



4. Е. А. Макарова. Динамические модели функционирования экономических агентов и их взаимодействия в рамках воспроизводственного процесса с учетом запасов капитала / Инфокоммуникационные технологии. / Том 13, №2. 2015. С. 164-176. (№ 1042 перечня российских рецензируемых научных журналов)

5. Ильясов Б. Г., Димов Э. М., Макарова Е. А., Ефтонова Т. А. Динамическая модель функционирования сложного многоотраслевого производственного комплекса с учетом запасов капитала и воспроизводственных взаимосвязей. // Инфокоммуникационные технологии. Том 13, №3. 2015. С. 281-290.

6. Макарова Е.А., Ефтонова Т.А., Першин И.А., Салимгареева Н.Р. Программное обеспечение системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием агентов с учетом запасов ресурсов. // Труды четвертой международной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 17 - 19 мая, Уфа, Россия, 2016. Т.2, С. 80-86.

7. Макарова Е.А., Ефтонова Т.А., Гатиятуллина В.Р, Салимгареева Н.Р. Экспериментальные исследования сценариев управления сложным многопрофильным производственным комплексом с учетом воспроизводственного процесса макроуровня на основе мультиагентных технологий. // Системный анализ в проектировании и управлении. XX Междунар. науч.-практич. конф. Ч.2. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2016. С. 49-57.

Е.А. Макарова, Н.Р. Салимгареева

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МУЛЬТИАГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Введение

Одним из направлений исследований в области управления экономическими процессами [1,2] является разработка имитационных мультиагентных моделей, предназначенных для анализа функционирования экономических агентов при различных сценариях регулирования.

Объектом исследования являются взаимодействующие между собой с помощью финансовых потоков сектора экономики, действующие в рыночных условиях. Экономическими агентами выступают сектора экономики и макроэкономические рынки.

На кафедре технической кибернетики разработана имитационная система мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов, применяющая рыночные регулирующие механизмы для моделирования экономических процессов.

Для моделирования взаимодействия экономических агентов используется среда агент-ориентированного моделирования (АОМ) FLAME [3]. Однако осо-



бенностями данной среды является возможность работы только с одной конкретной моделью, а также необходимость ручного изменения содержания файлов FLAME при изменении параметров агентов. Также в среде отсутствует возможность приостановки моделирования в некоторый момент времени для проведения анализа состояния эксперимента и принятия управленческих решений, а также отсутствуют способы наглядного представления результатов имитационных экспериментов. Возникает необходимость в совершенствовании моделирующей системы, добавлении возможностей управления в процессе проведения экспериментов и графического представления результатов.

В данной статье описываются функциональные возможности информационной системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов, обеспечивающей гибкость управления в процессе проведения имитационных экспериментов, а также предоставляющей встроенные инструменты визуализации их результатов.

Структура системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов

Система имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов предназначена для работы с файлами среды AOM FLAME с помощью графического интерфейса. Систему имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов образуют две подсистемы: среда FLAME, включающая в том числе агент-ориентированную модель (AOM) управления взаимодействием экономических агентов, и блок поддержки пользователя при мультиагентном моделировании (рисунок 1).



Рис. 1 Структура системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов



Агент-ориентированная модель управления взаимодействием экономических агентов

Для исследования взаимодействия экономических агентов используется разработанная ранее в среде AOM FLAME [3] агент-ориентированная модель макроэкономической системы. Модель содержит два типа взаимодействующих между собой экономических агентов.

Первый тип – агенты, представленные множеством экземпляров:

- Энерго-сырьевой сектор;
- Фондосоздающий сектор;
- Потребительский сектор;
- Сектор домохозяйств;
- Сектор финансовых учреждений.

Второй тип – агенты, представленные одним экземпляром:

- сектор Государство;
- Рынок благ для Энерго-сырьевого сектора;
- Рынок благ для Фондосоздающего сектора;
- Рынок благ для Потребительского сектора;
- Рынок денег.

В процессе взаимодействия экземпляров агентов между собой вычисляются макроэкономические характеристики всей системы: рыночная цена, налоги, ВВП и другие.

Для каждого агента задаются правила его поведения. Взаимодействие между агентами реализовано с помощью так называемой «доски сообщений». На «доску сообщений» попадают отправляемые агентами сообщения, содержащие информацию о состоянии агента, необходимую для выполнения функций, присущих данному агенту. При запуске моделирования каждый агент выполняет заданные функции и в случае, если ему потребуется информация от другого агента, будет искать её на «доске сообщений».

Таким образом реализована агент-ориентированная модель управления процессом взаимодействия экономических агентов.

Блок поддержки пользователя при мультиагентном моделировании

Блок поддержки пользователя при мультиагентном моделировании организует взаимодействие пользователя с файлами среды AOM FLAME как для внесения изменений в модель управления взаимодействием экономических агентов, так и для поведения имитационных экспериментов.

Блок поддержки пользователя при мультиагентном моделировании реализован на языке C# и предоставляет следующие функциональные возможности:

- настройка системы;
- задание исходных данных;
- проведение эксперимента;
- визуализация результатов экспериментов.



