

**На правах рукописи**

**КАРТАШЕВА Татьяна Анатольевна**

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ  
РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИНВЕСТИЦИОННЫМ  
ПРОЦЕССОМ МНОГОСЕКТОРНОЙ  
МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

**Специальность: 05.13.10 – Управление  
в социальных и экономических системах**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Уфа – 2012**

Работа выполнена на кафедре технической кибернетики  
Уфимского государственного авиационного технического университета

- Научный руководитель            канд. техн. наук, доц.  
                                                  **МАКАРОВА Елена Анатольевна**
- Официальные оппоненты        д-р техн. наук, проф.  
                                                  **ГОРБАТКОВ Станислав Анатольевич**  
профессор кафедры математики и информатики  
Всероссийского заочного  
финансово-экономического института  
(филиал в г. Уфе)
- канд. техн. наук, доц.  
                                                  **ФЕДОРОВА Наталья Ивановна**  
доцент кафедры автоматизированного  
проектирования информационных систем  
Уфимского государственного авиационного  
технического университета
- Ведущее предприятие            Институт социально-экономических  
исследований Уфимского научного центра  
Российской академии наук

Защита диссертации состоится «24» мая 2012 г. в 10 часов  
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03  
при Уфимском государственном авиационном техническом университете  
по адресу: 450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан «20» апреля 2012 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
д-р техн. наук, проф.



**В. В. Миронов**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследований

Современное состояние российской экономики характеризуется наличием множества макроэкономических проблем, обусловленных как внешнеэкономическими, так и внутренними условиями развития. Научное сообщество неоднократно обсуждало проблемы экспортно-сырьевой модели развития экономики и настоятельно рекомендует обеспечить переход на путь модернизации экономики. Экспортно-ориентированная стратегия экономического развития, в соответствии с которой значительную часть валового внутреннего продукта (ВВП) составляет чистый экспорт, в основном обеспечивающийся за счет нефтегазовой промышленности, цветной и черной металлургии, обуславливает проблему ресурсозависимости российской экономики. Это способствует замедлению экономического развития, так как ведет к истощению ресурсов страны, низкому уровню потребления, замедлению процесса накопления капитала, перераспределению инвестиций между отраслями, когда происходит вытеснение инвестиций из сектора обрабатывающей промышленности, сокращению внутреннего производства и промежуточного спроса, а также к структурной деформации экономики. Экспорт за границу сопровождается передачей сбережений внешнему миру путем накопления валютных резервов и вывоза капитала. Кроме того, российская экономика характеризуется высокой степенью износа основных фондов и, одновременно с этим, значительным превышением сбережений над инвестициями, что свидетельствует о несовершенстве инвестиционных механизмов.

Перечисленные 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 воспроизводственных пропорций, характеризующих, в частности, и отраслевую структуру реального сектора экономики. Для обеспечения эффективности управления инвестиционным процессом на макроуровне необходимо проведение различных политик государственного регулирования экономики с учетом рыночных механизмов, направленных на получение мультипликативного эффекта инвестиционного роста ВВП.

Исследованием и моделированием инвестиционных процессов макроэкономической системы в разное время занимались такие ученые-экономисты как Й. Шумпетер, Дж. фон Нейман, А. П. Лернер, Дж. Тобин, Е. Домар, Дж. Кейнс, В. Леонтьев, К. Маркс, П. Самуэльсон, Р. Солоу, Р. Харрод, Э. Хансен, Дж. Хикс, Л. Вальрас, А. Пигу, П. Самуэльсон, Д. Ромер, Г. Мэнкью. Моделированием экономического роста на основе моделей межотраслевого баланса (МОБ) занимаются российские ученые М. Н. Узяков, Н. В. Суворов, А. Р. Белоусов, А. Е. Косарев, В. А. Новичков, А. Г. Гранберг, С. А. Суспицин, А. И. Ханунов и др. Проблемам принятия решений при управлении социально-экономическими системами, в том числе и инвестиционными процессами на

макроуровне, посвящены работы многих отечественных и зарубежных ученых – И. А. Бланка, А. А. Водянова, А. И. Гладышевского, Н. Я. Петракова, Н. Г. Загоруйко, В. В. Кульбы, О. И. Ларичева, Д. А. Новикова, Г. С. Поспелова, А. Д. Смирнова, Р. А. Бадамшина, В. И. Васильева, М. Б. Гузаирова, С. А. Горбаткова, И. В. Дегтяревой, Б. Г. Ильясова, Л. А. Исмагиловой, В. Г. Крымского, С. Г. Селиванова, Л. Р. Черняховской, Н. И. Юсуповой, Г. Дебока, Т. Кохонена, Ж.-Л. Лорьера, Т. Саати и др.

Несмотря на большое количество работ в исследуемом направлении, некоторые особенности управления инвестиционным процессом в динамике не нашли полного отражения в разрабатываемых моделях и программных комплексах. В частности, малоизученными остаются проблемы анализа и интеллектуальной поддержки управления инвестиционным процессом, который рассматривается в единстве с воспроизводственным процессом многосекторной макроэкономической системы (ММЭС) и во взаимодействии с основным, системообразующим, контуром «производство-потребление» макроэкономического кругооборота финансовых потоков, а также с учетом влияния запасов основного капитала секторов экономики, неравновесных рыночных условий и структурных пропорций реального сектора экономики.

#### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертационной работы является повышение эффективности управления инвестиционным процессом ММЭС в неравновесных рыночных условиях на основе разработанных динамических моделей, интеллектуальных алгоритмов принятия решений и программного обеспечения, а также оценка эффективности предложенных алгоритмов на основе методов имитационного моделирования, нейросетевых и нейронечетких технологий.

Для достижения сформулированной цели необходимо решить ряд задач:

1. Разработать когнитивную модель инвестиционного процесса многосекторной макроэкономической системы с учетом запасов основного капитала и структурных пропорций реального сектора экономики.

2. Разработать динамические модели инвестиционного процесса многосекторной макроэкономической системы, включающие в себя динамические модели энерго-сырьевого, фондосоздающего и потребительского секторов экономики и сектора финансовых учреждений.

