

**Ситуационные центры:
фокус кросс-отраслевых интересов**

**Модели и методы оценки
управленческих решений в
ситуационном центре**

**Макаров В.Л., Бахтизин А.Р.
ЦЭМИ РАН**

Ситуационный центр ЦЭМИ РАН



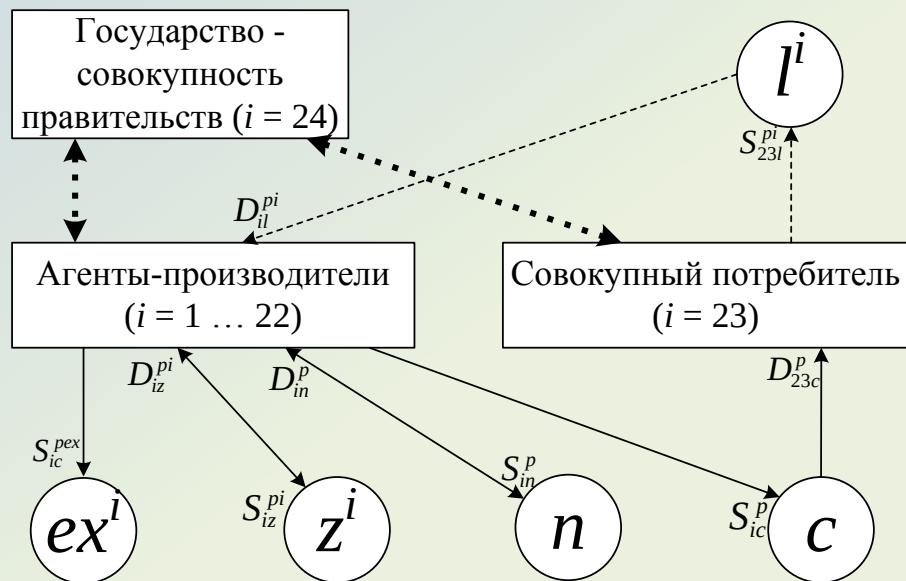
Компьютерные (цифровые, виртуальные) модели экономики и общества в ЦЭМИ РАН

- ☐ Эконометрика, нейронные сети, модели с нечеткой логикой
- ☐ Вычислимые модели общего равновесия
- ☐ Динамические стохастические равновесные модели
- ☐ Агент-ориентированные модели

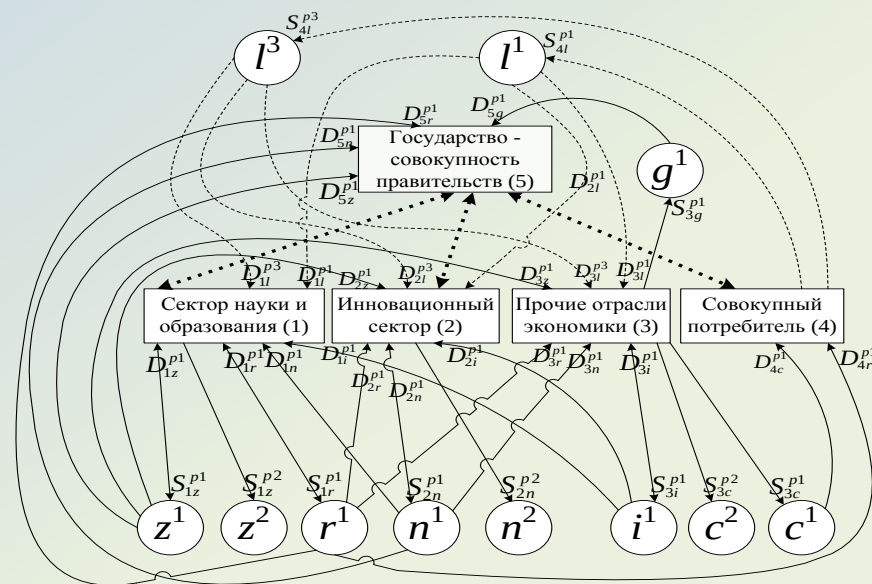
CGE модель «Россия: Центр -Федеральные округа»



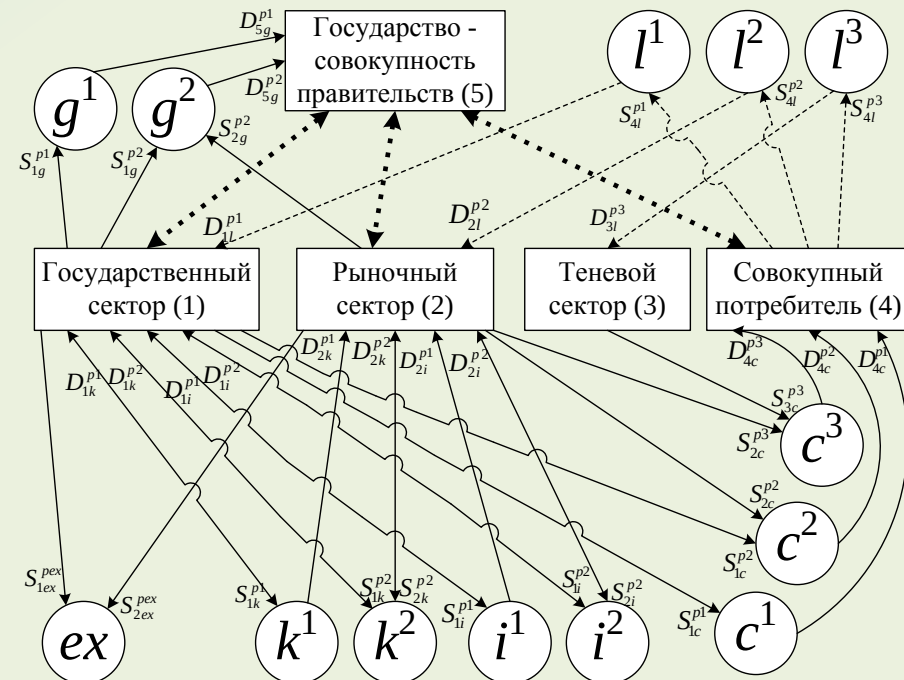
Отраслевая CGE модель



CGE модель экономики знаний



CGE модель с теневым сектором



Государственная суверенность

финансовая

технологическая

экономическая

информационная

образовательная

научная

...и др.

