

Агент-ориентированные модели

Агент-ориентированные модели (agent based models), сокращенно АОМ, относящиеся к классу моделей, основанных на индивидуальном поведении агентов и создаваемых для компьютерных симуляций. Основная идея, лежащая в основе АОМ, заключается в построении вычислительного инструмента, представляющего собой совокупность агентов с определенным набором свойств и позволяющего проводить симуляции реальных явлений. При этом сами модели, используя простые правила поведения агентов, могут выдавать весьма интересные результаты.

Определений АОМ достаточно много (см. например, Axelrod (1997), Bonabeau (2002), Epstein (2005)).

На основе большинства из них, АОМ это модель, обладающая следующими основными свойствами

Свойства

АВТОНОМИЯ. Агенты действуют независимо друг от друга и при этом предполагается, что в моделях нет единой регулирующей структуры, которая контролировала бы поведение каждого агента в отдельности. Однако, при этом взаимодействие микро- и макроуровней в моделях осуществляется, как правило, следующим образом: на макроуровне задается общий для всех агентов набор правил, и, в свою очередь, совокупность действий агентов микроуровня может оказывать влияние на параметры макроуровня.

Неоднородность. Агенты чем-то различаются друг от друга, что принципиально отличает АОМ от широко распространенных моделей с агентом-представителем, причем различия между агентами могут проявляться по многим параметрам (в случае агентов, отображающих людей, это могут быть параметры уровня здоровья, дохода, культурного уровня, а также правил принятия решений и т.д.).

Ограниченная интеллектуальность агентов (или ограниченная рациональность). Иными словами агенты модели не могут познать нечто большее, выходящее за рамки макросреды модели.

Расположение в пространстве. Имеется в виду некоторая «среда обитания», которая может быть представлена как в виде решетки (как в игре «Жизнь»), так и в виде гораздо более сложной структуры. Хотя это свойство не является обязательным.

Общей особенностью всех АОМ и одновременно с этим их главным отличием от моделей других классов является наличие в них большого числа взаимодействующих друг с другом агентов (так, существуют АОМ, число агентов в которых достигает нескольких миллионов; см. например, модель, разработанную под руководством Дж. Эпштейна (Parker (2007))).

Обычно в моделях социально-экономических систем присутствуют агрегированные агенты, представляющие собой либо отрасль, либо регион, либо совокупное домохозяйство. При этом спецификация агента происходит за счет оптимизации соответствующей функции полезности или же в модель включаются рассчитанные ранее экзогенные параметры, отражающие результаты решений агента.

В литературе эти два подхода часто подвергаются обоснованной критике, поскольку в большинстве случаев они не всегда позволяют получить в рамках таких моделей реалистичные оценки взаимодействия агрегированных агентов. В то же время за счет более детальной спецификации в АОМ агентов микроуровня можно добиться изменений параметров макроуровня более адекватным действительности.

Таким образом, **агент в АОМ** является автономной сущностью, как правило имеющей графическое представление, с определенной целью функционирования и возможностью обучения в процессе существования до определенного уровня, определяемого разработчиками соответствующей модели.

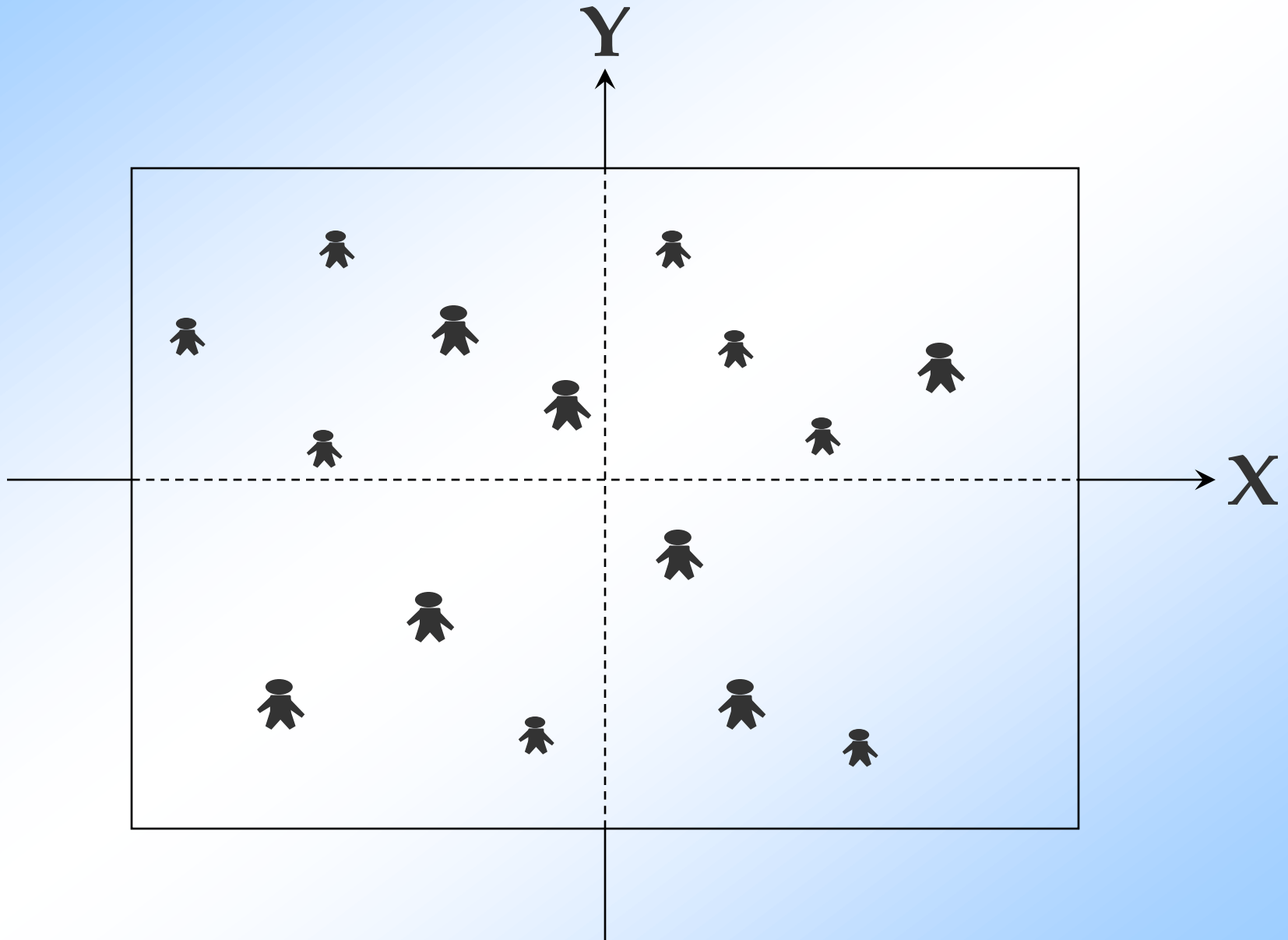
Примерами агентов могут быть:

- 1) люди (равно как и другие живые организмы), роботы, автомобили и другие подвижные объекты;
- 2) недвижимые объекты;
- 3) совокупности однотипных объектов.

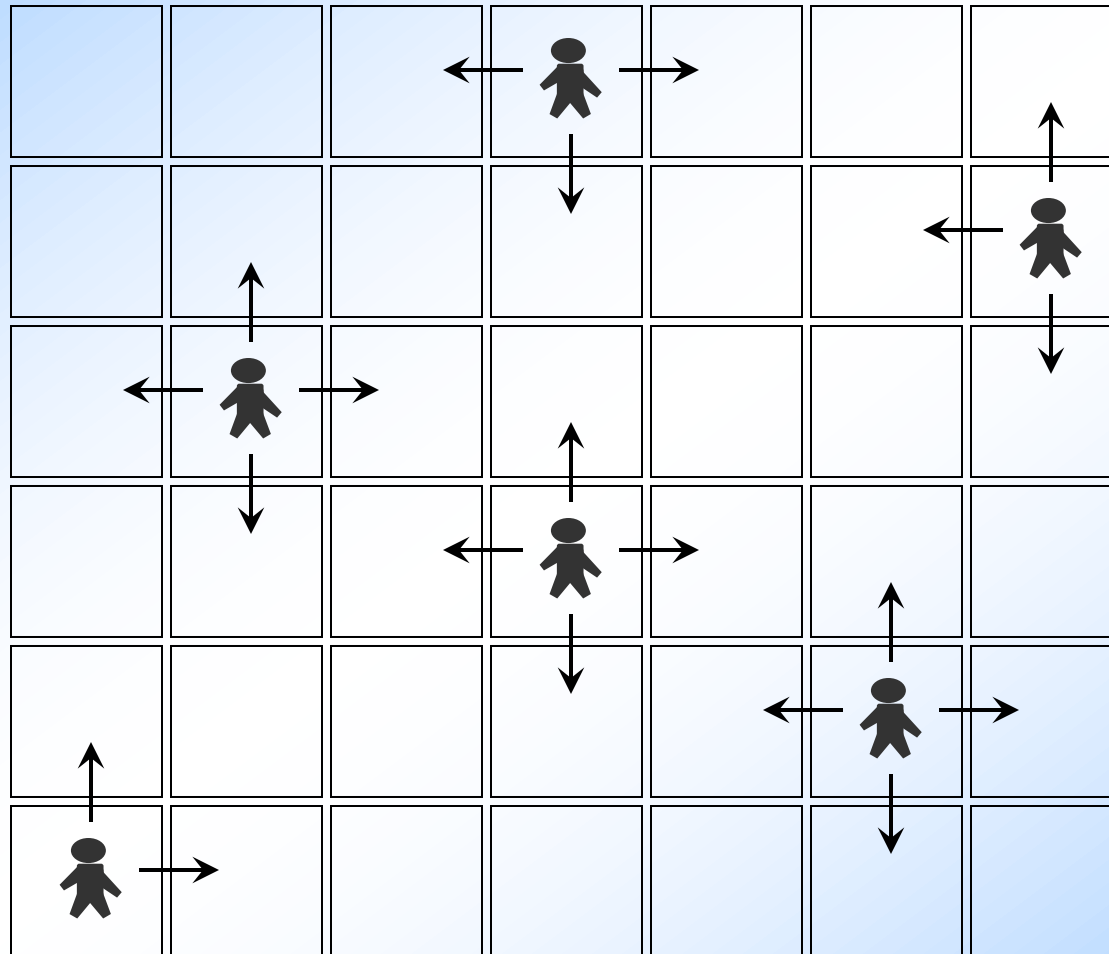
Вообще говоря, агентами в АОМ могут быть любые наблюдаемые в реальной жизни объекты, однако основной задачей их учета в рамках модели является их корректная спецификация.