3. Разработать структуру системы имитационного моделирования и интеллектуального управления инвестиционным процессом ММЭС в неопределенных рыночных условиях.

4. Разработать процедуру формирования интеллектуальных алгоритмов принятия решений при управлении инвестиционным процессом ММЭС.

5. Разработать программное обеспечение системы имитационного моделирования и интеллектуального управления инвестиционным процессом ММЭС и провести экспериментальные исследования эффективности предложенных интеллектуальных алгоритмов принятия решений при реализации различных сценариев управления инвестиционным процессом ММЭС.

## **Методы исследования**

При решении поставленных в работе задач использованы методы системного анализа, теории управления, теории моделирования сложных систем, экономико-математические методы, методы искусственного интеллекта, методы теории принятия решений, методы объектно-ориентированного анализа и моделирования.

## **Результаты, выносимые на защиту**

1. Когнитивная модель инвестиционного процесса многосекторной макроэкономической системы с учетом запасов основного капитала и структурных пропорций реального сектора экономики.

2. Динамические модели инвестиционного процесса ММЭС, включающие в себя динамические модели энерго-сырьевого, фондосоздающего и потребительского секторов экономики и сектора финансовых учреждений, формирующих инвестиционные расходы с учетом неравновесных состояний денежного рынка.

3. Структура системы имитационного моделирования и интеллектуального управления инвестиционным процессом ММЭС в неопределенных рыночных условиях.

4. Процедура формирования интеллектуальных алгоритмов принятия решений при управлении инвестиционным процессом ММЭС, интеллектуальные алгоритмы принятия решений.

5. Программное обеспечение системы имитационного моделирования и интеллектуального управления инвестиционным процессом ММЭС. Результаты экспериментальных исследований эффективности предложенных интеллектуальных алгоритмов принятия решений по управлению инвестиционным процессом ММЭС в неравновесных рыночных условиях.

## **Научная новизна результатов**

1. Новизна предложенной когнитивной модели инвестиционного процесса ММЭС состоит в том, что в состав концептов включены энерго-сырьевой, фондосоздающий и потребительские сектора, образующие реальный сектор экономики, а также макроэкономические рынки производимых ими товаров, образующие рынок благ, которые взаимосвязаны друг с другом как финансовыми потоками с учетом инвестиционных расходов, так и материальными потоками инвестиционных товаров в рамках воспроизводственного процесса ММЭС. Это позволило определить состав контуров инвестиционного процесса ММЭС и причинно-следственные закономерности их взаимодействия на неравновесных режимах с учетом механизмов рыночного регулирования, запасов основного капитала и структурных пропорций реального сектора экономики.

2. Новизна предложенных динамических моделей инвестиционного процесса ММЭС, включающих в себя динамические модели энерго-сырьевого, фондосоздающего и потребительского секторов экономики и сектора финансовых учреждений, состоит в том, что они взаимосвязаны в рамках макроэкономического кругооборота и содержат модели накопления и потребления основного капитала, а также модели формирования инвестиционных расходов фи-

нансовым сектором с учетом динамики уровня цен и процентной ставки. Это позволило описать с помощью непрерывных нелинейных дифференциальных уравнений динамику процессов попеременного накопления и расходования запасов финансовых ресурсов на основе сбережений в одних секторах и материальных ресурсов в виде основного капитала в других секторах экономики, а также процессов согласованного формирования инвестиционных расходов различными секторами в неравновесных условиях рынков благ и денег с учетом динамики изменения процентной ставки.

3. Новизна структуры системы имитационного моделирования и интеллектуального управления состоит в том, что в нее включены блок интеллектуального анализа данных о результатах имитационных экспериментов и блок интеллектуальной поддержки принятия решений, которые обеспечивают гибкость формирования управляющих воздействий при проведении политик макроэкономического регулирования инвестиционного процесса в неопределенных рыночных условиях.

4. Новизна процедуры формирования интеллектуальных алгоритмов принятия решений при управлении инвестиционным процессом ММЭС заключается, во-первых, в проведении многоэтапной нейросетевой кластеризации неравновесных инвестиционных ситуаций на основе самоорганизующихся карт, во-вторых, в процедуре формирования нечетких правил принятия решений при управлении инвестиционным процессом ММЭС с помощью нейро-нечетких сетей. Это позволяет обеспечить гибкость управления в условиях неопределенности и проводить анализ результатов управления по различным сценариям.

5. Новизна разработанного программного обеспечения состоит в использовании разработанных когнитивной и динамических моделей, а также интеллектуальных алгоритмов принятия решений при управлении инвестиционным процессом ММЭС.

### **Практическая ценность и внедрение результатов**

1. Практическую ценность исследований представляет программное обеспечение системы имитационного моделирования и интеллектуального управления, которое реализует предложенные концепцию, модели и интеллектуальные алгоритмы принятия решений, а также позволяет обеспечить информационную, аналитическую и интеллектуальную поддержку при моделировании различных сценариев управления инвестиционным процессом ММЭС и анализе результатов применения предложенных алгоритмов управления.

2. Практическую ценность представляют результаты экспериментальных исследований, которые показали эффективность интеллектуальных алгоритмов принятия решений при управлении инвестиционным процессом ММЭС, позволяющих выбирать наиболее благоприятные сценарии макроэкономического регулирования.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс Уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ): внедрены математическое, алгоритмическое и программное обеспечение системы имитационного моделирования, а также методика его использования для

решения задач исследования динамики инвестиционных процессов макроэкономической системы.

**Связь исследований с научными программами.** Работа выполнена на кафедре технической кибернетики УГАТУ в рамках гранта РФФИ № 07-08-00538-а.