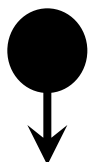
факторные составляющие

С целью укрепления государственного суверенитета крайне необходима переориентация на поиск внутренних источников инвестирования и на приоритетные направления социально-экономической политики, среди которых:

- 1) диверсификация экономики, в том числе предусматривающая развитие инновационного сектора российской экономики;
 - 2) снижение дифференциации регионов по уровню их развития;
 - 3) повышение социальной защищенности населения;
 - 4) стимулирование внутреннего спроса
-и др.

Агент-ориентированные модели

**Поведение
агента**



Состояние 1



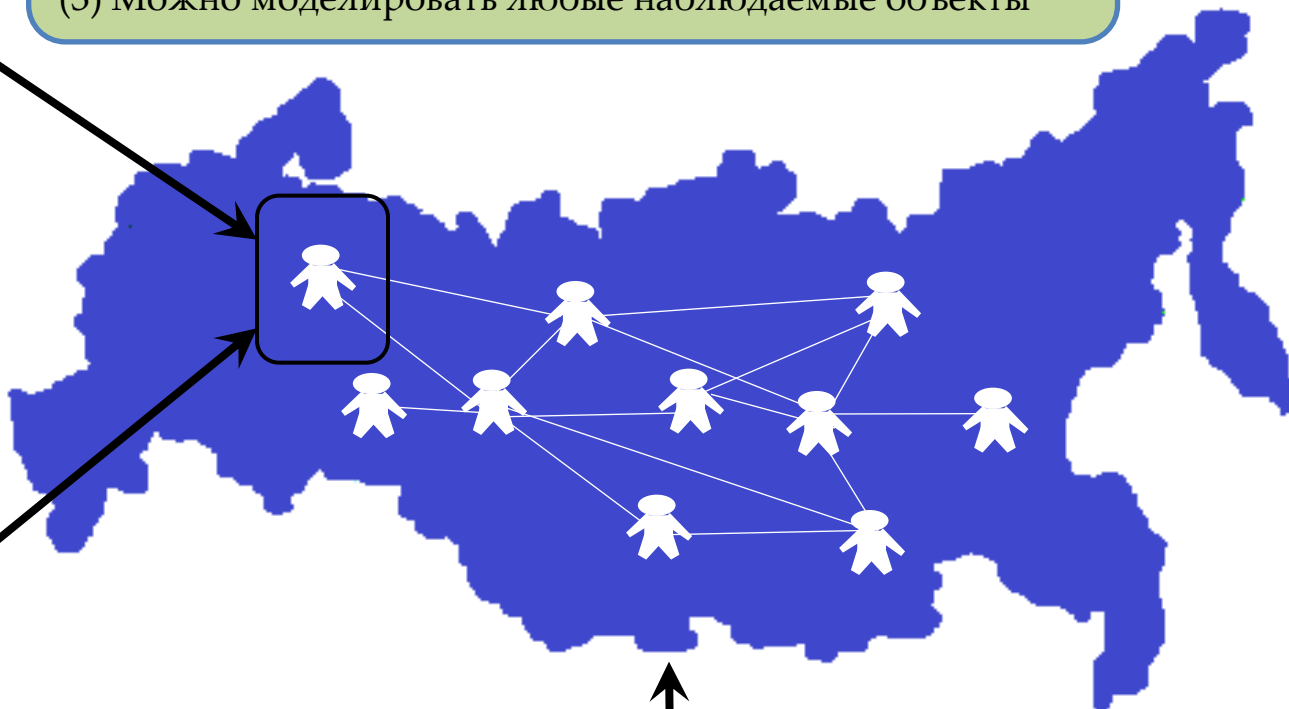
Состояние 2



Состояние N



- (1) Основаны на индивидуальном поведении агентов
- (2) Агенты чем-то различаются друг от друга, что принципиально отличает АОМ от широко распространенных моделей с агентом-представителем
- (3) Можно моделировать любые наблюдаемые объекты



Параметры среды



АОМ – стандарт для ситуационных центров

Зарубежные СЦ органов государственной власти (с 1960-х гг.):

1) Ситуационная комната Белого дома (White House Situation Room), 1961 г. 2) Стратегический информационно-оперативный центр - (Strategic Information and Operations Center), в штаб-квартире ФБР, 1998 г. 3) Ситуационный центр управления по обеспечению безопасности территории страны ВМФ США (Homeland Security Coordination Center), 2002 г.



Н.И. Ильин и др. «Ситуационные центры. Опыт, состояние, тенденции развития»:

С 1986 г. - идея создания и первый опыт. Происходит поэтапный процесс их интеграции в систему распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту взаимодействия, формируемую в соответствии с Указом Президента РФ от 25 июля 2013 г. № 648. **Основная цель:** Создание системы распределенных ситуационных центров России, курируемых ФСО России и способствующих цифровой трансформации государственного управления.

Одна из задач: Объединение существующих СЦ в единую систему.