Как правило, для описания агента используются параметры, переменные, функции, поведенческие диаграммы, представляющие собой, к примеру, схемы UML (*Unified Modeling Language*), отражающие состояния агентов в определенный момент времени.

Агенты в евклидовом 2D пространстве



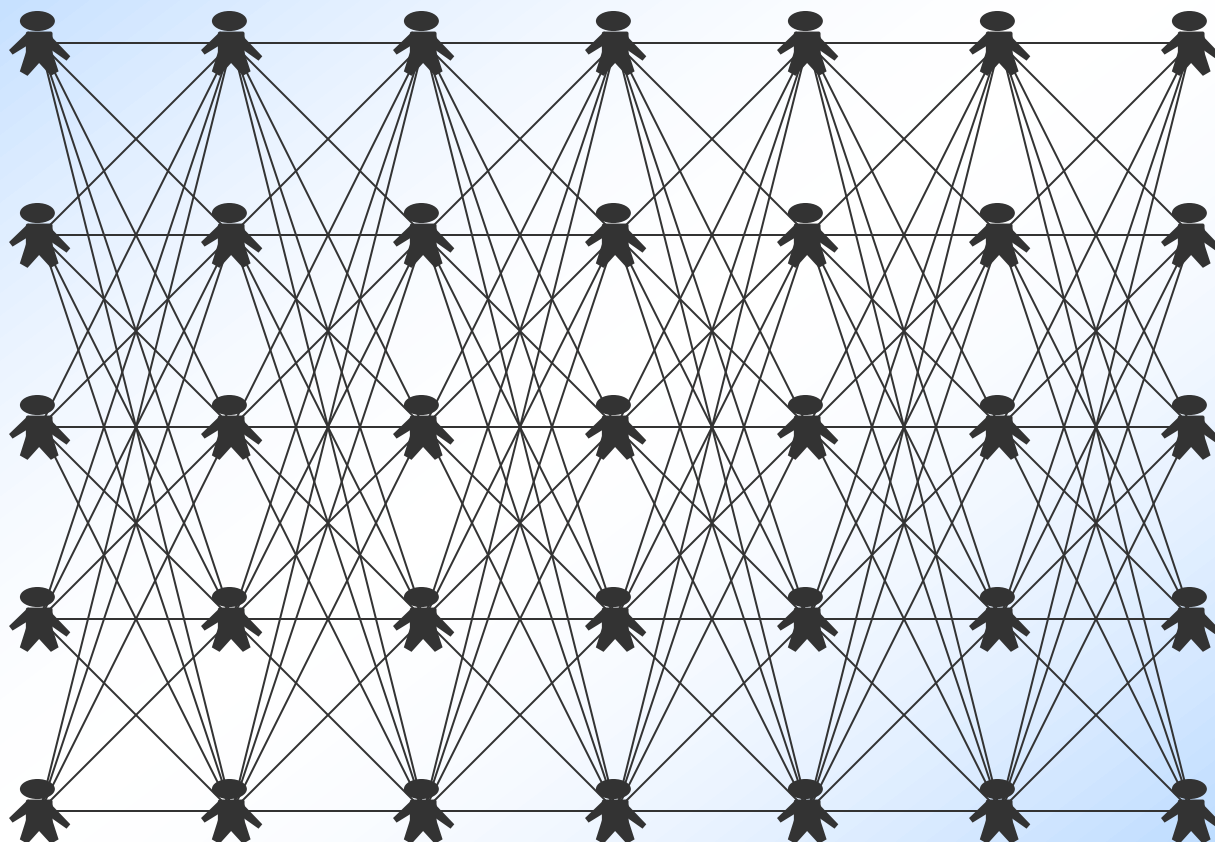
Решетка – среда для перемещения агентов



Агенты в ГИС



Взаимодействие агентов в рамках некоторой сетевой структуры



Краткая история возникновения АОМ

Концептуальный прототип первой АОМ был разработан в конце 1940-х гг. Однако широкое распространение эти модели получили в начале 1990-х гг., благодаря появлению микрокомпьютеров и возможности проводить компьютерные симуляции.

Принято считать, что АОМ берут свое начало с вычислительных машин Джона фон Неймана, являющихся теоретическими машинами, способными к самовоспроизводству (John von Neumann (1966)).

Джон фон Нейман предложил использовать машины, которые следуют детальным инструкциям для создания точных копий самих себя. Впоследствии данный подход был усовершенствован другом фон Неймана Станиславом Уламом, который предложил изображать машину на бумаге в качестве набора клеток на решетке (Ulam (1974)). Данный подход стал началом развития клеточных автоматов.

Наиболее известной реализацией взаимодействия конечных автоматов стала игра «Жизнь», предложенная Джоном Хортоном Конвеем (John Horton Conway), отличающаяся от машины фон Неймана достаточно простыми правилами поведения агентов (Gardner (1970)).

Одновременно с этим, возникло новое научное направление – компьютерное имитационное моделирование, которое в настоящее время включает следующие основные направления: 1) системная динамика (СД); 2) дискретно-событийное моделирование (ДС) и 3) агентное моделирование.

Все эти виды моделирования применяются в том числе для решения социальных и экономических задач на разных уровнях абстракции. Агентное моделирование, развитие которого напрямую определяется увеличивающимися вычислительными возможностями современных компьютеров, позволяет представить (смоделировать) систему практически любой сложности из большого количества взаимодействующих объектов, не прибегая к их агрегированию. Появились программные средства, позволяющие сочетать все вышеперечисленные направления имитационного моделирования.

Однако наибольшие трудности возникают при совмещении объектов разного уровня абстракции в рамках одной модели. В этой связи разработчики математических моделей социально-экономических систем все чаще ставят вопрос об актуальности проблем построения иерархических динамических моделей, включающих в себя субъектов макроуровня и агентов микроуровня, поведение которых должно быть описано более реалистично, нежели применяемые на практике методы их представления.

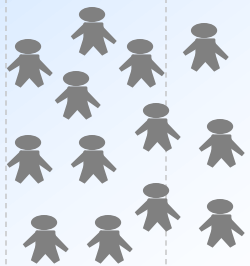
АОМ позволяют совмещать в себе агентов различного уровня абстракции и даже более того – практически любая модель, основанная на двух других парадигмах имитационного моделирования (СД и ДС) может быть легко конвертирована в АОМ и уже в таком качестве использовать преимущества агентного подхода.

Соотношение основных подходов к имитационному моделированию различных объектов и трех уровней абстракции

Агентное моделирование

Дискретно-событийное моделирование

Системная динамика



Низкий уровень абстракции
(микроуровень)

Средний уровень абстракции
(мезоуровень)

Высокий уровень абстракции
(макроуровень)

С середины 1990-х годов АОМ стали использовать для решения множества коммерческих и технологических задач, например:

- оптимизация сети поставщиков и планирование перевозок;
- планирование развития производства;
- прогнозирование спроса на продукцию и объема продаж;
- оптимизация численности персонала;
- прогнозирование развития социально-экономических систем (городов, регионов);
- моделирование миграционных процессов;
- имитация и оптимизация пешеходного движения;
- моделирование транспортных систем;
- прогнозирование экологического состояния окружающей среды и т.д.