**Апробация работы.** Основные положения работы были представлены на следующих научно-технических конференциях: Международная молодежная научная конференция XXXV, XXXVI «Гагаринские чтения» (Москва, 2009, 2010), IV, V, VII Всероссийская зимняя школа-семинар аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы в науке и технике» (Уфа, 2009, 2010, 2012), Всероссийская молодежная научная конференция «Мавлютовские чтения» (Уфа, 2009, 2010,), Международная научно-техническая конференция «Мехатроника, автоматизация и управление» (Таганрог, 2009), Международная научно-практическая конференция «Теория активных систем» (Москва, 2009), X Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы экономических наук» (Новосибирск, 2009), XI, XIII Международная конференция «Проблемы управления и моделирования в сложных системах» (Самара, 2009, 2011), XI, XII Международный семинар «Компьютерные науки и информационные технологии (CSIT)» (Греция, 2009, Москва – Санкт-Петербург, 2010), VIII Международная научная конференция «Наука и образование» (Белово, 2010), Международная научно-практическая конференция «Системный анализ в проектировании и управлении» (Санкт-Петербург, 2010), Международная конференция «Глобализация экономики и образования: перспективы России и Германии» (Уфа, 2010), XI Международная конференция с элементами научной школы для молодежи «Управление экономикой: Методы, модели, технологии» (Уфа–Красноусольск, 2011).

### **Публикации**

Основные положения, представленные в диссертации, опубликованы в 22 научных работах, в том числе 11 статьях, из них 3 – в изданиях, входящих в список ВАК, 10 трудах конференций, получено 1 свидетельство о регистрации программы.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, изложенных на 194 страницах машинописного текста, списка литературы из 170 наименований и 5 приложений на 32 страницах, содержит 37 рисунков и 17 таблиц. Всего в работе 239 страниц.

### **Благодарности**

Автор выражает глубокую благодарность члену-корреспонденту АН РБ, заслуженному деятелю науки и техники РБ и РФ, заведующему кафедрой технической кибернетики, профессору, доктору технических наук Б. Г. Ильясову за всестороннюю помощь и поддержку в работе и заведующей кафедрой экономической теории, профессору, доктору экономических наук И. В. Дегтяревой за исчерпывающие консультации в области макроэкономического анализа и моделирования.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи исследования, представлена научная новизна и практическая ценность работы.

**В первой главе** рассмотрена проблема повышения эффективности управления инвестиционным процессом ММЭС в неопределенных рыночных условиях. Показано, что современное состояние инвестиционного процесса в российской экономике характеризуется невысокой долей инвестиционных расходов в структуре ВВП, значительным превышением сбережений над инвестициями, высокой степенью износа основного капитала, высокой степенью открытости российской экономики к трансграничным потокам капитала, что способствует активному его вывозу. Представлена классификация инвестиций и основных видов неопределенностей, присущих инвестиционному процессу. Сформулировано определение макроэкономического инвестиционного процесса как множества взаимосвязанных и повторяющихся во времени процессов: формирования сбережений и их перераспределения; создания запасов инвестиционных ресурсов, вложения накопленных инвестиционных ресурсов в соответствии с рыночными регулирующими механизмами; накопления основного капитала с учетом его потребления; а также процессов производства с последующим получением прибыли.

Обоснована необходимость исследования инвестиционного процесса макроэкономической системы в единстве с воспроизводственным процессом ММЭС и во взаимодействии с основным, системообразующим, контуром «производство-потребление» макроэкономического кругооборота финансовых потоков, функционирующего с учетом запасов секторов экономики. Показано, что исследование проблем управления инвестиционным процессом ММЭС требует рассмотрения макроэкономического инвестиционного процесса как сложной динамической системы, поведение которой характеризуется нелинейностью и неопределенностью. Обоснована необходимость анализа инвестиционных потоков капитального назначения и учета отраслевой структуры реального сектора экономики, представленного взаимодействующими производственными секторами: энерго-сырьевым, фондосоздающим и потребительским.

Проведен анализ математических моделей и программных продуктов, применяемых для исследования инвестиционного процесса на макроуровне и обеспечения поддержки принятия решений. Результаты анализа позволяют заключить, что в силу сложности инвестиционного процесса ММЭС как объекта исследования и многоаспектности решаемых проблем, задачи исследования динамики инвестиционного процесса на макроуровне и обеспечения интеллектуальной поддержки управления инвестиционным процессом ММЭС в динамике раскрыты недостаточно полно.

**Во второй главе** предложена когнитивная модель инвестиционного процесса ММЭС, включающая в себя взаимосвязанные по финансовым и материальным потокам макроэкономические сектора и макроэкономические рынки, поведение которых регулируется на основе информации о запасах основного капитала и финансовых ресурсов, а также рыночных индикаторах. В составе



множества элементов – концептов выделены: три производственных сектора (энерго-сырьевой, фондосоздающий и потребительский), взаимодействующие в составе реального сектора экономики, и соответствующие им три рынка благ, выделенных по виду продукции, выпускаемой производственными секторами (рынки энерго-сырьевых, инвестиционных и потребительских товаров); а также сектор домашних хозяйств, сектора финансовых и государственных учреждений и рынок денег (рисунок 1). Процесс декомпозиции реального сектора на три производственных сектора выполнен путем группировки отраслей народного хозяйства по воспроизводственно-функциональному признаку. Описание функционирования реального сектора в виде взаимодействия нескольких производственных секторов позволяет отразить производство не только конечного продукта (ВВП), но и промежуточного продукта. Анализ структуры промежуточного спроса и потребления признается необходимым, поскольку межсекторные финансовые и материальные потоки оказывают существенное влияние на ситуации на рынках отдельных видов продукции, и, следовательно, на характер инвестиционного процесса всей ММЭС в целом.