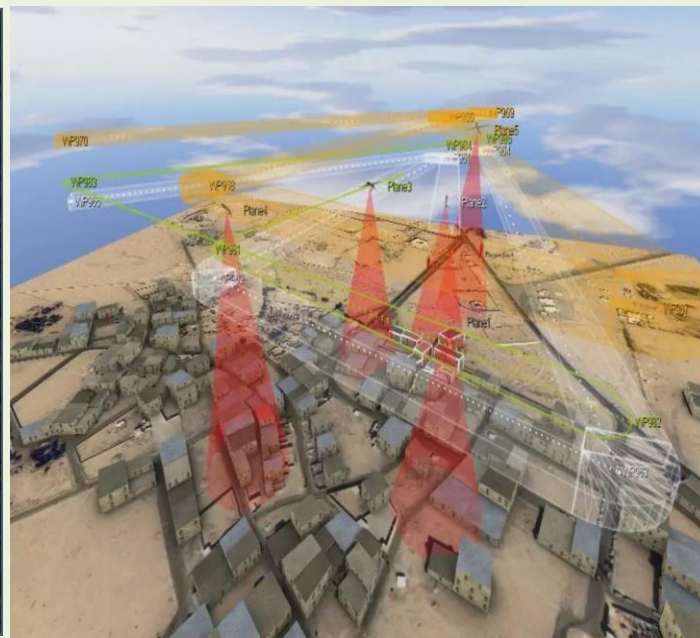
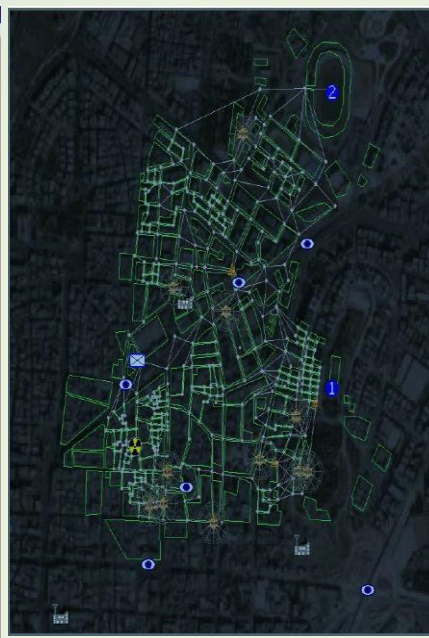
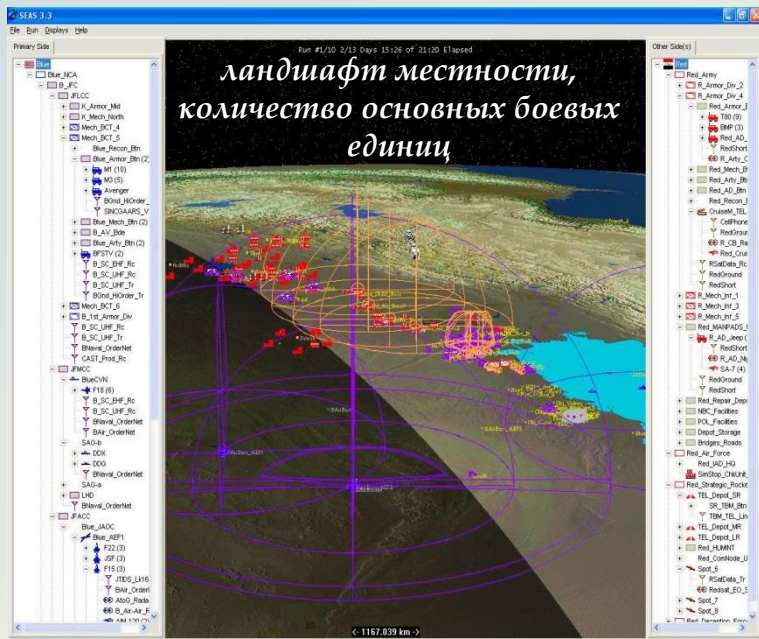
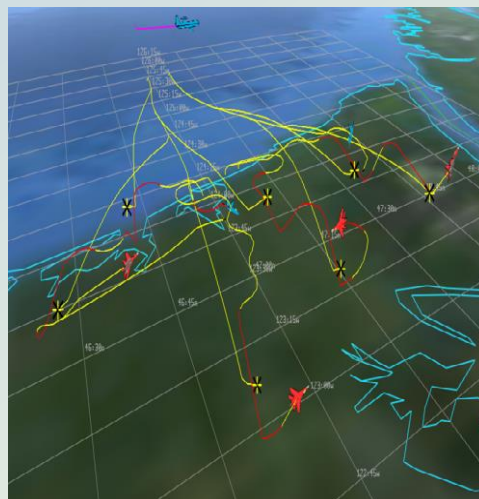


Проблемы: 1) отсутствие согласованного набора моделей, алгоритмов, методов решения задач прогнозирования, текущего планирования (отраслевого и территориального), стратегического планирования, управления, как для федерального, так и для регионального уровней; 2) безопасность, связанная с использованием стороннего программного обеспечения («врожденные» программные «закладки» и «приобретенные»). Последствия могут привести к значительному ущербу.

AOM – стандарт для ситуационных центров

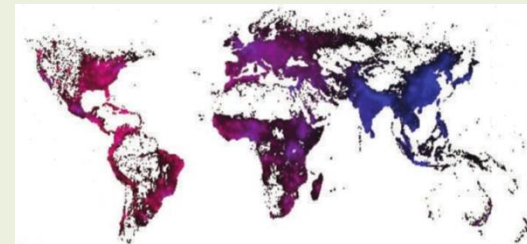
EADSIM, SEAS, ESAMS, BRAWLER, AFSIM.....

....всего более 1000 имитационных моделей, разработанных для Министерства обороны США (Department of Defense) для моделирования военных операций, проигрывания различных вариантов боевых действий с целью нахождения наиболее эффективной стратегии для заданной местности с учетом имеющегося арсенала и количества боевых единиц; планирования использования ресурсов и т.д.



