



компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. - 2016. № 2 (12). С. 52-59.

3. Винокуров, А.С. Создание проекта «танк на острове» в Unity3D [Текст] / А.С. Винокуров, Р.И. Баженов // Современная техника и технологии. - 2015. № 7 (47). С. 53-59.

4. Ковтун, А.А. Разработка мультиплатформенного игрового приложения «Paperman» [Текст] / А.А. Ковтун, Е.Ю. Тихонов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета - 2015. № 6. С. 296-298.

5. Сеидова, А.С. Разработка мобильных игр с помощью UNITY3D [Текст] / А.С. Сеидова, В.С. Сухоплюева // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Кемерово. - 2014. С. 294-295.

6. Галкин, Н.С. Создание трехмерной модели местности в Unity 3D [Текст] / Н.С. Галкин, Е.А. Ромин // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. - 2014. № 1. С. 311-316.

7. Сальникова, Е.И. Особенности разработки персонажей для двумерных компьютерных игр [Текст] / Е.И. Сальникова // Творчество молодых: дизайн, реклама, информационные технологии. - 2014. С. 129-131.

Е.А. Макарова, Т.А. Ефтонова, Ф.Ф. Даянова

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА МАКРОУРОВНЕ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Инвестиционный процесс играет важную роль в экономике любой страны. Инвестирование в значительной степени определяет экономический рост государства, занятость населения и составляет существенный элемент базы, на которой основывается экономическое развитие общества. Поэтому проблема, связанная с эффективным осуществлением инвестирования, заслуживает серьезного внимания, особенно в настоящее время – время укрупнения субъектов рыночных отношений и необходимости обеспечения инновационного развития. Эффективность управления макроэкономическим инвестиционным процессом требует проведения различных политик государственного регулирования с учетом рыночных механизмов, что позволит обеспечить рост производства валового внутреннего продукта (ВВП). Одним из путей обеспечения роста ВВП является разработка программно-моделирующих комплексов.

Проблемы российской экономической действительности обуславливают актуальность исследования инвестиционного процесса на макроэкономическом уровне, что требует исследования его в тесной взаимосвязи с воспроизводственным процессом, формирующим макроэкономический кругооборот финансовых и материальных потоков, при условии поддержания желаемых воспроиз-



водственных пропорций, характеризующих, в частности, и отраслевую структуру реального сектора экономики.

Проводятся исследования, связанные с динамическим и мультиагентным моделированием инвестиционного процесса в составе многосекторной макроэкономической системы (ММЭС) в неопределенных условиях рынка. Для разработки модельного комплекса применяются методологии проектирования как «сверху-вниз», так и «снизу-вверх».

Применение методологии проектирования, основанной на принципе «сверху-вниз», предполагает разработку вначале динамической модели на макроуровне только четырех взаимодействующих секторов экономики, затем расширение модели путем добавления трех макроэкономических рынков, и далее увеличение количества агентов макроуровня путем увеличения глубины декомпозиции секторов экономики.

При построении динамической модели макроуровня по этому принципу неизбежно возникают не только проблемы проектирования, связанные, например, с трудностью формирования взаимосвязей между большим количеством агентов, трудоемкостью описания их поведения; но и проблемы исследования, связанные с трудностью расчета базового равновесного режима, необходимостью формирования значений большого количества параметров и обзорностью результатов моделирования. Для решения перечисленных проблем применяется принцип проектирования «снизу-вверх», реализация которого целесообразна на основе применения агент-ориентированного подхода.

Несмотря на то, что агентно-ориентированный подход достаточно сложен в реализации, он является наиболее подходящим методом разработки многоагентной системы имитационного моделирования и управления инвестиционным процессом на макроуровне, так как позволяет эффективно решать современные проблемы.

На основе разработанных ранее динамических моделей инвестиционного процесса на макроуровне разрабатывается программное обеспечение мультиагентной системы имитационного моделирования (МАСИМ) инвестиционных процессов на макроуровне.

МАСИМ инвестиционным процессом на макроуровне в неравновесных рыночных условиях предназначена для обеспечения информационной и вычислительной поддержки пользователя при выполнении им процедур имитационного агент-ориентированного моделирования и сценарных исследований динамики инвестиционного процесса на макроуровне.

Структура МАСИМ инвестиционным процессом на макроуровне состоит из программных модулей, которые взаимодействуют между собой в процессе работы системы (рисунок 1).