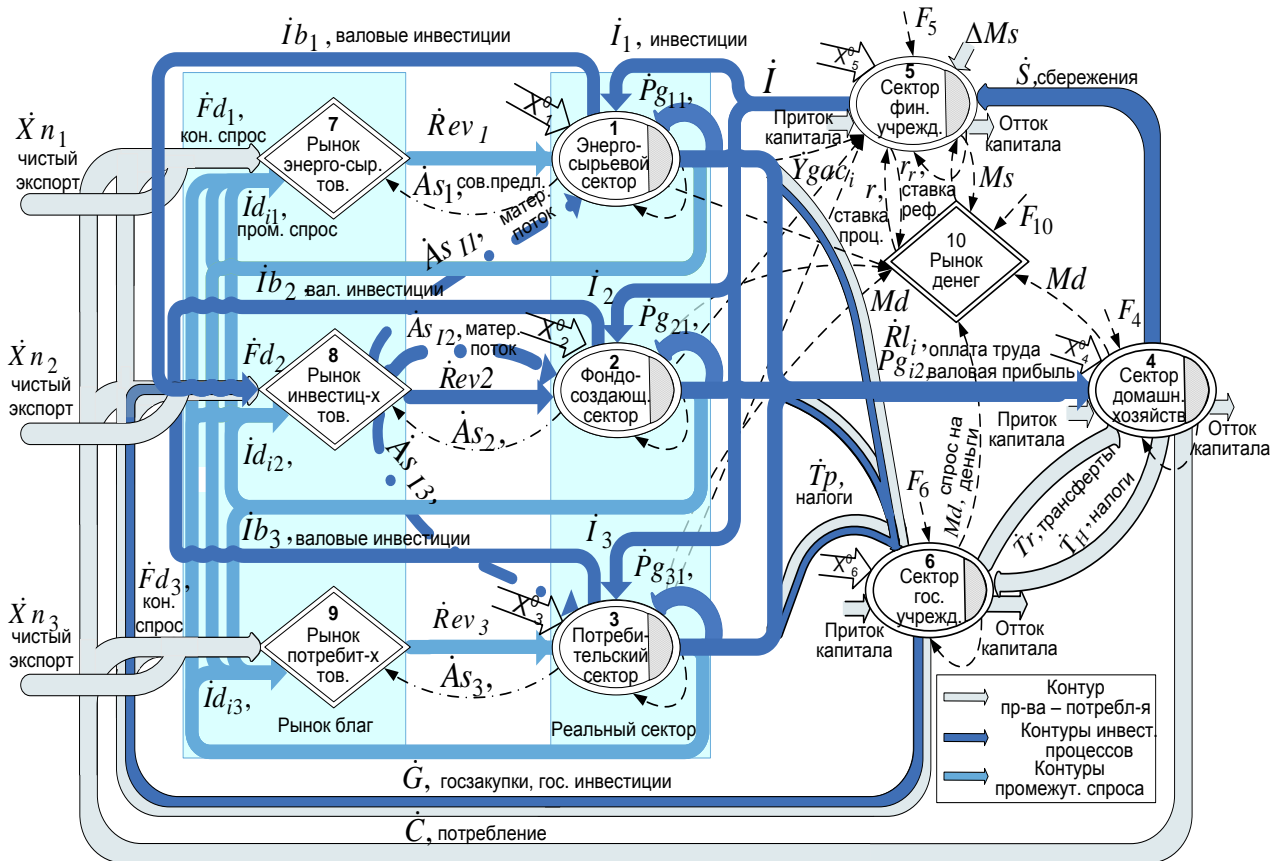


Рисунок 1 – Когнитивная модель инвестиционного процесса ММЭС

Определена роль инвестиционного процесса в воспроизводственном процессе ММЭС в целом, которая состоит в обеспечении «подпитки» основного контура «производство-потребление» воспроизводственного процесса за счет неравномерно распределенных во времени процессов создания *резервуаров* (запасов) финансовых и материальных ресурсов и их расходования в контурах инвестиционного процесса. Выделены множества взаимосвязанных контуров ин-

вестиционного процесса, которые объединены в три группы: контуры «сбережения-инвестиции» как основные контуры инвестиционного процесса; контуры промежуточного потребления и спроса, отражающие особенности межсекторных связей между производственными секторами; и контуры «налоги-госзакупки», предназначенные для «демпфирования» влияния неблагоприятного инвестиционного климата на формирование государственных инвестиционных расходов. Ключевая роль фондосоздающего сектора и рынка инвестиционных товаров определена структурой финансовых и материальных потоковых связей между секторами экономики, что обуславливает необходимость приоритетного развития фондосоздающего сектора как необходимого условия модернизации экономики.

Сформулированы балансовые соотношения, нарушения которых служат индикаторами смены тенденций изменения неравновесных инвестиционных процессов, анализ которых позволяет предварительно выделить кластеры неравновесных инвестиционных ситуаций с целью последующей подготовки управленческих решений. Это балансовые соотношения: между темпами формирования сбережений и инвестиций  $\dot{S} = \dot{I}b_{sum}$ ; между темпами формирования валовых инвестиций и амортизации  $\dot{I}b_i = \dot{A}m_i$ ,  $i = \overline{1,3}$  по всем производственным секторам; между текущими темпами получения нераспределенной валовой прибыли  $\dot{P}g_{i1}$  и формирования собственных инвестиций  $\dot{I}b_{ii}$ :  $\dot{P}g_{i1} = \dot{I}b_{ii}$ ,  $i = \overline{1,3}$ . Показана сложность обеспечения в рамках инвестиционного процесса согласованного взаимодействия двух сторон инвестиционного процесса (секторов ММЭС), при котором поведение одних нацелено на формирование накоплений (сбережений), а поведение других – на формирование расходов (инвестиций) и регулируется различными факторами, что приводит к необходимости участия третьей стороны, представленной сектором государственных учреждений, реализующих функции государственного регулирования инвестиционного процесса.

Разработана функциональная схема динамической модели инвестиционного процесса ММЭС, которая имеет в своем составе десять динамических моделей секторов и рынков. На схеме учтены структурные особенности межсекторных связей, включающих промежуточный спрос и сформированных на основе методологии МОБ; отражены особенности формирования инвестиционного спроса, аккумулирующего инвестиционные потоки всей ММЭС в целом на одном рынке инвестиционных товаров; учтено регулирующее влияние инструментов денежно-кредитной политики через механизмы денежного рынка в условиях влияния неопределенности рыночной конъюнктуры; отражены основные контуры материальных и финансовых потоков инвестиционного процесса. Конечный спрос  $\dot{F}d_2$  на рынке инвестиционных товаров рассчитывается по формуле:  $\dot{F}d_2 = k_{C2} \cdot \dot{C} + k_{G2} \cdot \dot{G} + k_{Xn2} \cdot \dot{X}n + \sum_i \dot{I}b_i$ ,  $i = \overline{1,3}$ , где  $k_{C2}, k_{G2}, k_{Xn2}$  – коэффициенты, определяющие доли спроса на инвестиционные товары в структуре расходов населения, государства и иностранного сектора соответственно.