Преимущества АОМ

АОМ позволяют смоделировать систему максимально приближенную к реальности. Степень детализации АОМ по сути ограничиваются только возможностями компьютеров. Более того, в ряде АОМ передвижение агентов задается без использования сложных формул, но с помощью заранее определенных маршрутов и простых правил, с одной стороны имитирующих адаптивное мышление в процессе принятия решений, а с другой – позволяющих получить неочевидные результаты на уровне агрегированных параметров. Примерами таких АОМ могут быть модели, имитирующие передвижение пешеходов, покупателей в крупных торговых центрах, спецтехники на складах и т.д.

АОМ обладают свойством эмерджентности. К примеру, в одной из моделей имитируется работа транспортной системы г. Москвы, при моделировании которой мы определяли поведение только отдельных агентов, в то время как более общие явления – автомобильные пробки или параметр, отражающий уровень загруженности дорог города, определялись уже в процессе работы модели.

Преимущества АОМ

Важным преимуществом агентного моделирования является возможность построения моделей с учетом отсутствия знаний о глобальных зависимостях в рамках моделирования соответствующей предметной области. Важно представлять логику поведения отдельных агентов, что в свою очередь может помочь в получении более общих знаний об изучаемом процессе.

АОМ является гибким инструментом, позволяющим легко добавлять и удалять агентов в модели, а также менять параметры и правила их поведения.

Программное обеспечение

Существуют различные программные средства (например, **ANYLOGIC** – отечественный продукт, Repast, SWARM), позволяющие разрабатывать агент-ориентированные модели.

Считается, что агентное моделирование дополняет традиционные аналитические методы, а также ограниченно включает в себя упомянутые выше подходы имитационного моделирования, поскольку последние могут применяться «внутри» агентной модели при формализации ее отдельных активных объектов или агентов (Паринов (2007)). Появление АОМ можно рассматривать как результат эволюции методологии моделирования: переход от моно моделей (одна модель – один алгоритм) к мульти моделям (одна модель – множество независимых алгоритмов).

АОМ могут объяснить причину возникновения таких явлений, как: террористические организации, войны, обрушение рынка акций и т.д. В идеале АОМ могут помочь идентифицировать критические моменты времени, после наступления которых чрезвычайные последствия будут иметь необратимый характер.

Известные примеры АОМ

Игра "Жизнь"

Состояние конечного автомата в момент $t + 1$ является функцией от его собственного состояния и состояния его соседей в момент времени t .

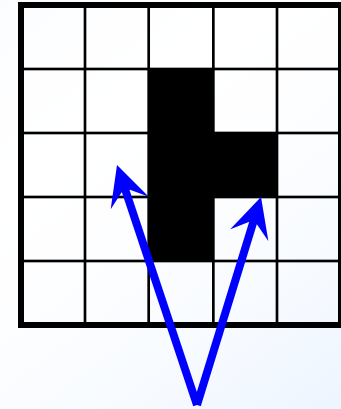
Благодаря взаимодействию каждого элемента клеточного автомата со всеми соседями достигается гораздо более разнообразное поведение, чем поведение отдельного элемента.

Такая взаимозависимость является одним из наиболее привлекательных свойств клеточных автоматов. Поскольку выход каждого элемента зависит от состояния его соседей, эволюцию состояний набора элементов можно описать как процесс социальной адаптации.

Три правила игры "Жизнь"

1

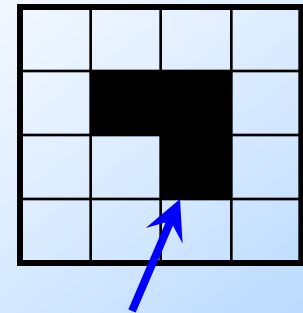
Если для некоторой клетки (*занятой или свободной*) ровно три ближайшие клетки заняты, то она будет занята в следующий момент времени



Пример: занятая или свободная клетка

2

Если для некоторой занятой клетки заняты также ровно две соседние клетки, то она будет занята в следующий момент времени



Пример: занятая клетка

3

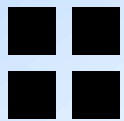
Во всех остальных ситуациях в следующий момент времени клетка остается свободной (т.е. слишком плотная населенность или наоборот – разреженность приводят к невозможности жизни)

Структуры (Patterns)

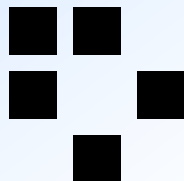
В работе [Roundstone, 1985] описано большое разнообразие структур, получаемых в результате игры «Жизнь».

Примеры:

1. Неизменяемые формы жизни



Block

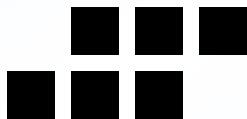


Boat

2. Осцилляторы



Blinker

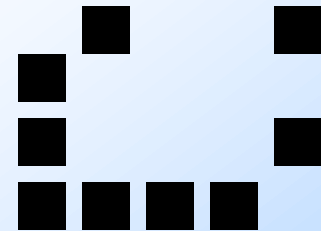


Toad

3. Перемещающиеся (планеры)

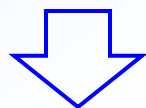
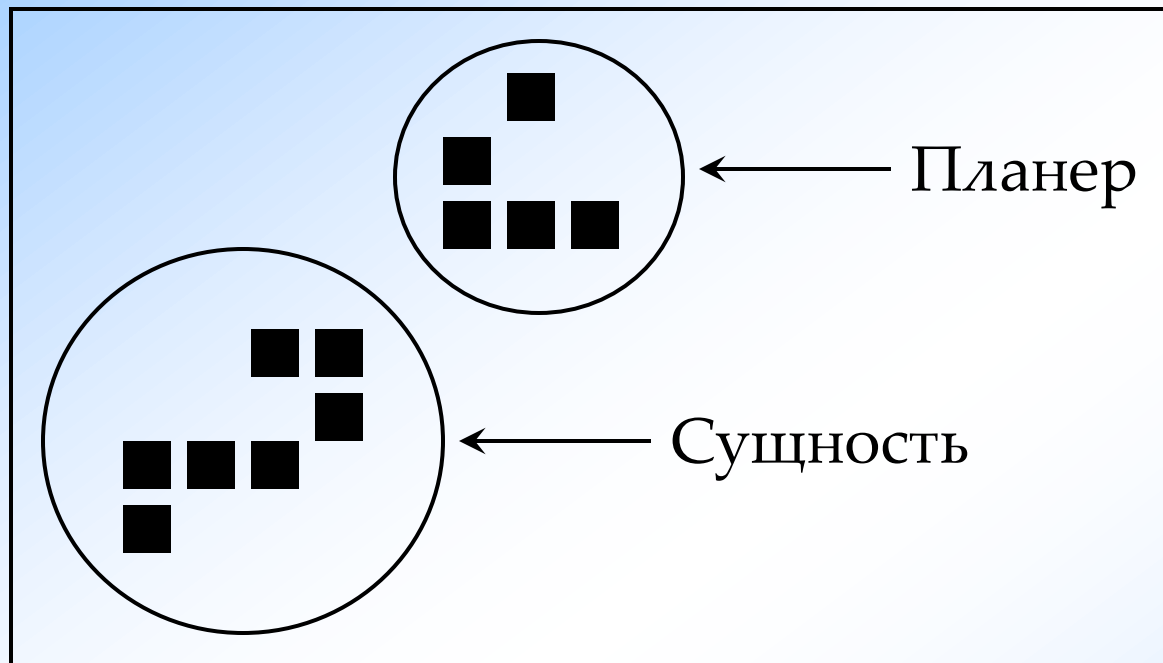


Glider

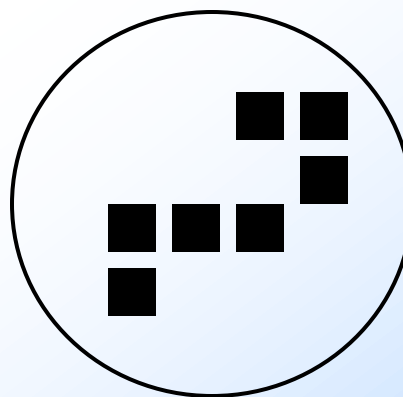


Lightweight
spaceship

4. Поглощение планера другой сущностью



Через 4 шага



Осталась только
сущность

Программная реализация

1. Для каждой ячейки выясняется ее текущее состояние и состояние соседей
2. Далее применяется одно из трех правил игры «Жизнь»
3. Новое состояние ячейки записывается в двухмерный массив
4. После обработки текущей популяции и заполнения массива значениями новой популяцией, в ячейки записывается все содержимое массива.

Таким образом, взаимодействие между членами искусственного общества в каждый промежуток времени происходит одновременно.

Другой не менее известной АОМ является сахарная модель (SugarScare), предложенная Джошуа Эпштейном и Робертом Экстеллом (Epstein, Axtell (1996)).

Пространство для взаимодействия агентов задано в виде двумерной решетки, в каждой клетке которой находится некоторое количество сахара, изменяемое в следующий момент времени. Как правило, сахар распределен по пространству не равномерно, а в виде скоплений (обычно в правом верхнем и левом нижнем углах). Количество сахара восстанавливается с регулируемым пользователем темпом.

