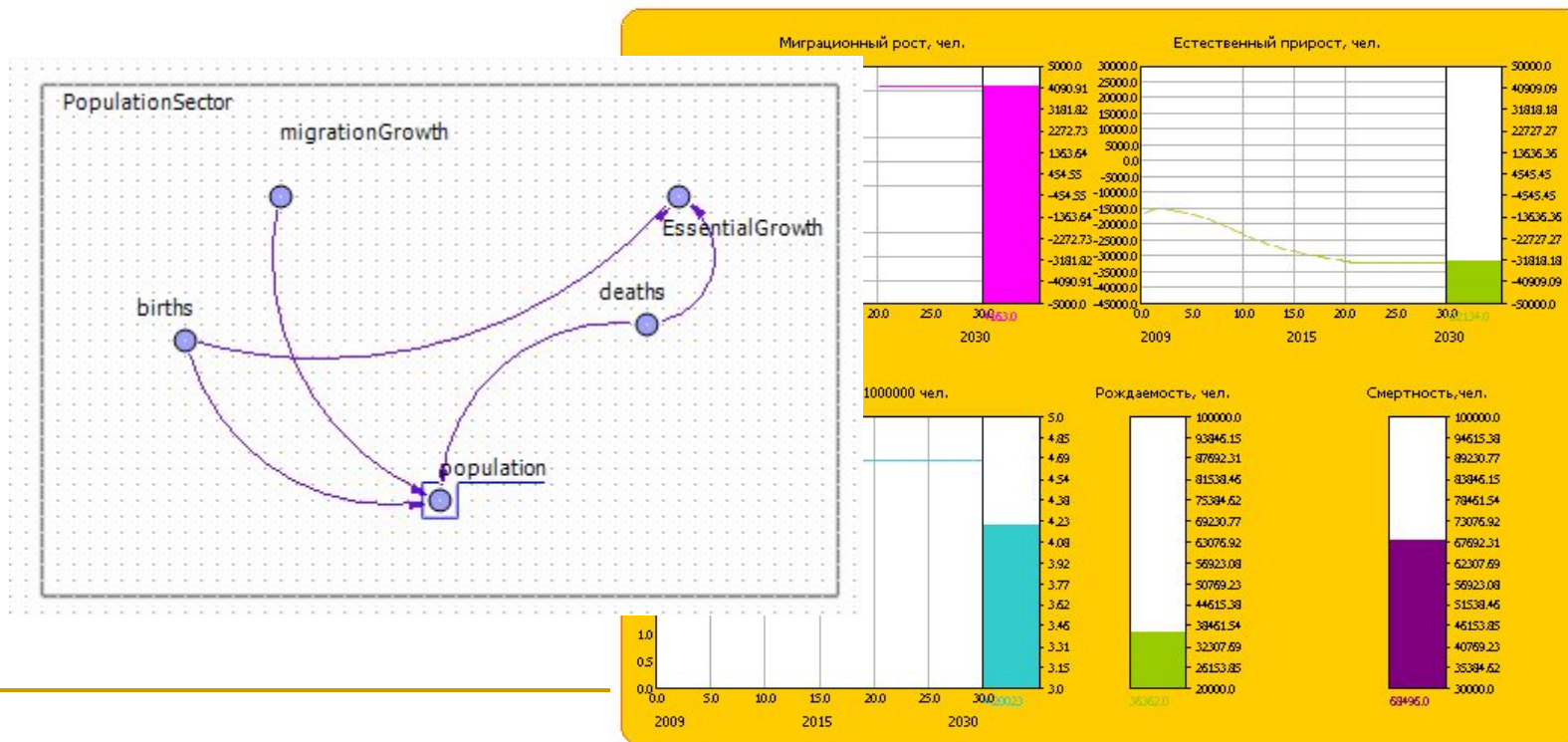
$$\text{Adoption from Advertising} = \text{Advertising Effectiveness} * \text{Potential Adopters}$$

$$\text{Adoption from Word of Mouth} = \text{Contact Rate} * \text{Adoption Fraction} * \text{Potential Adopters} * \text{Adopters} / \text{Total Population}$$

СД Накопители, потоки и их причинные зависимости.
Структура как взаимодействие обратных связей

Модели системной динамики социальных процессов

- В рамках адаптации методов и инструментария системной динамики проведены исследования динамики демографической и миграционной активности населения отдельных территориальных общностей Южного региона



Многоагентные системы

Агент – это некоторая сущность, которая обладает активностью, автономным поведением, может принимать решения в соответствии с некоторым набором правил, может взаимодействовать с окружением и другими агентами, а также может изменяться (эволюционировать).