Динамические модели производственных секторов позволяют отразить, во-первых, динамику процессов формирования валовых инвестиционных расходов  $\dot{I}b_i$   $i$ -го сектора из собственных  $\dot{I}b_{ii}$  и заемных источников  $\dot{I}i$ ; во-вторых, динамику неравномерно распределенных во времени процессов накопления и выбытия основного капитала  $K_i$ , оказывающих непосредственное влияние на темпы формирования валового выпуска  $\dot{Y}_i$ ; и, в-третьих, динамику формирования валовой добавленной стоимости (ВДС)  $\dot{Y}_{gac_{ii}}$  и промежуточного потребления  $\dot{I}c_{ii}$ , необходимого для замыкания контуров финансовых потоков между производственными секторами.

Динамическая модель накопления и потребления основного капитала разработана на основе модели Солоу и встроена в динамические модели всех трех производственных секторов. Модель позволяет определять темпы изменения капитала  $\dot{K}_i$ ,  $i = \overline{1,3}$  в виде разности темпов приобретения основных фондов  $\dot{A}s_{I_i}$  (в стоимостном выражении) в результате инвестиционных вложений  $\dot{I}b_i$  и темпов износа (амортизации) основного капитала  $\dot{A}m_i$  по формуле:  $\dot{K}_i(t) = k_d (\dot{A}s'_{I_i}(t) - \dot{A}m_i(t))$ , где амортизации  $\dot{A}m_i$  рассчитывается с помощью нормы амортизации  $\delta_i$ . Выполнена декомпозиция запасов производственных секторов, и выделены запасы основных фондов, товарно-материальные запасы и запасы нераспределенной валовой прибыли, служащие источником собственных средств для инвестиционных расходов.

Разработана динамическая модель формирования инвестиций сектором финансовых учреждений, в которой процессы формирования инвестиций объединены в три группы по их отраслевой направленности с соответствующими ставками процента по кредитам. Модель позволяет, во-первых, описать динамику процессов изменения запасов финансовых ресурсов  $\dot{S}t_B(t)$  на основе сбережений домохозяйств  $\dot{S}(t)$  с учетом инвестиционных кредитов  $\dot{I}(t)$ , предоставляемых всем трем производственным секторам:  $\dot{S}t(t) = \dot{S}(t) - \dot{I}(t)$ , где  $\dot{I}(t) = \sum_i \dot{I}_i(t)$ ,  $i = \overline{1,3}$ . Во-вторых, модель позволяет описать динамику процессов формирования инвестиций для реального сектора экономики с учетом рыночной процентной ставки и приоритетных направлений финансирования отдельных производственных секторов. Формирование плановых темпов инвестиций  $\dot{I}^0_i$  для  $i$ -го производственного сектора осуществляется по формуле:  $\dot{I}^0_i = \dot{I}a_i + \Delta \dot{I}a_i + k_{mry_i} \cdot \dot{Y}_{inc_i} + k_{mpr_i} \cdot r_i$ , где  $k_{mry_i}$ ,  $k_{mpr_i}$  – коэффициенты эластичности темпов формирования инвестиций по темпу формирования НДС производственными секторами и ставке процента  $r_i$  соответственно. В-третьих, модель отражает процессы влияния инвестиционных потоков, формирующих инвестиционный спрос как компонент совокупного спроса  $\dot{A}d$ , на воспроизводственный процесс ММЭС в целом в условиях корректировки ставки рефинансирования  $r_r$  или предложения денег  $M_s$ .

В третьей главе определены особенности управления инвестиционным процессом ММЭС в рыночных условиях. Целью управления инвестиционным процессом ММЭС является обеспечение плановых темпов формирования инвестиционных расходов секторами экономики и накопления запасов основного капитала с учетом его потребления при условии поддержания требуемых воспроизводственных пропорций, уровней цен и темпа выпуска ВВП. Сформировано множество управляющих координат, представленное кортежем векторов, относящихся к мерам монетарной, фискальной и структурной политик, а также множества управляемых координат и внешних воздействий.

Разработана функциональная схема модели трехуровневой системы интеллектуальной поддержки управления инвестиционным процессом ММЭС с учетом запасов основного капитала и рыночных механизмов (рисунок 2).