Поведение и атрибуты агентов модели задаются следующими правилами:

- Для каждого агента задается количество сахара, которое он должен потребить в единицу времени.
- У каждого агента имеется запас сахара, который он может переносить с собой из клетки в клетку (переменная величина, поскольку в случае отсутствия сахара в ячейке агент расходует запас).
- Агент может «видеть» и соответственно перемещаться в соседние клетки, причем «горизонт видимости» ограничен ближайшими восемью ячейками (в случае если агент находится не на границе игрового поля).
- В процессе работы модели агент осматривает доступные для видения клетки и выбирает незанятую с наибольшим количеством сахара. После занятия соответствующей клетки агент забирает весь имеющийся в ней сахар. Таким образом, общее количество сахара агента складывается из запасов, а также полученного в новой клетке сахара за вычетом потребленного в текущем периоде.
- Агент погибает в том случае, если кончился запас сахара, в текущей ячейке нет сахара и текущие потребности нечем восполнить.



Помимо названных моделей существует достаточно большое количество АОМ, схожих с упомянутыми и в каком-то смысле являющихся их клонами (с незначительными вариациями).

Модель распространения инфекции. В двумерном пространстве задается совокупность людей, поделенных на три группы: 1) потенциально инфицированные, но пока здоровые; 2) инфицированные и 3) здоровые и уже обладающие иммунитетом. Люди могут умереть либо от болезни, либо от старости. В процессе работы модели они перемещаются в пространстве и вступают друг с другом в контакт. Изменяя количество здорового и инфицированного населения, способ перемещения людей, возрастной порог, вероятность смерти от инфекции и прочие параметры, можно моделировать скорость распространения инфекции и определять ситуации, при которых рассматриваемому социуму удастся полностью победить болезнь (Yorke (1979)); (Wilensky (1998)).

Модель сегрегации Шеллинга (Schelling (1978)).

Тепловые жуки (Heat Bugs) (Wilensky (2004)).

The System Effectiveness Analysis Simulation (SEAS)

The screenshot displays the SEAS 3.3 simulation environment. The central 3D view shows a terrain map with various military units and communication networks. A green arrow points from the Russian text to the terrain map. The interface includes a 'Primary Side' panel on the left, an 'Other Side(s)' panel on the right, and a status bar at the bottom.

Run #1/10 2/13 Days 15:26 of 21:20 Elapsed

Primary Side

- Blue
- Blue_NCA
- B_JFC
- JFLCC
- K_Armor_Mid
- K_Mech_North
- Mech_BCT_4
- Mech_BCT_5
- Blue_Recon_Btn
- Blue_Armor_Btn (2)
- M1 (10)
- M3 (5)
- Avenger
- BGnd_HIOrder
- SINAGAS_V
- Blue_Mech_Btn (2)
- B_AV
- Blue_Arty_Btn (2)
- BFSTV (2)
- B_SC_EHF_Rc
- B_SC_UHF_Rc
- B_SC_UHF_Tr
- BGnd_HIOrder_Tr
- Mech_BCT_6
- B_1st_Armor_Div
- B_SC_UHF_Rc
- B_SC_UHF_Tr
- BNaval_OrderNet
- CAST_Prod_Rc
- JFMCC
- BlueCVN
- F18 (6)
- B_SC_EHF_Rc
- B_SC_UHF_Rc
- BNaval_OrderNet
- BAir_OrderNet
- SAG-b
- DDX
- DDG
- BNaval_OrderNet
- SAG-a
- LHD
- BNaval_OrderNet
- JFACC
- Blue_JAOC
- Blue_AEF1
- F22 (3)
- JSF (3)
- F15 (3)
- JTIDS_Lk16
- BAir_OrderNet
- AtoG_Rada
- B_Air-Air_F
- AIM 120 (2)

Other Side(s)

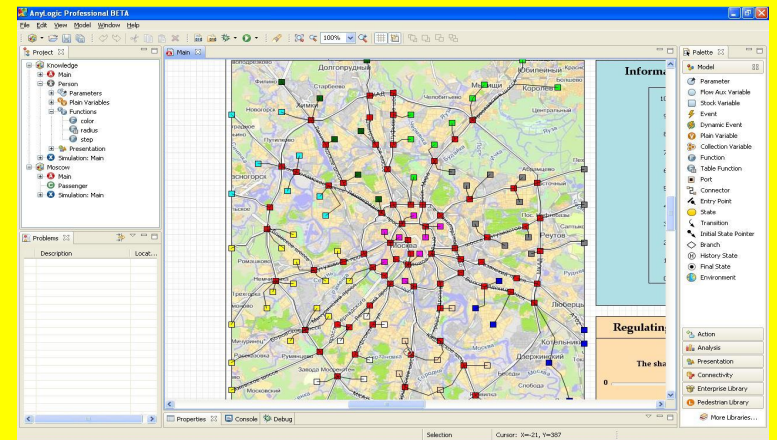
- Red
- Red_Army
- R_Armor_Div_2
- R_Armor_Div_4
- Red_Mech_B
- T80 (9)
- BMP (3)
- Red_AD_Btn
- RedShort
- R_Arty_C
- Red_Mech_B
- Red_Arty_Btn
- Red_AD_Btn
- Red_Recon_Btn
- CruiseM_TEL
- CellPhone
- RedGroup
- R_CB_Ra
- Red_Cruis
- RSatData_Rc
- RedGround
- RedShort
- R_Mech_Inf_1
- R_Mech_Inf_3
- R_Mech_Inf_5
- Red_MANPADS_I
- R_AD_Jeep (
- RedShort
- R_AD_Nik
- SA-7 (4)
- RedGround
- RedShort
- Red_Repair_Dept
- NBC_Facilities
- POL_Facilities
- Depot_Storage
- Bridges_Roads
- Red_Air_Force
- Red_IAD_HQ
- SimStop_ChkUnit
- Red_Strategic_Rocke
- TEL_Depot_SR
- SR_TBM_Btn
- TBM_TEL_Lin
- TEL_Depot_MR
- TEL_Depot_LR
- Red_HUMINT
- Red_CorNode_U
- Spot_6
- RSatData_Tr
- Redsat_EO_S
- Spot_7
- Spot_8
- Red_Decryption_Forc

ландшафт местности, количество основных боевых единиц (пехота, самолеты, танки и др. техника)

<- 1167.039 km ->

Пример:
Агент-ориентированная
модель автомобильных
пробок
(на примере Москвы)

В.Л. Макаров,
А.Р. Бахтизин,
В.А. Житков



Разработанная модель позволяет решать задачи масштаба городской агломерации, связанные с оценкой работы всей транспортной системы в результате изменения следующих ее элементов:

- введение новых радиальных или кольцевых автомагистралей;
- строительство новых жилых районов или ввод в эксплуатацию объектов, концентрирующих вокруг себя транспортные потоки (к примеру, это может быть крупный торговый центр);
- временное закрытие или ликвидация какого-либо элемента транспортной системы;
- введение экономических санкций (плата за проезд по магистрали, за въезд в зону центра и т.п.).

В модели три типа агентов: 1) агент (человек), который хочет добраться из пункта *A* в пункт *B*; 2) легкой автомобиль, перевозящий в среднем 2-х человек; 3) общественный транспорт, перевозящий примерно 150 человек.

Агенты первого типа принимают решение о выборе транспортного средства (т.е. о выборе агента второго или третьего типа) исходя из ряда факторов (затраты денег, времени и уровень комфорта). Агенты второго и третьего типа имеют привязку к анимационной диаграмме, меняющейся в режиме реального времени, а их отображение (т.е. скорость перемещения и местоположение в момент времени t) зависит от конкретной ситуации.

Реализация транспортной сети в пакете AnyLogic

The screenshot displays the AnyLogic Professional BETA interface. The main workspace shows a map of Moscow with a complex network of nodes and connections. The nodes are represented by various colored squares (red, green, blue, yellow, pink) and are connected by lines representing the transportation network. The map includes labels for various districts and landmarks, such as Долгопрудный, Химки, Москва, and Люберцы.

The interface includes several panels:

- Project:** A tree view showing the project structure, including Knowledge, Main, Person, Parameters, Plain Variables, Functions, Presentation, Simulation: Main, and Moscow.
- Problems:** A table with columns for Description and Location, currently empty.
- Palette:** A list of simulation elements and libraries, including Model, Parameter, Flow Aux Variable, Stock Variable, Event, Dynamic Event, Plain Variable, Collection Variable, Function, Table Function, Port, Connector, Entry Point, State, Transition, Initial State Pointer, Branch, History State, Final State, Environment, Action, Analysis, Presentation, Connectivity, Enterprise Library, and Pedestrian Library.
- Information:** A panel on the right side, partially visible, showing the word "Informa".
- Regulating:** A panel on the right side, partially visible, showing the word "Regulating".

The status bar at the bottom indicates "Selection" and "Cursor: X=-21, Y=387".

Межрайонные корреспонденции

В модели для оценки межрайонных корреспонденций используется *гравитационная модель*, основанная на предположении о том, что корреспонденция из одного района в другой тем больше, чем больше емкости районов прибытия и отправления, и чем ближе друг к другу расположены эти районы.

Гравитационная модель связана с законом всемирного тяготения, согласно которому сила притяжения пропорциональна массам тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Роль масс в модели играют емкости районов, рассматриваемых как общие объемы прибытия и отправления.