Настройка системы включает указание адреса размещения папки FLAME и задание папки, содержащей файлы агент-ориентированной модели.

Задание исходных данных заключается в задании количества экземпляров каждого агента и в задании параметров начальных состояний экземпляров агентов.

Проведение эксперимента включает задание количества итераций и запуск моделирования в автоматическом или автоматизированном режиме. При запуске в автоматизированной режиме имеются возможности задания время останова АО моделирования и корректировки параметров состояний экземпляров агентов.

Для визуализации результатов экспериментов предлагаются следующие возможности:

- формирование множества серий для построения графиков путем выбора агентов и параметров агентов, которые необходимо исследовать;
- построение графика по выбранным сериям.

Процедура моделирования выполняется поэтапно (рисунок 2). При наличии АОМ модели возможно проведение имитационного эксперимента. Для этого создается новый или открывается существующий эксперимент. Затем проводится настройка эксперимента, а именно задаются количество экземпляров агентов, начальные значения параметров для всех экземпляров агентов, устанавливается количество итераций. После задания всех настроек можно запустить моделирование. Для поддержки случаев, предполагающих необходимость вмешаться в процесс моделирования, реализована возможность прервать процесс проведения эксперимента, изменить параметры состояний агентов, а затем продолжить моделирование. По результатам моделирования строятся графики, а также предоставляются данные в табличном виде.

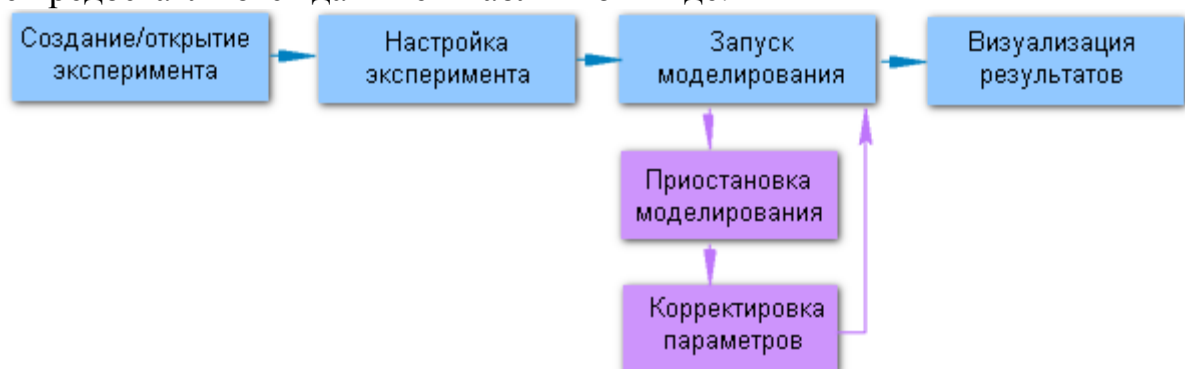


Рис. 2 Схема работы с блоком поддержки пользователя при мультиагентном моделировании

Данный блок системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов предоставляет пользователю интерфейс для выполнения всех этапов работы со средой АОМ FLAME, а также расширяет её функционал, добавляя возможности приостановки имитационного эксперимента и визуализации результатов.



Заключение

Таким образом, в данной статье представлены функциональные возможности системы имитационного мультиагентного моделирования и управления взаимодействием экономических агентов. Представлена структура всей системы и назначение её подсистем, приведена агент-ориентированная модель процесса взаимодействия экономических агентов и описаны функции блока поддержки пользователя при мультиагентном моделировании, обеспечивающие работу с файлами среды АОМ FLAME.

Литература

1. В.Л.Макаров., А.Р.Бахтизин. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). Москва: Экономика, 2013. – 295 с.
2. В. А. Виттих, П. О. Скобелев, Мультиагентные модели взаимодействия для построения сетей потребностей и возможностей в открытых системах, Автоматика и телемеханика, 2003, выпуск 1, 177–185.
3. Агент-ориентированная модель инвестиционного процесса многосекторной макроэкономической системы / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева А. Р. Душанбаева, // Искусственный интеллект и его приложения: сб. материалов III Межвузовского научно-иссл. семинара с межд. участием, декабрь 2012 / Под ред. доц. Г.А. Лисьева, А.Л. Зленко. – Магнитогорск: Ма-ГУ, 2012. С. 64– 73.

Д.Ю. Мирошников, Е.В. Симонова

РАСПРЕДЕЛЕННОЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В МАСШТАБИРУЕМОЙ СЕТИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

В настоящее время немало усилий направлено на наращивание сотрудничества стран БРИКС в промышленной, экономической, сельскохозяйственной, научной сферах. В рабочем плане стран БРИКС в области науки, технологий и инноваций на 2015–2018 годы одними из ключевых пунктов являются: предупреждение и ликвидация природных катастроф и использование геопространственных технологий для управления рисками, связанными с природными катастрофами и изменением климата, а также для соответствующего гибкого планирования развития в целях обеспечения устойчивой среды обитания [1].

Важную роль при решении данных задач играют космические аппараты дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ). При этом целесообразно будет