Развитие агентного подхода

- ❖ Беспрецедентные междисциплинарные проекты по моделированию социальных и экономических систем крупнейших стран мира (**EURACE**, **FuturICT** и др.).
- ❖ Самая большая модель распространения эпидемий (к примеру, A(H1N1/09)) в масштабах всей планеты; разработана в Центре социальной и экономической динамики Брукингского института; число агентов более **6,5 млрд.**
- ❖ Проект военно-научного агентства **DARPA**, - разработка агентной модели, позволяющей моделировать военные операции, определять оптимальные стратегии боевых действий для заданной местности с учетом имеющегося арсенала и количества боевых единиц.
- ❖ Исследователи из **Аргоннской национальной лаборатории** (Argonne National Laboratory, США) работают над созданием агентных моделей нового поколения (для систем с экзафлопсной производительностью (10^{18} флоп/с)).



Приход больших игроков

- ❑ В 2010 г. компания **Microsoft** анонсировала компьютерную модель мира с использованием, в том числе агентного подхода, т.е. создание виртуальной реальности, описывающей текущее состояние социальной и экономической системы всего мира.
- ❑ Специалисты исследовательской лаборатории компании **IBM** в г. Токио совместно с учеными Токийского технологического института разработали платформу для построения крупномасштабных симуляторов транспортных потоков с использованием агентного подхода и нового языка для параллельного программирования X10.
- ❑ а также **Google**, **ESRI** и др...



Microsoft
Ventures



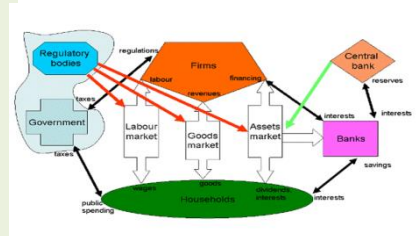
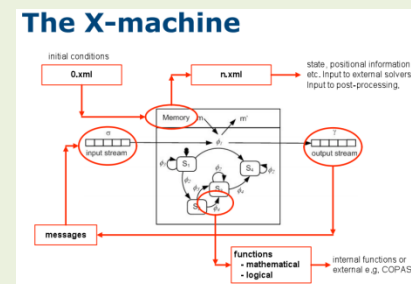
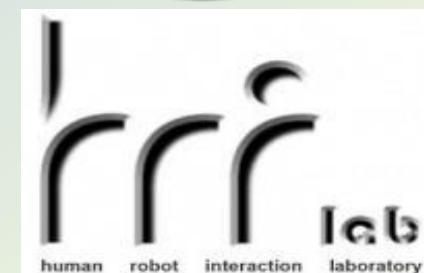
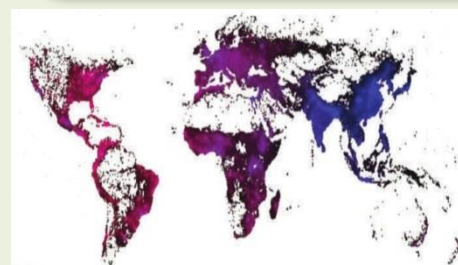
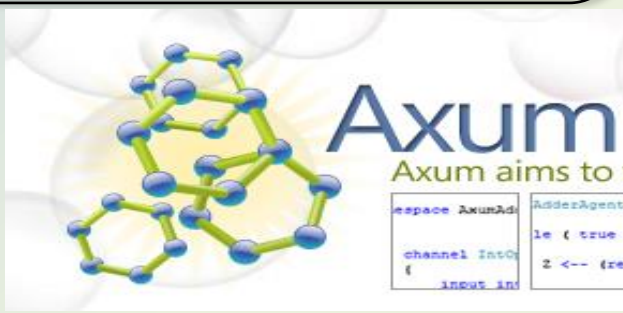
IBM
Research



Известное ПО для распараллеливания АМ Известные примеры реализации АМ на суперкомпьютерах

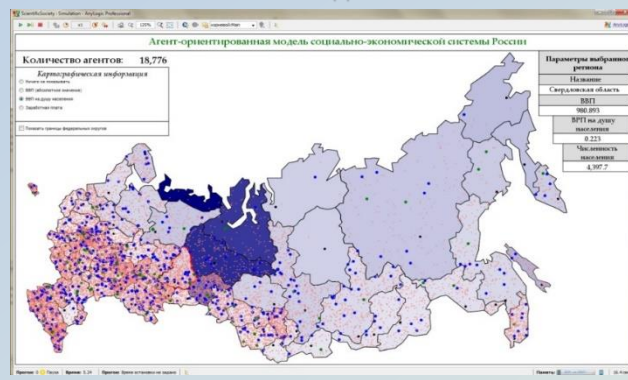
- ❑ Microsoft AXUM
- ❑ RepastHPC
- ❑ CyberGIS
- ❑ MUSE (Miami University Simulation Environment)
- ❑ Pandora
- ❑ SWAGES
- ❑ HPABM (A Hierarchical Parallel Simulation Framework for Spatially-explicit Agent-based Models)

- ❑ EURACE
- ❑ FuturICT
- ❑ A Flexible, Large-Scale, Distributed Agent Based Epidemic Model
- ❑ Electricity Market Complex Adaptive System
- ❑ Spatially Explicit General-purpose Model of Enteric Tissue