Межрайонные корреспонденции

Таким образом, межрайонная корреспонденция отписывается следующей функцией:

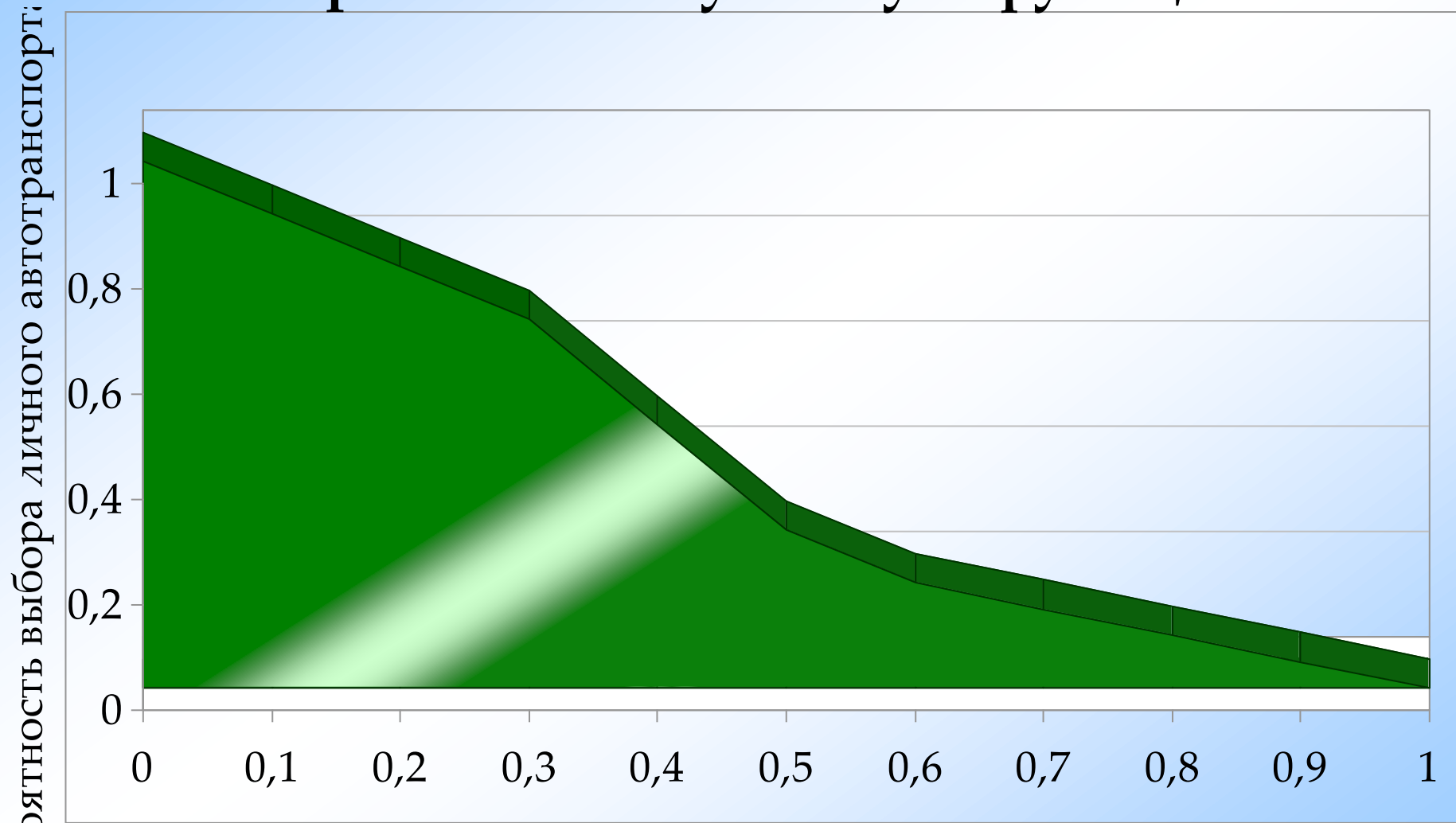
$$F_{ij} \approx O_i \cdot D_j \cdot \exp(-\lambda \cdot C_{ij})$$

O_i – отправление из района i

D_j – прибытие в район j

C_{ij} – расстояние между районами i и j

Влияние экономического фактора на выбор типа транспортного средства осуществляется через эмпирически полученную функцию

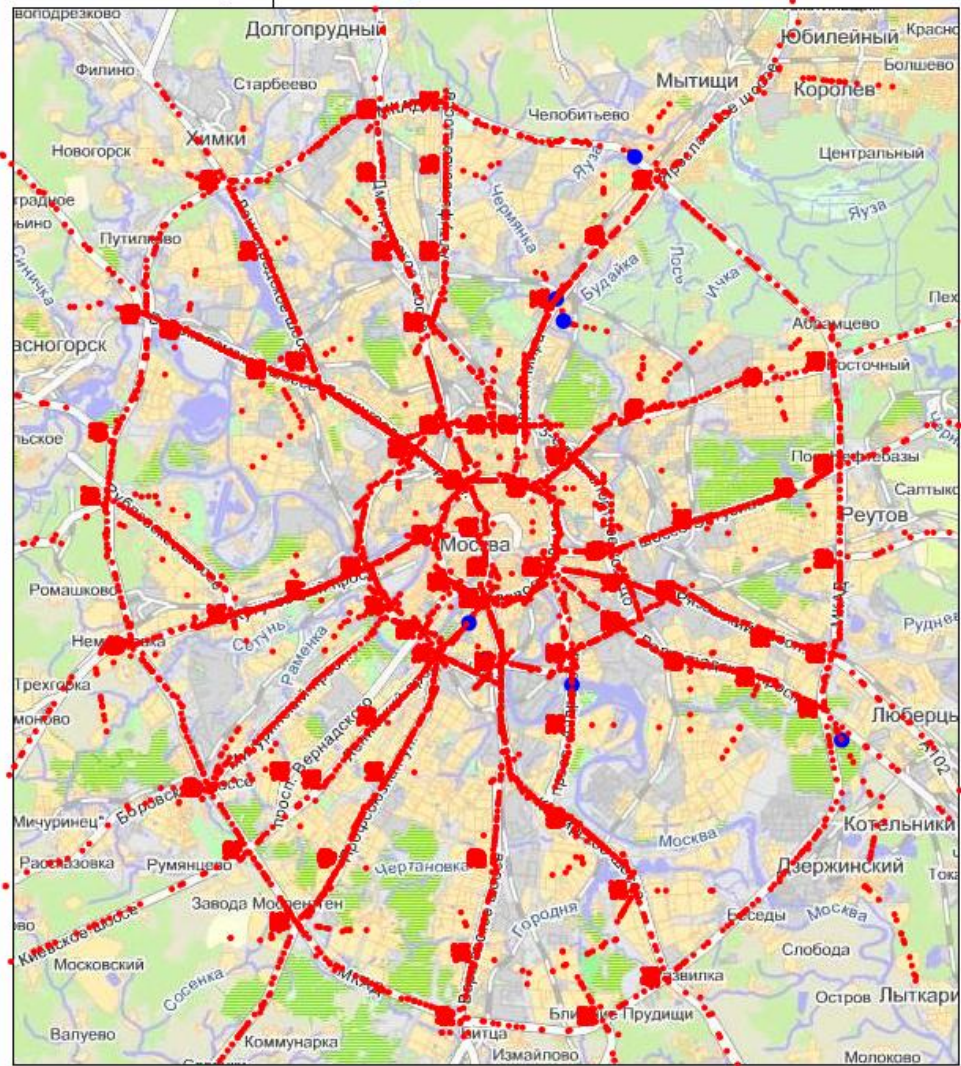


Доля в расходах на личный автотранспорт в общем объеме расходов

Имитация текущей ситуации

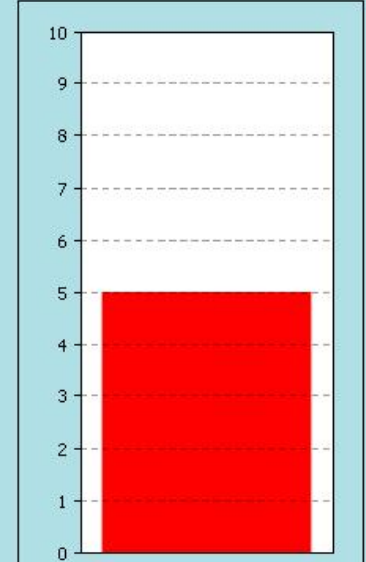
Moscow : Simulation - AnyLogic Professional

Animation & Output Model Logic



The map shows a network of roads in Moscow with red dots and lines indicating traffic simulation. The city name 'Москва' is visible in the center.

Information about traffic jams:




A bar chart with a vertical axis from 0 to 10. A single red bar reaches the value of 5.

5 points

Regulating parameters of the model:

The share of car maintenance expenditure



A slider control with a green bar positioned at 0.1 on a scale from 0 to 1.