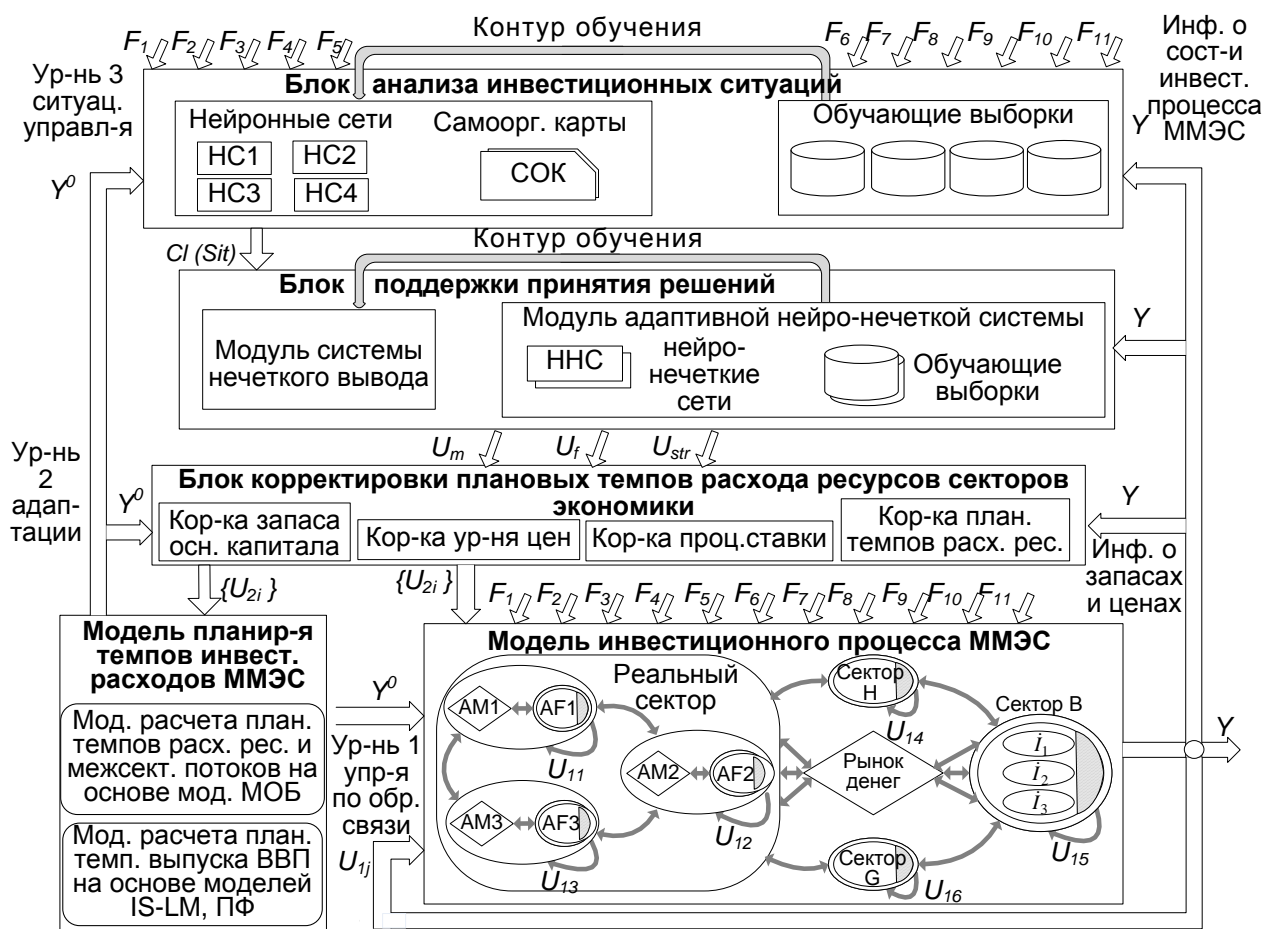


Рисунок 2 – Функциональная схема модели системы управления инвестиционным процессом ММЭС

Уровень 1 управления по обратной связи включает контуры управления расходами ресурсов при выполнении функциональных процессов секторами ММЭС согласно их роли в воспроизводственном процессе. Уровень 2 адаптации включает контуры управления, предназначенные для корректировки плановых темпов расхода ресурсов секторами ММЭС на основе четырех групп информационных факторов в виде информации об объемах накопленных запасов основного капитала и финансовых ресурсов, о темпах формирования инвестиционных расходов, об уровнях цен на рынках благ и о процентных ставках.

Уровень 3 ситуационного управления решает задачи кластеризации инвестиционных ситуаций на основе методов интеллектуального анализа данных о результатах имитационных экспериментов с привлечением аппарата самоорганизующихся карт; а также задачи поддержки принятия решений с помощью нейро-нечетких сетей, обучаемых на основе данных, полученных по результатам проведения имитационных экспериментов по различным сценариям управления инвестиционным процессом ММЭС.

Целесообразность применения нейросетевых и нейро-нечетких моделей и методов для реализации функций ситуационного управления обусловлена следующими причинами. Особенность решения задачи классификации инвестиционных ситуаций состоит в необходимости выполнения человеком многопараметрического анализа ситуаций на основе большого количества макроэкономических индикаторов. Трудности такого анализа состоят: в недостаточности статистической информации о значениях макроэкономических показателей; в сложности формирования зависимостей при классификации ситуаций в динамике и принятии решений, а также в необходимости проведения многочисленных экспериментов с динамической моделью и анализа большого объема экспериментальных данных как по отдельному эксперименту, так и по всем имитационным экспериментам в целом.

Предложена процедура формирования интеллектуальных алгоритмов принятия решений при ситуационном управлении инвестиционным процессом ММЭС, которая предполагает выполнение многоэтапной кластеризации динамически неравновесных инвестиционных ситуаций на основе нейронных сетей Кохонена и формирование правил принятия управляющих решений на основе нейро-нечетких сетей. Нейросетевая кластеризация инвестиционных ситуаций ММЭС представляет собой процесс последовательной декомпозиции множества инвестиционных ситуаций по нескольким классификационным признакам, различающихся как по выделенным уровням анализа инвестиционного процесса ММЭС (уровню ММЭС в целом, уровню секторов, взаимодействующих в составе ММЭС и уровню производственных секторов, взаимодействующих в составе реального сектора), так и учетом динамических особенностей инвестиционного процесса.

Разработаны четыре нейронные сети Кохонена, реализующие многоэтапную кластеризацию инвестиционных ситуаций ММЭС в динамике, построены самоорганизующиеся карты кластеров неравновесных инвестиционных ситуаций. Первая нейронная сеть Кохонена выполняет кластеризацию инвестиционных ситуаций на основе обобщенной информации о состоянии ММЭС в целом с учетом типа экономического роста или спада. Вторая и третья нейронные сети Кохонена предназначены для дополнительной кластеризации неравновесных ситуаций рецессии, обусловленных снижением спроса на энерго-сырьевые товары со стороны иностранного сектора и учитывают тенденции изменения совокупного спроса и совокупного предложения. Четвертая нейронная сеть предназначена для анализа причин нарушения балансовых соотношений и определения типов неравновесных режимов инвестиционного процесса ММЭС.

Разработана база правил принятия решений при управлении инвестиционным процессом ММЭС при реализации мер денежно-кредитной, фискальной

и структурной политик. Построена и обучена нейро-нечеткая сеть для принятия решений по корректировке ставки процента для кластеров ситуаций рецессии в различных производственных секторах с учетом опережающей, своевременной или поздней диагностики причин нарушений балансов инвестиционных расходов секторов.