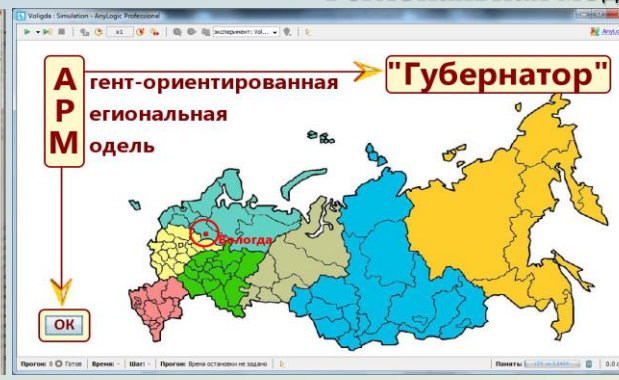


Агентные модели в ЦЭМИ РАН

Агентная модель России



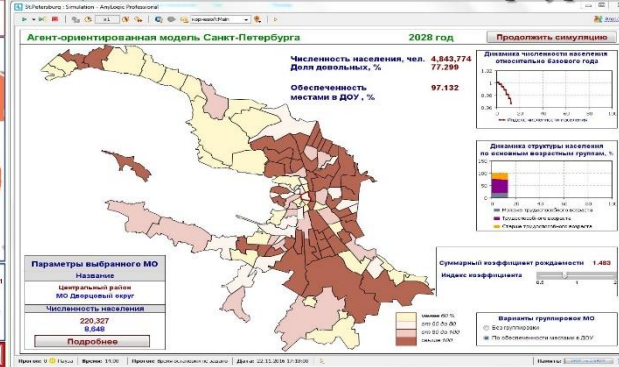
Региональная модель «Губернатор»