Многоагентные модели используются для исследования децентрализованных систем, динамика функционирования которых определяется не глобальными правилами и законами, а наоборот, эти глобальные правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов группы.

Многоагентные системы



Дискретно-событийное моделирование

Термин исторически закрепился за моделированием систем обслуживания потоков объектов некоторой природы: клиентов банка, автомобилей на заправочной станции, телефонных вызовов, пациентов в поликлиниках и т. п.

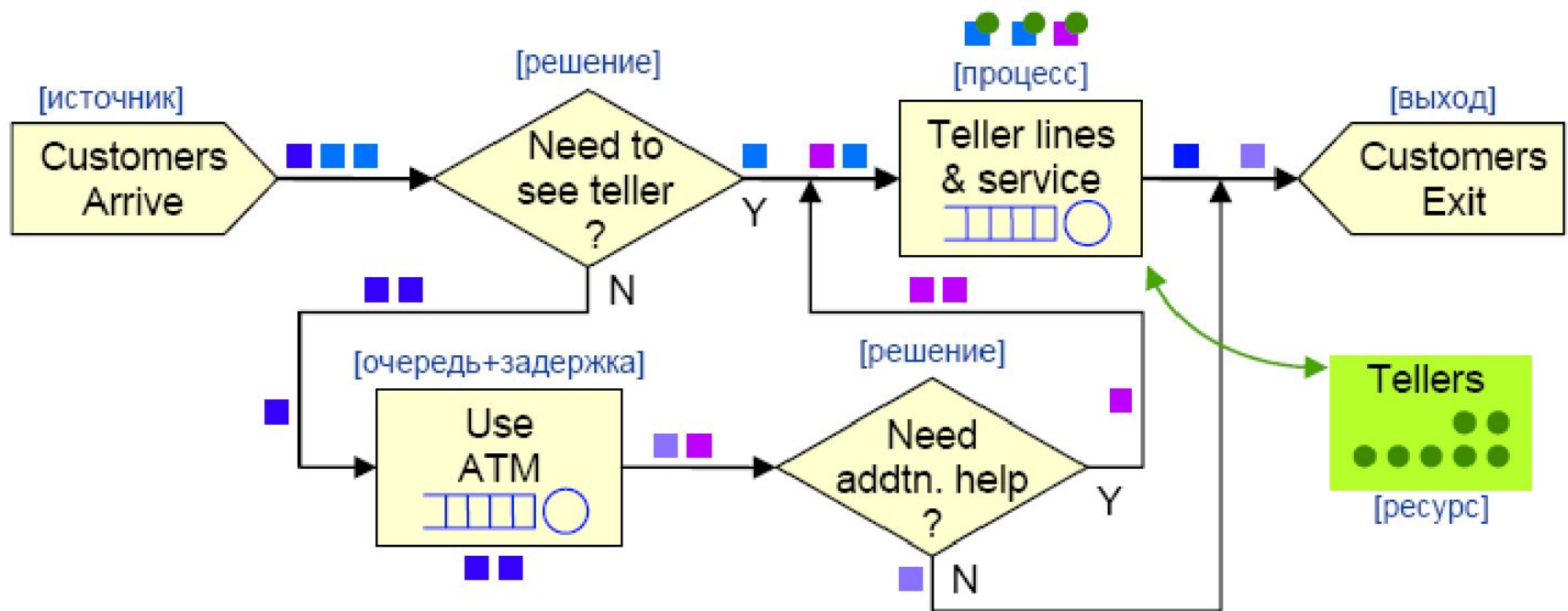
Именно такие системы названы *системами массового обслуживания*.

Системы массового обслуживания

Абстрактное, упрощенное представление таких реальных систем, в которых можно выделить два основных класса объектов: потоки заявок (требований) на обслуживание, и обслуживающие их объекты, связанные в сеть.