0 1 0.1

Run: 0 Paused Time: 2548.39 Simulation: Stop time not set Memory: 27M of 297M 26.5 sec

Строительство новых дорог

AnyLogic Professional BETA
File Edit View Model Window Help

100%

Project
Main

- Knowledge
 - Main
 - Person
 - Parameters
 - Plain Variables
 - Functions
 - color
 - radius
 - step
 - Presentation
 - Simulation: Main
 - Moscow
 - Main
 - Passenger
 - Simulation: Main

Problems

Description	Locat...

Main

Properties **Console** **Debug**

Selection Cursor: X=-21, Y=387

Palette
Model

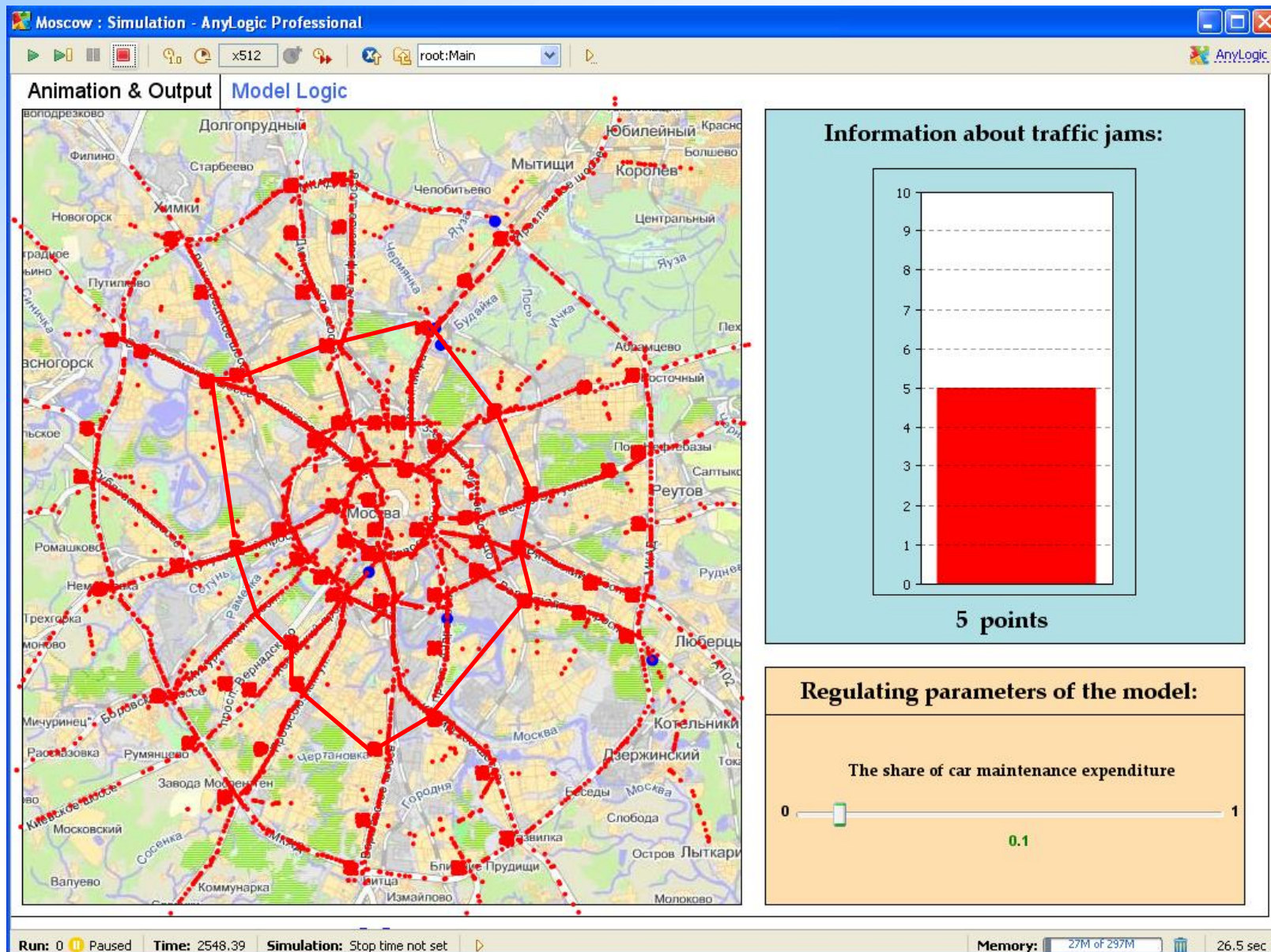
- Parameter
- Flow Aux Variable
- Stock Variable
- Event
- Dynamic Event
- Plain Variable
- Collection Variable
- Function
- Table Function
- Port
- Connector
- Entry Point
- State
- Transition
- Initial State Pointer
- Branch
- History State
- Final State
- Environment

Regulating
The sha
0

More Libraries...

- Action
- Analysis
- Presentation
- Connectivity
- Enterprise Library
- Pedestrian Library

Результаты (строительство новых дорог)



Результаты (увеличение доли расходов)



Выводы

Строительство новых дорог (затратный способ) не решает проблему пробок. Кроме того, строительство осуществляется гораздо меньшими темпами, нежели прирост количества автомобилей. Решить проблему пробок могут меры экономического характера.

Агент-ориентированные могут применяться для решения широкого круга задач, а также позволяют представить реальный процесс или явления не прибегая к агрегированию агентов.

GIS and Agent-Based Modelling

A blog focused around our interests in Geographical Information Science (GIS) and Agent-Based Modelling (ABM)

Home

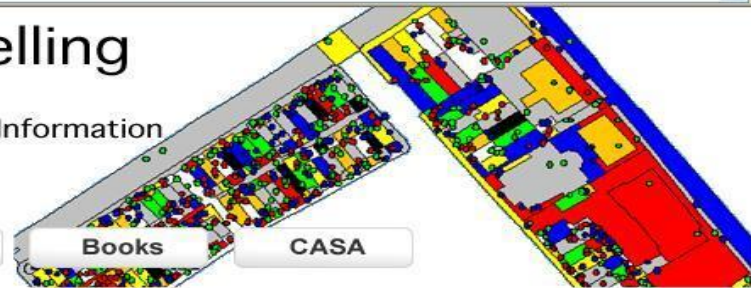
About

Links

Contact

Books

CASA



Ads by Google

Agent Based Modelling

Individual Attributes & Behaviours Health, Defence and Staffing Apps
www.decisionmodelling.com

ITIL simulation & gaming

Accelerate ITSM/ITIL understanding and acceptance with simulation
www.g2g3.com

Geostatistics Software

MONDAY, DECEMBER 22, 2008

ABS2: Agent Based Spatial Simulation

A few weeks ago I attended a S4 workshop entitled "ABS2 Agent Based Spatial Simulation" organised by the SIMBAD (SIMulation Based on Agents to Aid Decision) working group. The meeting was very interesting bringing agent-based modellers from a range of European countries to discuss recent work. The full program and presentations can be found [here](#).

Modellers used a variety of software toolkits ranging from NetLogo, JADE, MATSims, AnyLogic and bespoke programs to explore a variety spatial simulations ranging from traffic simulations to land use change.



For example, road charging in Moscow (using AnyLogic), using MATSim to model travel and locational choices in Lyon, urban daily

SUBSCRIBE TO

Posts

Comments

BLOG ARCHIVE

2009 (16)

March (3)

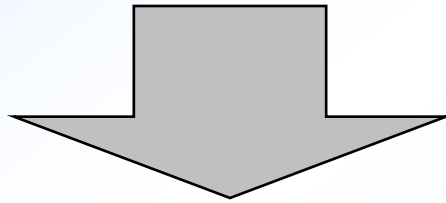
The Research Potential of Virtual Worlds for ABM

Simulating Crime with Agent-Based Models

Segregation within Social Networks

A+C Консалт Россия и страны СНГ
PTV Vision® VISUM

АЭРОФЛОТ



Цель работы: оценка изменения численности пассажиров в результате диверсификации авиарейсов по различным аэропортам г. Москвы.

В модели рассмотрены три авиаперевозчика «Аэрофлот», «Ютэйр» и «S7 (Сибирь)», осуществляющие авиарейсы в г. Москву и пассажиры, осуществляющие выбор в пользу того или иного авиаперевозчика.

Время, необходимое, для того чтобы добраться из трех аэропортов до различных районов г. Москвы рассчитано на основе карты города.

В агент-ориентированной модели пассажиры, прибывающие в г. Москву из различных городов России распределяются по районам города пропорционально числу жителей микрорайонов.