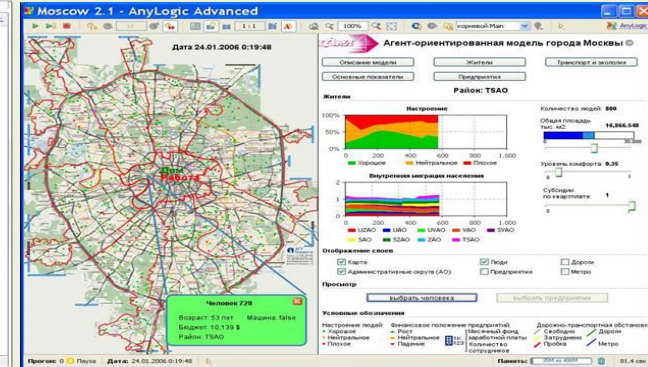
Агентная модель Евразии



Агентная модель Санкт-Петербурга



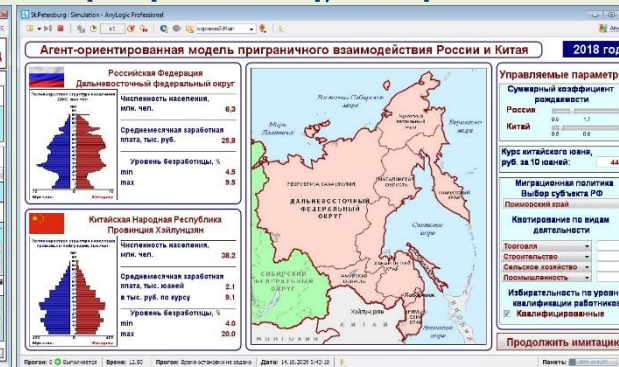
Агентная модель Москвы



Агентная модель Европейского союза



Агент-ориентированная модель трудовой миграции из Китая в Россию

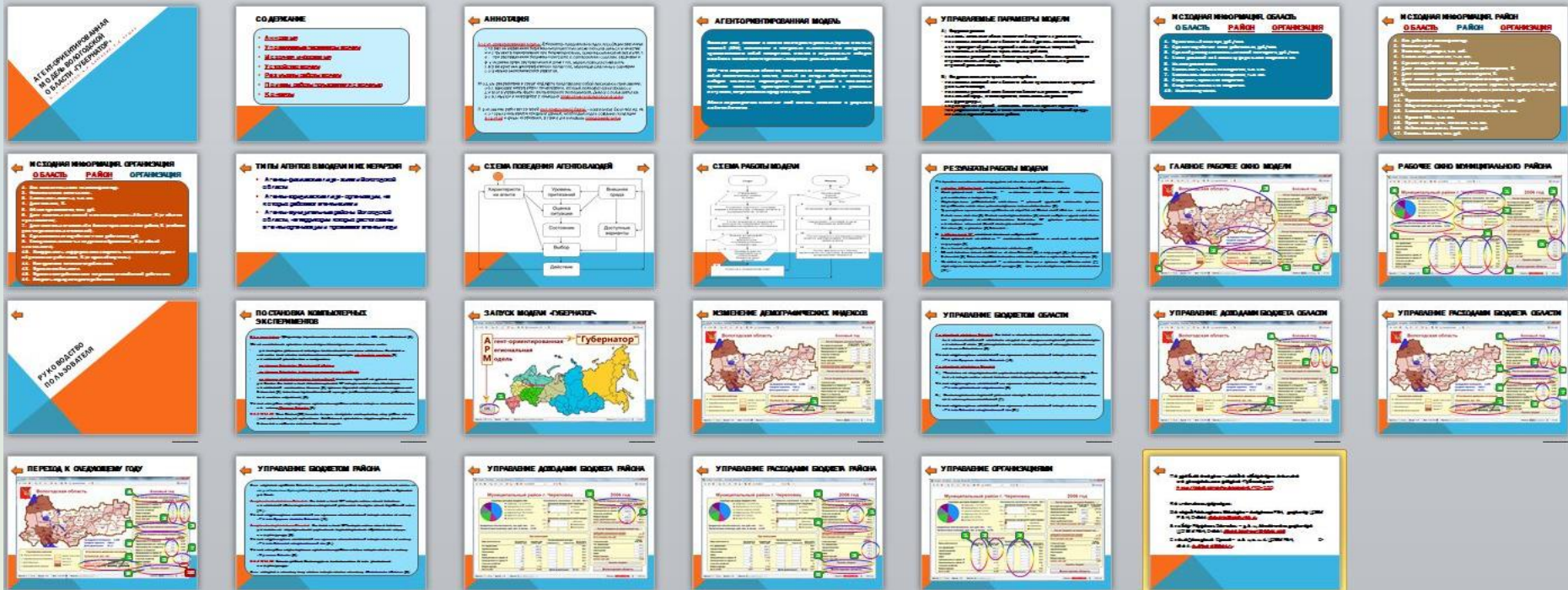


Агентная модель Роскосмоса



Паспорт модели

1. **Название модели.**
2. **Авторы разработки.**
3. **Время выхода первой версии.** Номер актуальной версии. Если размещается не первая версия модели, то следует указать те улучшения, новые возможности модели, которые отличают ее от первой версии.
4. **Описание модели.** Основные характеристики: моделируемые процессы, примененные математические методы, структура и источники исходной информации, управляемые параметры и результирующие показатели.
5. **Технические характеристики.** Указывается среда разработки, в которой реализована модель, и/или язык программирования, на котором она написана; требования к системным ресурсам и пр.
6. **Сфера применения.** Здесь нужно указать как общее научное и/или прикладное направление исследований, так и конкретные проблемы в рамках этих направлений, в которых может быть использована модель.
7. **Потенциальные заказчики и потребители.**
8. **Руководство пользователя.** Это должно быть практическое руководство работы с интерфейсом модели, показывающее последовательность действий пользователя при решении тех задач, на которые он настроен.
9. **Примеры расчетов.** Описание примеров поставленных на модели экспериментов с пояснением полученных результатов.
10. **Список основных публикаций.**



Терминальный доступ к суперкомпьютерам

Ломоносов-2 (МГУ)

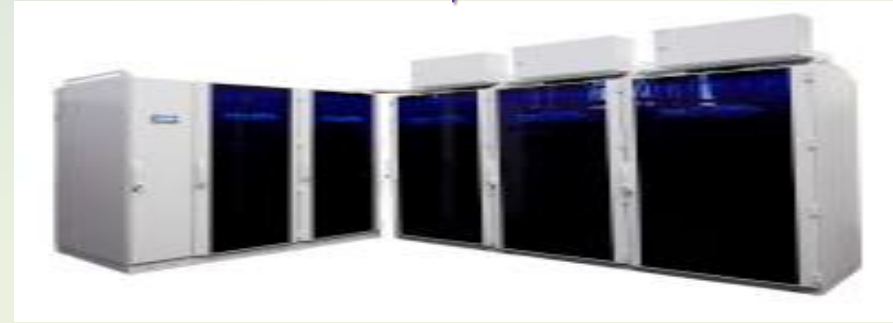
Млечный путь-2 (Китай)



Ломоносов (МГУ)

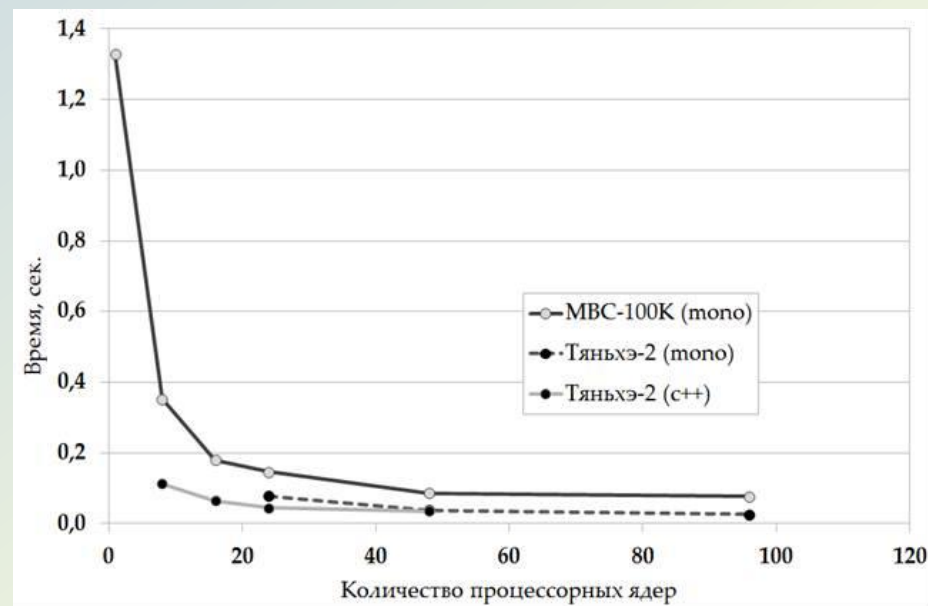
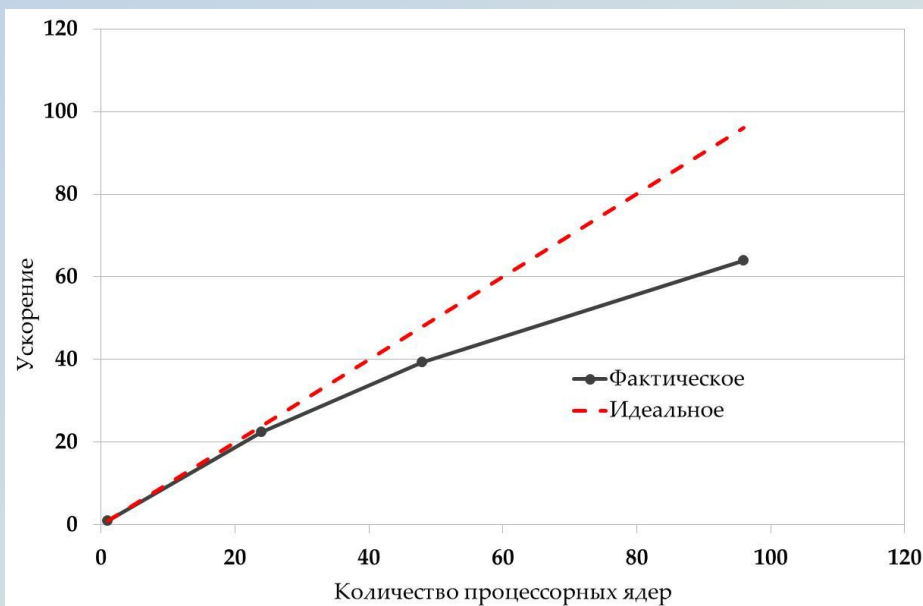