**В четвертой главе** разработано программное обеспечение (ПО) системы имитационного моделирования и интеллектуального управления, реализующее предложенные модели и интеллектуальные алгоритмы принятия решений и позволяющее обеспечивать информационную, аналитическую и интеллектуальную поддержку при моделировании и реализации различных сценариев управления инвестиционным процессом ММЭС. ПО содержит четыре компонента. Компонент имитационного моделирования реализован в среде *Matlab* и позволяет пользователю проводить имитационное моделирование с учетом обнаружения неблагоприятных ситуаций; производить корректировку параметров модели в автоматическом и автоматизированном режимах. Компонент информационной поддержки реализован в среде *Matlab* и позволяет проводить расчеты плановых темпов финансовых потоков, выполнять их перерасчет с учетом соблюдения балансовых тождеств и требуемых воспроизводственных пропорций, а также формировать базу экспериментальных данных по результатам имитационных экспериментов. Компонент интеллектуального анализа данных предполагает проведение процедур анализа экспериментальных данных на основе применения методов кластерного анализа и нейросетевого анализа для кластеризации неравновесных инвестиционных ситуаций с помощью аналитической платформы *Deductor*. Компонент интеллектуального управления реализован в редакторе *Anfis* среды *Matlab* и обеспечивает поддержку пользователя при формировании правил принятия решений на основе нейро-нечетких технологий и выдачу рекомендаций при управлении инвестиционным процессом ММЭС.

Проведены экспериментальные исследования эффективности предлагаемых интеллектуальных алгоритмов принятия решений по управлению инвестиционным процессом ММЭС по различным сценариям в соответствии с предложенной методикой проведения системных исследований и на основе разработанных динамических моделей и алгоритмов управления. Показано, что инвестиционный сектор обеспечивает больший темп роста ВВП при увеличении инвестиционных расходов при прочих равных условиях и характеризуется большим мультипликатором инвестиций, что объясняется структурой межсекторных финансовых и материальных потоков, сконцентрированных на рынке инвестиционных товаров. Показано, что снижение ставки рефинансирования на 1–2 процентных пункта позволяет повысить инвестиционные расходы производственных секторов, способствующие увеличению ВВП в 1,07–1,12 раз. В целом, результаты экспериментальных исследований эффективности управления инвестиционным процессом ММЭС показали, что принимаемые решения позволяют обеспечить переход от динамически неравновесных неблагоприятных инвестиционных ситуаций к ситуациям, соответствующим более высокому темпу выпуска валового внутреннего продукта.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В ходе диссертационного исследования были сделаны следующие выводы и получены следующие результаты:

1. Разработана когнитивная модель инвестиционного процесса многосекторной макроэкономической системы, *включающая в себя* взаимосвязанные по финансовым и материальным потокам макроэкономические сектора и макроэкономические рынки, *отличающаяся тем, что* в ее состав включены энерго-сырьевой, фондосоздающий и потребительские сектора, образующие реальный сектор экономики, а также макроэкономические рынки производимых ими товаров, образующие рынок благ, которые взаимосвязаны друг с другом как финансовыми потоками с учетом инвестиционных расходов, так и материальными потоками инвестиционных товаров в рамках воспроизводственного процесса ММЭС. Это *позволило* определить состав контуров инвестиционного процесса ММЭС и причинно-следственные закономерности их взаимодействия на неравновесных режимах с учетом механизмов рыночного регулирования, запасов основного капитала и структурных пропорций реального сектора экономики.

2. Разработана функциональная схема и динамические модели инвестиционного процесса ММЭС. Разработаны динамические модели функционирования производственных секторов, *включающие в себя* динамические модели энерго-сырьевого, фондосоздающего и потребительского секторов экономики и сектора финансовых учреждений, формирующих инвестиционные расходы с учетом неравновесных состояний денежного рынка; *отличающиеся тем, что* они взаимосвязаны в рамках макроэкономического кругооборота и содержат модели накопления и потребления основного капитала производственных секторов, а также модели формирования инвестиционных расходов финансовым сектором с учетом динамики уровня цен и процентной ставки. Это *позволило* описать с помощью непрерывных нелинейных дифференциальных уравнений динамику процессов попеременного накопления и расходования запасов финансовых ресурсов на основе сбережений в одних секторах и материальных ресурсов в виде основного капитала в других секторах экономики, а также процессов согласованного формирования инвестиционных расходов различными секторами в неравновесных условиях рынков благ и денег с учетом динамики изменения процентной ставки.

3. Разработана структура модели интеллектуальной поддержки управления инвестиционным процессом ММЭС с учетом запасов и рыночных механизмов, которая является трехуровневой и *основана на* применении принципов обратной связи, адаптации и ситуационного управления; *отличающаяся тем, что* в нее включены блок интеллектуального анализа данных о результатах имитационных экспериментов и блок интеллектуальной поддержки принятия решений, которые *позволяют* обеспечить гибкость формирования управляющих воздействий при проведении политик макроэкономического регулирования инвестиционного процесса в неопределенных рыночных условиях.

4. Предложена процедура формирования интеллектуальных алгоритмов принятия решений при управлении инвестиционным процессом ММЭС, *отли-*

чающаяся тем, что она включает, во-первых, многоэтапную нейросетевую кластеризацию неравновесных инвестиционных ситуаций на основе самоорганизующихся карт, учитывающую характер дисбаланса между инвестиционными расходами и сбережениями секторов в отдельности и всей ММЭС в целом, и, во-вторых, процесс формирования нечетких правил принятия решений при управлении инвестиционным процессом ММЭС с помощью нейро-нечетких сетей, учитывающий тенденции распространения возмущений по контурам инвестиционного процесса. Это *позволяет* обеспечить гибкость управления в условиях неопределенности и проводить анализ результатов управления по различным сценариям.

Разработаны нейронные сети Кохонена, реализующие многоэтапную кластеризацию инвестиционных ситуаций ММЭС, и построены самоорганизующиеся карты кластеров, характеризующих особенности неравновесных режимов инвестиционного процесса на уровнях ММЭС в целом, на уровне отдельных секторов ММЭС, а также на уровне производственных секторов, взаимодействующих в составе реального сектора. Разработана нейро-нечеткая сеть для принятия решений по корректировке ставки рефинансирования для кластеров ситуаций рецессии с учетом опережающей, своевременной или поздней диагностики причин нарушений балансов инвестиционных расходов и доходов секторов.