Рабочее окно агент-ориентированной модели

Aeroflot-Nord : Simulation - AnyLogic Professional

Animation & Output | Model Logic

Sun 09.11 14:09

Итоговая статистика

Варьируемый параметр №1

Скорость передвижения по городу (км/ч):
10 — 20 — 100

	ШРМ	ВНК	ДМД
Шереметьево	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Внуково	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Домодедово	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

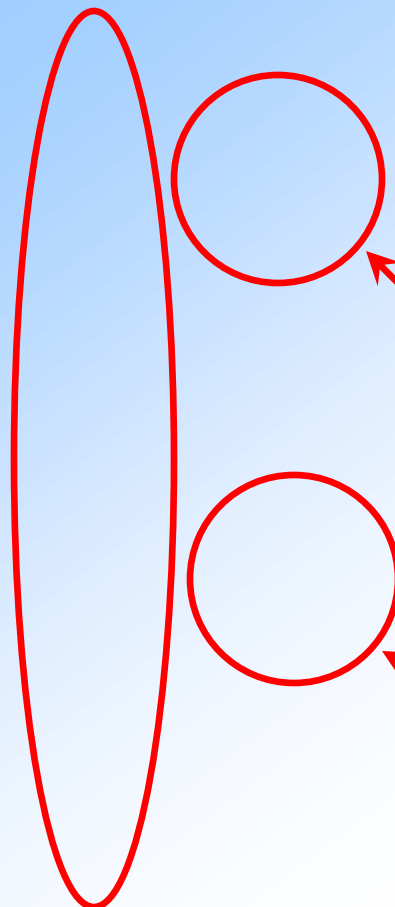
■ ВНК: 14,405 (21.0%)
■ ШРМ: 27,157 (27.1%)

● Германия
● Россия (экспертно)

Run: 0 Paused Simulation: Stop time not set

Memory: 22M of 496M 40.1 sec

Варьируемый параметр №3 Варьируемый параметр №2



Первоначальное распределение людей по конечным пунктам



Распределение пассажиров по округам Москвы (для анимации)

Выбор перевозчика в зависимости от параметров модели

В рамках расчетов было проведено четыре эксперимента:

1. Эксперимент № 1 (*базовый вариант*): значения всех варьируемых параметров равны значениям по умолчанию.
2. Эксперимент № 2: изменение средней скорости передвижения по г. Москве до 38 км/ч (значения 1987 г.), т.е. предполагается, что проблема пробок будет решаться.
3. Эксперимент № 3: изменение средней скорости передвижения по г. Москве до 15 км/ч, т.е. предполагается, что ситуация на дорогах города будет ухудшаться.
4. Эксперимент № 4: диверсификация рейсов перевозчика «Аэрофлот» по дополнительным аэропортам (Внуково и Домодедово).

Основные результаты

Ухудшение ситуации на дорогах «идет на руку» в первую очередь перевозчику компании «Ютэйр», обслуживающемуся во Внуково (во вторую – S7, обслуживающемуся в Домодедово), с другой стороны ее улучшение – перевозчику «Аэрофлоту» (в ущерб «Ютэйр» и «S7»).

Диверсификация авиарейсов перевозчика «Аэрофлот» по дополнительным аэропортам увеличивает его рыночную долю в московском авиационном узле.

Удельный вес перевозимых пассажиров в общем объеме в зависимости от изменения варьируемых параметров

	Ютэйр	Аэрофлот	S7
$V = 28$ (аэропорт перевозчика ШРМ – Шереметьево)	17,7	59,2	23,1
$V = 38$ (аэропорт перевозчика ШРМ – Шереметьево)	12,3	64,2	23,5
$V = 15$ (аэропорт перевозчика ШРМ – Шереметьево)	21,1	54	24,9
$V = 28$ (аэропорты перевозчика ШРМ – Внуково, Шереметьево, Домодедово)	14,9	66,1	19

Дополнительные примеры совмещения агент-ориентированных моделей и геоинформационных системы (зарубежный опыт):

1. Пространственная модель скорости распространения инфекций (США, 300 млн. агентов).

2. Прогнозирование миграционных потоков (внутренних и внешних), США.

Joshua M. Epstein Generative Social Science: Studies in Agent-Based Computational Modeling , Princeton University Press, 2007

Построение агент-ориентированных моделей на основе ГИС.

Геоинформационные системы (ГИС) – системы, позволяющие создавать базы данных, сочетающие в себе графическое и атрибутивное представление разнородной информации,

а также обеспечивающие возможность пространственного анализа данных и представление его результатов в наиболее привычной для пользователей форме (в виде графиков, диаграмм, таблиц, карт и т.д.).

Разработка ГИС Москвы в ЦЭМИ РАН

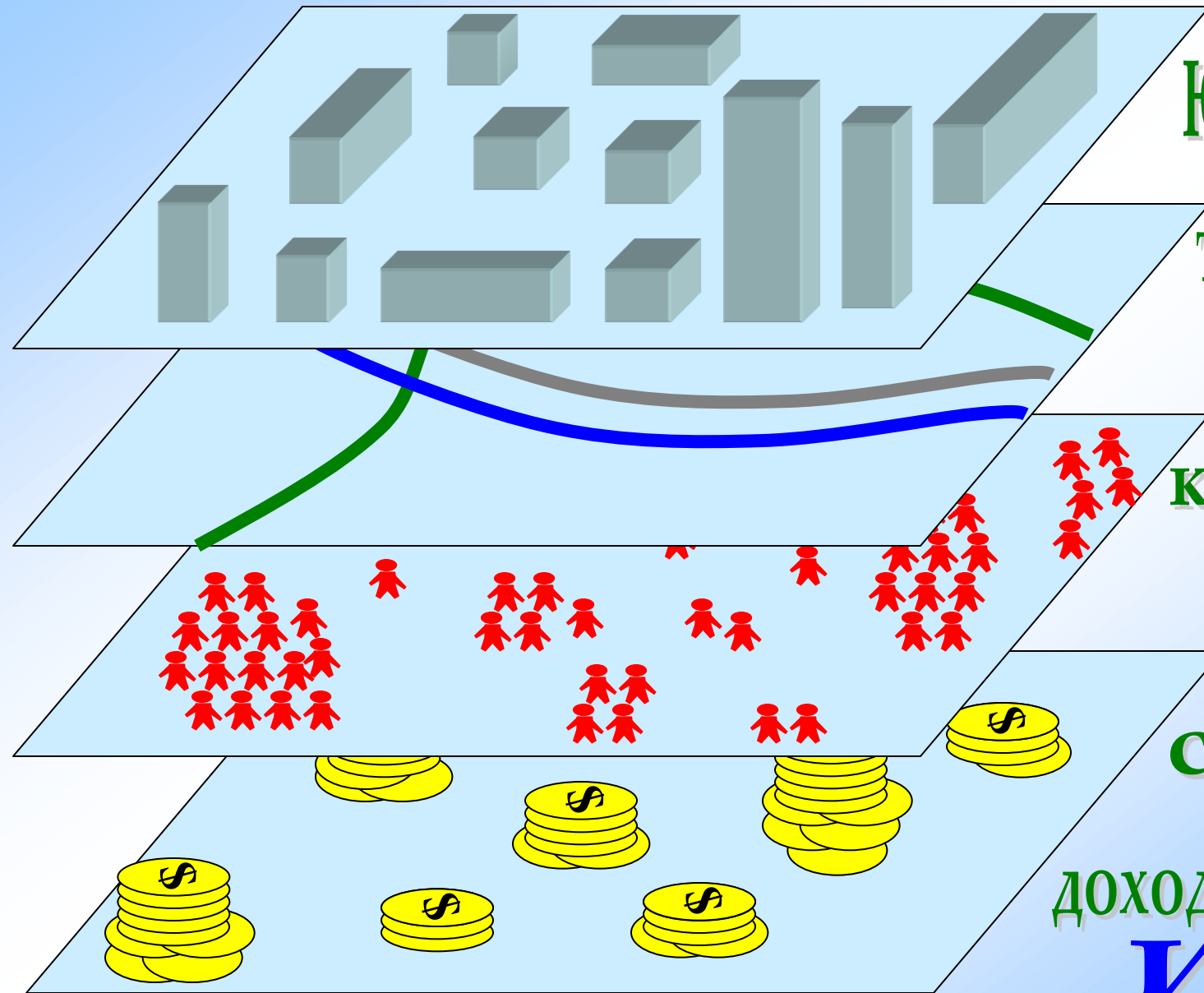
ГИС
ЮЗАО Москвы

**транспортная
система**

**количество
жителей
по домам**

**средний
уровень
дохода (по домам)**

И Т.Д.