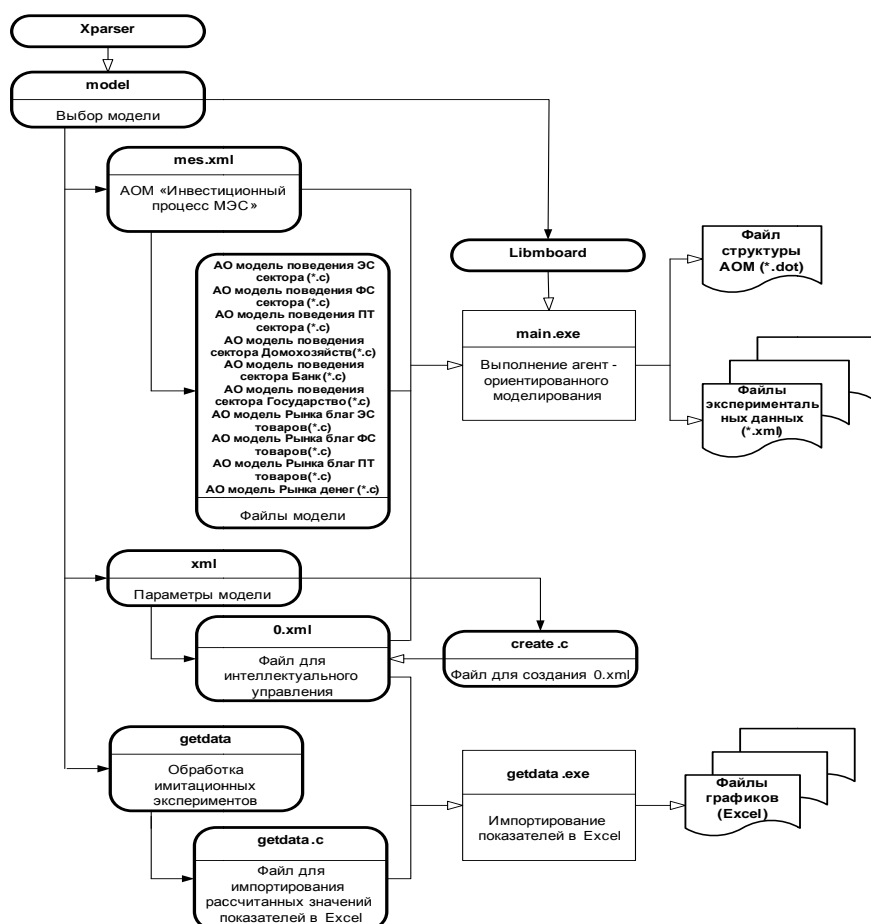


Рисунок 1 – Структура программного обеспечения МАСИМ инвестиционного процесса на макроуровне

Модуль `xparser` – представляет собой компилятор для FLAME, который собирает спецификацию модели XML в код на языке C для дальнейшей компиляции.

Компонент `model` – содержит комплекс модулей для проведения агент-ориентированного моделирования, хранит файл структуры АОМ (*.dot).

Модуль `mes.xml` – содержит описание функций каждого макроагента и их последовательности, и передаваемых ими сообщений.

Модуль `xml` – содержит файл для интеллектуального управления, является хранилищем для файлов экспериментальных данных (*.xml)

Модуль `0.xml` – содержит начальные состояния переменных памяти агентов.

В модели предусмотрено фиксированное число агентов. Количество агентов можно наращивать. Начальное количество агентов задается в модуле `create.c` при создании файла `0.xml`.

Модуль `getdata` – содержит файл для импортирования рассчитанных показателей значений в Excel.

Модуль `getdata.c` – содержит функции для импортирования рассчитанных показателей из *.xml в *.xls.



Модуль Libmboard – является специфичным, позволяет фильтровать сообщения повторно, уменьшает работу для агентов, улучшает действия моделирования.

Множество модулей, представленных файлами с расширением xml. Их число зависит от числа итераций, которые указываются при запуске модели в модуле main.exe.

Множество модулей, представленных файлами excel. Их число зависит от количества макроагентов. Файлы образуются при запуске модели в модуле getdata.exe.

Связи между модулями представлены двумя типами. В таблице 1 показано значение типов связей, соединяющих блоки системы.

Таблица 1 – Описание типов стрелок

Тип связи	Обозначение	Значение
1		Данные, передаваемые из одного модуля в другой.
2		Управляющие воздействия – вызов одного модуля из другого.

Таким образом, разрабатываемое программное обеспечение МАСИМ инвестиционным процессом на макроуровне может быть использовано для обеспечения информационной и вычислительной поддержки пользователя при выполнении им процедур имитационного агент-ориентированного моделирования и сценарных исследований динамики инвестиционного процесса на макроуровне. С помощью разрабатываемого ПО МАСИМ предполагается проведение исследований различных сценариев управления инвестиционными процессами. Результаты сценарных исследований позволят сформировать цепочки принимаемых управленческих решений в виде последовательности мер денежно-кредитной, структурной и финансовой политик, реализуемых в рамках государственного регулирования экономики.

Литература

1. Управление реализацией инвестиционных проектов на основе методов имитационного моделирования и нейросетевых технологий / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Г. А. Зимица / Уфа : ГИЛЕМ, 2010. 240 с.1

2. Интеллектуальные алгоритмы принятия решений при управлении инвестиционным процессом макроэкономической системы / Б. Г. Ильясов, И. В. Дегтярева, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2011. № 6, Т. 2. С. 116–122.

3. Нейросетевые и нейронечеткие технологии в управлении динамикой инвестиционного процесса на макроуровне / Б. Г. Ильясов, И.В.Дегтярева, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Нейрокомпьютеры. 2013. № 3. С. 53-57.



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-