МСЦ РАН

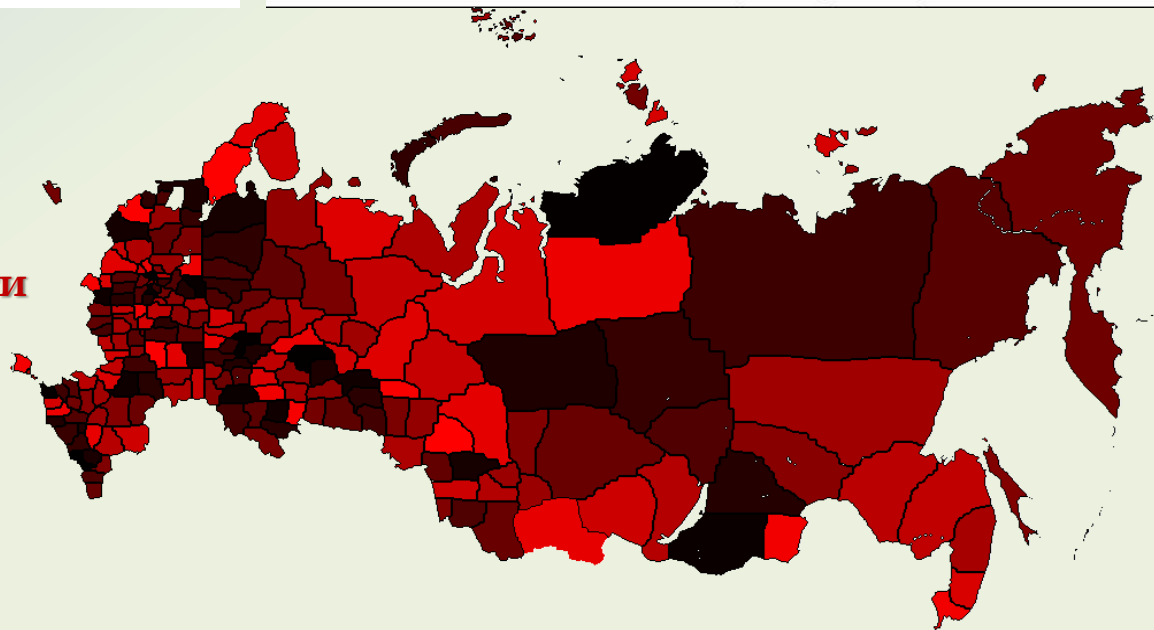


- ❑ Специалисты РАН и МГУ разработали технологию поддержки агент-ориентированного моделирования для суперкомпьютеров – **STARS** (Supercomputer Technology for Agent-oriented Simulation), позволяющая эффективно масштабировать модели описываемого класса до **10^9** агентов.
- ❑ Технология была применена при реализации крупномасштабной агентной модели стран Евразии, имитирующей основные процессы движения населения этих стран и их экономики, а также последствия реализации крупных инфраструктурных проектов как результата действий множества самостоятельных агентов.
- ❑ Тестирование было проведено на различных суперкомпьютерах (**Ломоносов**, но в том числе и совместно со специалистами Национального суперкомпьютерного центра г. Гуанчжоу (Китай) на одном из самых быстрых суперкомпьютеров мира – «**Млечный путь-2**»).

Ускорение вычислений в 60 раз (65% эффективность использования кластера)