Имитационные модели систем массового обслуживания являются дискретно-событийными, поскольку изменение состояния таких систем при их функционировании происходит в дискретные моменты времени при возникновении таких событий, как выборка заявки из входной очереди для обслуживания, окончание обслуживания и т. п.

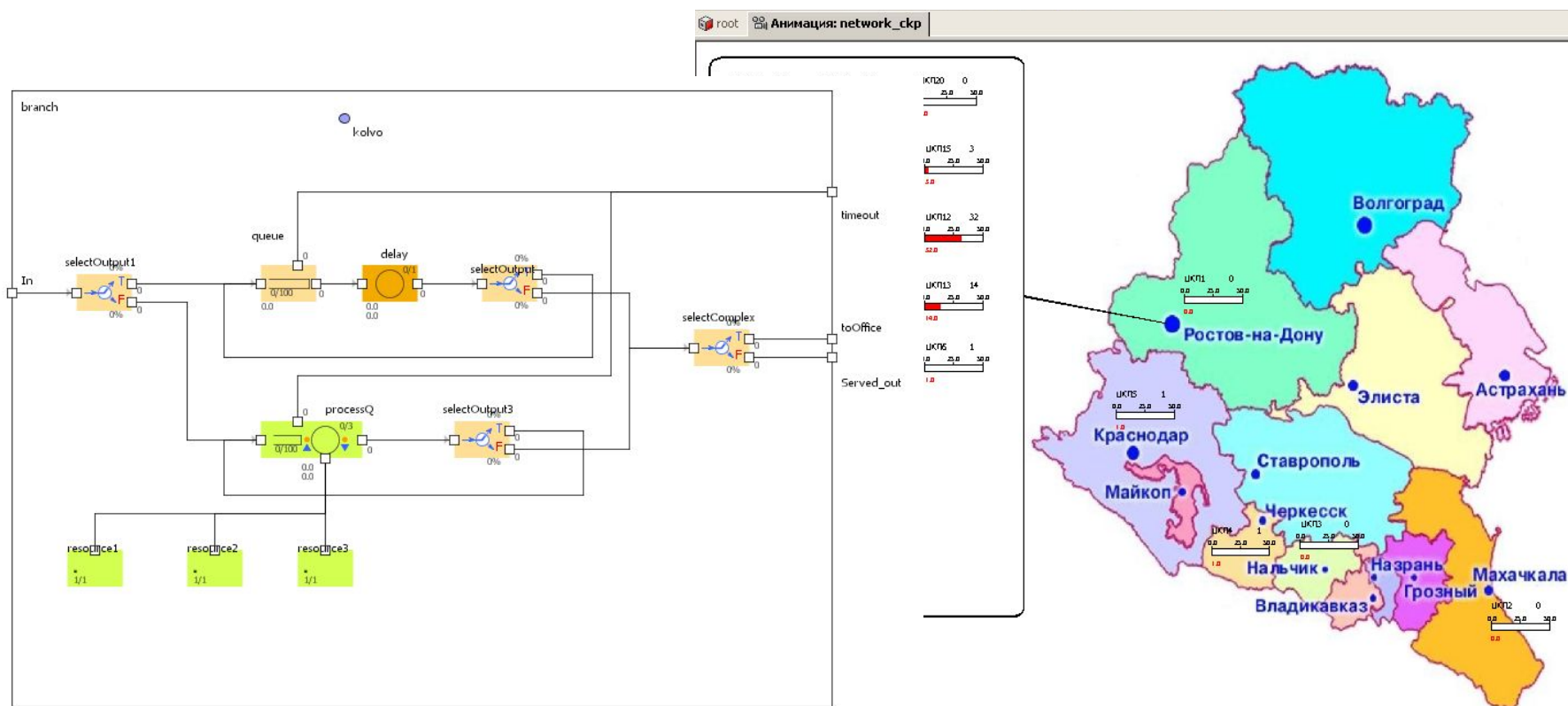
Системы массового обслуживания



ДС Заявки и ресурсы (пассивные объекты)
Диаграмма из блоков (очереди, задержки и т.д.)

Дискретно-событийные модели социальных процессов

- Реализована имитационная дискретно-событийная модель для моделирования процессов обслуживания заявок на дорогостоящем уникальном оборудовании ЦКП.



Базовая литература

- Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов. – М.: Высш.шк., 2001. – 343 с.
- Карпов, Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.