Разработка ГИС Москвы в ЦЭМИ РАН

Используемые базы (с детализацией до дома):

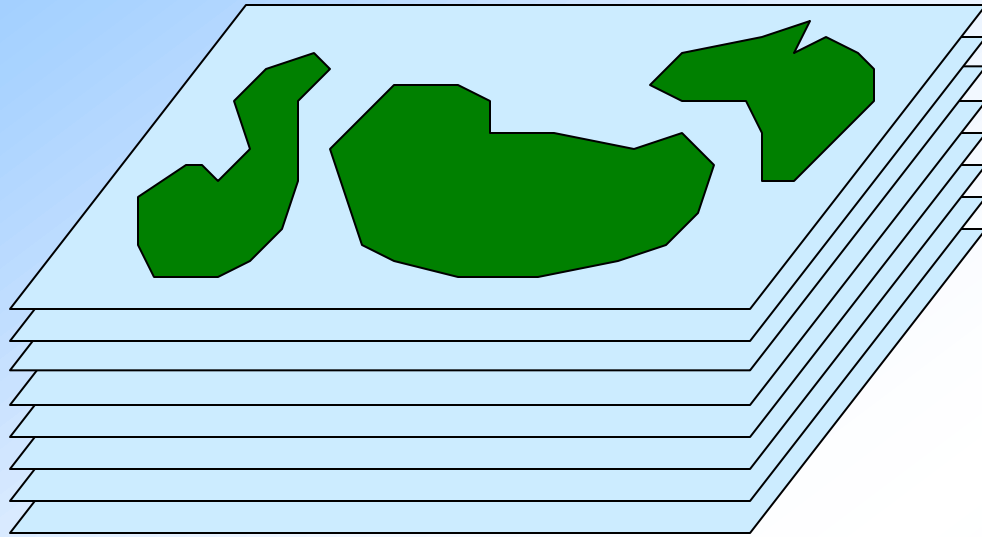
1. **Прописка** (актуальность – сентябрь 2007 г.) – плотность проживания жителей;
2. **ГИБДД** (актуальность - ноябрь 2008) – плотность проживания владельцев автомобилей;
3. **Налоговая отчетность** (актуализация 2005 г.) – плотность проживания людей с различными доходами;
4. **ЕГРЮЛ (предприятия Москвы)** – данные по инфраструктуре города в разрезе юридических лиц (адрес, оборот, специализация – ОКВЭД и т.д.).

ул. Профсоюзная (ЮЗАО) в ArcGIS

- Слой
- Houses&Streets&Regions
- MetroExt
- Houses
 - ◆ <все другие значения>
 - ◆ area
 - ◆ 0
- Railways
- Streets&Regions



Создание ГИС для АОМ: наш опыт



1. Прорисовка среды для функционирования агентов (напр., карта страны)

2. Для каждого элемента карты задаются свойства и методы, инициализируемые перед запуском модели с помощью соответствующих запросов к БД

3. Для каждого элемента карты создается определенное число экземпляров объектов типа «агент»

**Агент-ориентированная
модель воспроизводства
научного потенциала
России
(с использованием ГИС)**

1. Жизненный цикл агента состоит из двух основных стадий (рождение и смерть) и промежуточных состояний, отслеживаемых на каждом шаге работы модели.

2. От момента рождения и до определенного возраста (по умолчанию 18 лет) агент не участвует в процессе производства ВВП.

3. В течение жизни агент может стать либо обычным работником, либо ученым, либо «прикладником». Прослойка ученых создает базис для формирования прослойки «прикладников».

4. Становление ученого. По достижению работоспособного возраста, агент с некоторой вероятностью может стать ученым. Если до 25 лет агент не становится ученым, то он не будет им никогда.

Ученые не участвуют в создании ВВП, но в то же время:

1) производят знания, потребляемые «прикладниками», которые участвуют в процессе производства ВВП;

2) формируют среду, которая оказывает влияние на количество «прикладников».

5. Агент перестает быть ученым (или «прикладником») из-за низкой зарплаты (т.е. если заработная плата ученого (или «прикладника») заметно ниже, чем в социуме, то он уходит на работу в другие отрасли). Агент – бывший ученый (или «прикладник») может снова вернуться в науку (или на работу в инновационно-активные предприятия), если заработная плата в науке (или прикладной науке) станет выше, чем в среднем по социуму и если время отрыва от научной деятельности не превышает некоторого порога (по умолчанию 5 лет).

6. Продолжительности жизни агента-ученого (и «прикладника») выше, чем у обычного человека (по умолчанию на 10 лет) . Однако в модели фактор продолжительности жизни не принимается в расчет при выборе профессии.

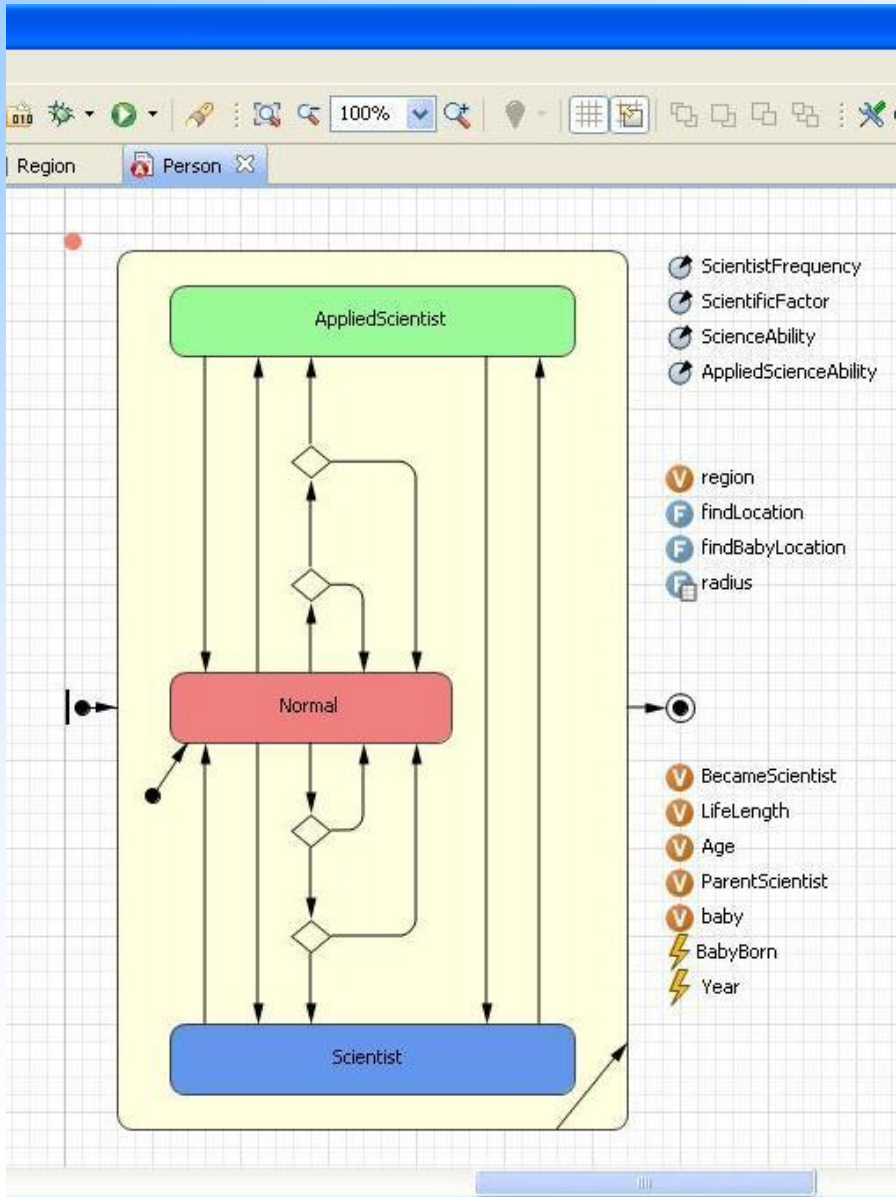
7. С задаваемой вероятностью (рассчитанной на основе российской статистики) агенты могут иметь ребенка. При этом ребенок агента-ученого (или «прикладника») становится ученым (или «прикладником») с большей вероятностью.

8. В модели предусмотрен экзогенный параметр – средняя зарплата высокоразвитых стран мира. Если в моделируемом социуме средняя зарплата (как у ученых, так и у представителей других профессий) становится сильно ниже, чем в других странах, то ученый (или «прикладник») выбывает из социума навсегда (переезд в другую страну).

Возможные расчеты последствий от:

- Увеличения заработной платы;
- Организации инновационных центров;
- Инвестиций в науку.

Спецификация агентов



- **возраст**
- **продолжительность жизни**
- **родители**
- **место работы**
- **регион проживания**
- **ДОХОД**

Спецификация регионов – поля базы GIS



- географические границы;
- количество жителей;
- количество работников (по типам);
- ВРП;
- ВРП на душу;
- объем инвестиций;
- объем инвестиций на душу
- средняя заработная плата;
- средняя продолжительность жизни;
- показатель прироста населения и другие...

Рабочее окно программы

ScientificSociety : Simulation - AnyLogic Professional

корневой:Main

© В.Л. Макаров **Агент-ориентированная модель общества: воспроизводство научного потенциала**

Количество агентов: 18,348 *Распределение агентов по типам*

Картографическая информация

- Ничего не показывать
- ВВП (абсолютное значение)
- ВВП на душу населения
- Зарплата

Показать границы федеральных округов

Распределение агентов по типам

- Обычные люди: 17,656 (95.6%)
- Ученые: 726 (3.9%)
- Прикладники: 93 (0.5%)

ВВП России

Параметры выбранного региона

Название	Московская область
ВВП	1,530.733
ВРП на душу населения	0.23
Численность населения	6,659.2
Численность прикладников	2,525.44

Управляющие параметры модели

Уровень зарплат ученых (относительно средней зарплаты)

0 — 1 — 3

Уровень зарплат прикладников (относительно средней зарплаты)

0 — 1 — 3

Прогон: 0 Пауза Время: 13.76 Прогон: Время остановки не задано Память: 38М из 496М 47.8 сек