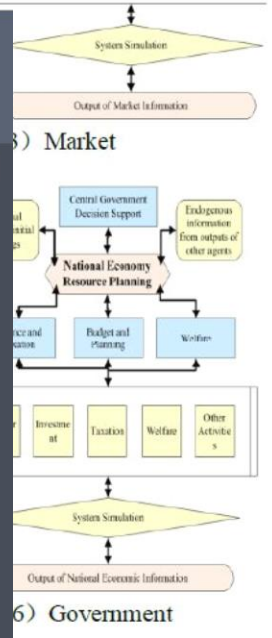
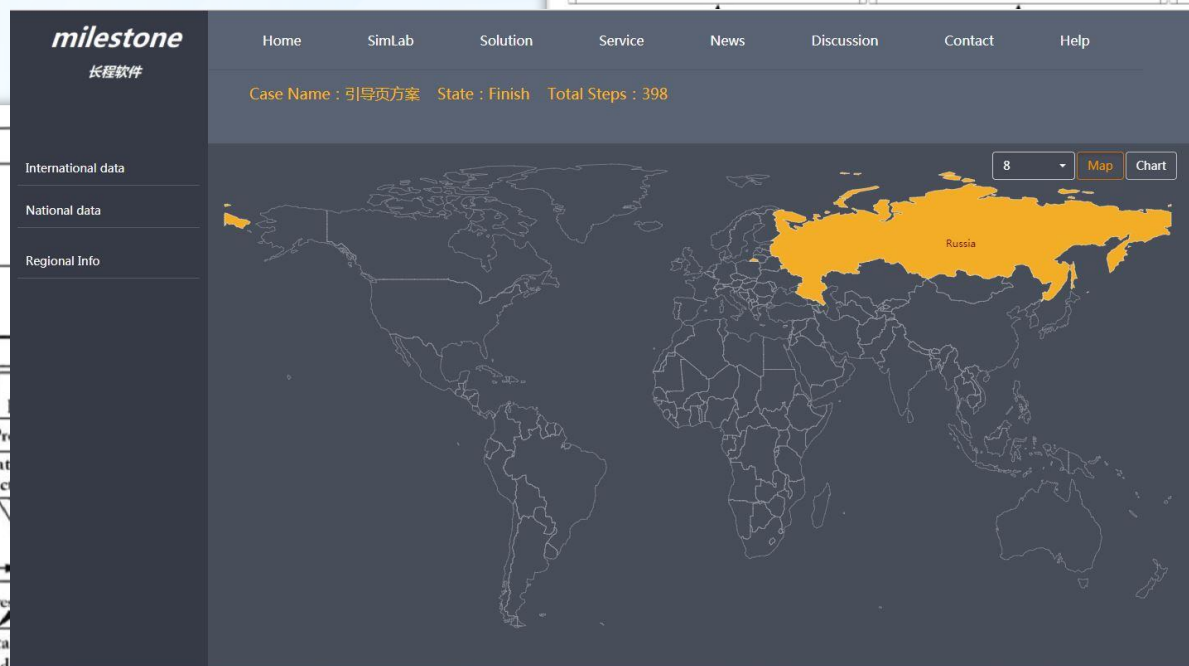
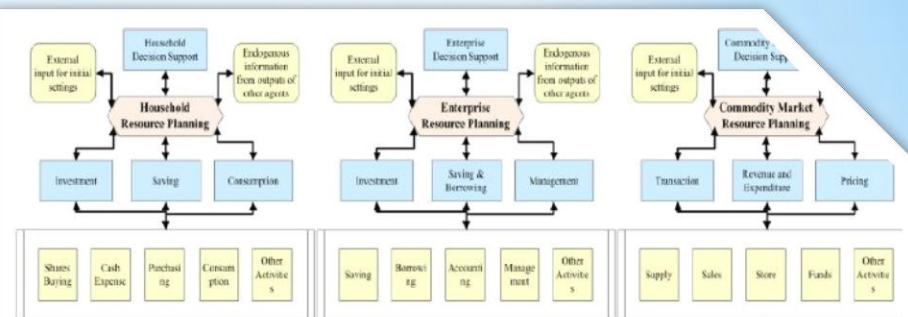
**Пример декомпозиции
расчетной сетки на 192
процессора с учетом плотности
населения**



Более 100 пакетов для АМ

1) A3 / AAA (Agent Anytime Anywhere) 2) ABLE (Agent Building and Learning Environment) 3) Altreva Adaptive Modeler 4) ADK (TryllianAgent Development Kit) 5) **AgentBuilder** 6) AgentSheet 7) **AnyLogic** 8) AOR Simulation 9) AgentService 10) Ascape 11) Brahms 12) Breve 13) Boris 14) Construct 15) **Cormas(Common-pool Resources and Multi-Agent Systems)** 16) Cougaar 17) CybelePro 18) DeX 19) DigiHive 20) D-OMAR(Distributed Operator Model Architecture) 21) ECHO 22) ECJ 23) FAMOJA(Framework for Agent-based MOdelling with Java) 24) Framsticks 25) **FLAME** 26) **FLAME GPU** 27) FLUXY 28) GAMA 29) GPU Agents 30) GROWlab 31) iGen 32) ICARO-T 33) Insight Maker 34) JABM 35) **JADE** 36) JAMEL (Java Agent-based MacroEconomic Laboratory) 37) Janus 38) JAS 39) JASA (Java Auction Simulator API) 40) **Jason (Jason:Interpreter for extension of AgentSpeak)** 41) JCA-Sim 42) jES (Java Enterprise Simulator) 43) jEcho 44) JESS 45) LSD (Laboratory for Simulation Development) 46) **Madkit (Multi Agent Development Kit)** 47) MAGSY 48) MAML (Multi-Agent Modeling Language) 49) **MASON** 50) MASS (Multi-Agent Simulation Suit) 51) MAS-SOC (Multi-Agent Simulations for the SOCial Sciences) 52) MIMOSE (Micro-und Multilevel Modelling Software) 53) modelling4all(Rich Internet Application building on NetLogo) 54) Moduleco 55) MOOSE(Multimodeling Object-Oriented Simulation Environment) 56) **NetLogo** 57) OBEUS (Object Based Environment for Urban Simulation) 58) Omonia(previouslyQuicksilver) 59) oRIS 60) PS-I (Political Science-Identity) 61) **Repast** 62) SDML (Strictly Declarative Modeling Language) 63) **SEAS (System Effectiveness Analysis Simulation)** 64) SeSAм (Shell for Simulated Agent Systems) (fully integrated graphical simulation environment) 65) Jade's sim++ 66) JIAC 67) SimPlusPlus 68) SimAgent (alsosim agent) 69) SimBioSys 70) SimPack 71) Spatial Modeling Environment(SME) 72) Soar 73) **StarLogo** 74) MacStarLogo 75) OpenStarLogo 76) StarLogoT 77) StarLogo TNG 78) Sugarscape 79) **Swarm** 80) TerraME 81) VisualBots 82) VSEit 83) Xholon 84) ZEUS и др.

Симулятор для прогнозирования социально- экономической динамики (Social Economic Dynamics (SED))



Платформа **SED** охватывает более **100 стран**, каждая из которых представлена совокупностью различных агентов (домашние хозяйства, фирмы, отрасли, банки, правительства и т.д.).

Спасибо за внимание!