5. Разработано программное обеспечение системы имитационного моделирования и интеллектуального управления, новизна которого состоит в том, что в его основе лежат предложенные когнитивные и динамические модели, а также интеллектуальные алгоритмы принятия решений, что *позволяет* обеспечить информационную, аналитическую и интеллектуальную поддержку при моделировании различных сценариев управления инвестиционным процессом ММЭС в неопределенных рыночных условиях.

Проведены экспериментальные исследования эффективности предложенных интеллектуальных алгоритмов принятия решений по управлению инвестиционным процессом ММЭС по различным сценариям. Показано, что инвестиционный сектор обеспечивает бóльший темп роста ВВП при увеличении инвестиционных расходов при прочих равных условиях и характеризуется бóльшим мультипликатором инвестиций по сравнению с другими производственными секторами, что объясняется структурой межсекторных финансовых и материальных потоков, сконцентрированных на рынке инвестиционных товаров. Показано, что снижение ставки рефинансирования на 1–2 процентных пункта позволяет повысить инвестиционные расходы производственных секторов, способствующих увеличению ВВП в 1,07–1,12 раз.

Представленные сценарии рецессии продемонстрировали возможность эффективного управления инвестиционным процессом ММЭС с помощью мер денежно-кредитной, финансовой и структурной политик, реализуемых в рамках государственного регулирования макроэкономической системы. Показано, что эффективность управления инвестиционным процессом ММЭС существенно зависит как от воспроизводственных пропорций ВВП, отражающих особенности ММЭС, так и от своевременности принятия управленческих решений.



## ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *В рецензируемых журналах из списка ВАК*

1. Динамическое моделирование неравновесных процессов взаимодействия рынков благ и денег / Б. Г. Ильясов, И. В. Дегтярева, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2011. № 1. С. 87–94.
2. Динамическое моделирование денежного рынка и его влияния на макроэкономический кругооборот финансовых потоков / Б. Г. Ильясов, И. В. Дегтярева, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Вестник УГАТУ: научн. журнал Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. 2011. Т. 15, № 5 (45). С. 175–189.
3. 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.

### *В других изданиях*

4. Исследование динамически неравновесных режимов функционирования макроэкономической системы с учетом запасов / Т. А. Карташева // Актуальные проблемы науки и техники : 4-я Всеросс. зимн. шк.-сем. аспирантов и молодых ученых (с междунар. участием). Уфа : УГАТУ, 2009. С. 265–269.
5. Анализ динамики формирования финансовых потоков и запасов секторов экономики в системе макроэкономического кругооборота / Б. Г. Ильясов, И. В. Дегтярева, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : тр. XI Междунар. конф. Самара : Самарск. науч. центр РАН, 2009. С. 192–202.
6. Системное моделирование неравновесных режимов функционирования макроэкономической системы / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Э. Р. Габдуллина, Т. А. Карташева // Компьютерные науки и информационные технологии : тр. XI Междунар. конф. Уфа : Диалог, 2009. Т. 2. С. 163–167. (Статья на англ. яз.)
7. Принципы системного моделирования поведения макроэкономических агентов / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова, Т. А. Карташева // Управление большими системами : тр. Междунар. науч.-практ. мультikonф. Теория активных систем : тр. Междунар. науч.-практ. конф. М. : ИПУ РАН, 2009. Т. II. С. 101–104.
8. Механизм самовыравнивания финансовых потоков в макроэкономической системе / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова, Т. А. Карташева // Мехатроника, автоматизация и управление (МАУ-2009): матер. Междунар. науч.-техн. конф. Таганрог : ТТИ ЮФУ, 2009. С. 339–341.
9. Исследование процессов роста объема выпуска ВВП на основе динамической модели кругооборота финансовых потоков / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Актуальные вопросы экономических наук : сб. тр. X Всеросс. науч.-практ. конф. Новосибирск : ЦРНС – СИБПРИНТ, 2009. С. 16–21.
10. Анализ динамики процессов накопления и выбытия капитала и их влияния на валовой внутренний продукт / Т. А. Карташева // Актуальные проблемы науки и техники : 5-я Всеросс. зимн. шк.-сем. аспирантов и молодых ученых (с междунар. участием). Уфа : УГАТУ, 2010. Т. 1. С. 83–87.

11. Моделирование процессов роста ВВП в условиях поступления иностранных инвестиций / Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Наука и образование : матер. VIII Междунар. науч. конф. Белово : ООО «Канцлер», 2010. Ч. 1. С. 128–132.

12. Динамическая модель процессов накопления и выбытия капитала в системе макроэкономического кругооборота / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Глобализация экономики и образования: перспективы России и Германии : тр. междунар. конф. Уфа : Диалог, 2010. С. 136–142. (Статья на англ. яз.)

13. Динамическая модель формирования процентной ставки как регулятора финансовых потоков макроэкономической системы / Е. А. Макарова, А. Н. Павлова, Т. А. Карташева // Системный анализ в проектировании и управлении : сб. науч. тр. XIV Междунар. науч.-практ. конф. СПб : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. С. 35–40.

14. Моделирование влияния процентной ставки на формирование финансовых потоков макроэкономической системы / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, И. В. Дегтярева, Т. А. Карташева // Компьютерные науки и информационные технологии : тр. XII Междунар. конф. Уфа : Диалог, 2010. Т. 4. С. 145–149. (Статья на англ. яз.)

15. Исследование динамики макроэкономического кругооборота финансовых потоков с учетом взаимосвязанного функционирования рынков благ, труда и денег / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова, Т. А. Карташева // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : тр. XIII Междунар. конф. Самара : Самарск. науч. центр РАН, 2011, С. 214–224.

16. Агент-ориентированная модель макроэкономического кругооборота финансовых потоков / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Т. А. Карташева // Управление экономикой: Методы, модели, технологии : сб. науч. тр. XI Междунар. конф. с элементами научной школы для молодежи. Уфа–Красноусольск : УГАТУ, 2011. С. 237–240.

17. Мультиагентный подход к моделированию инвестиционных процессов многосекторной макроэкономической системы / Т. А. Карташева, А. Р. Душанбаева // Актуальные проблемы науки и техники : 7-я Всеросс. зимн. шк.-сем. аспирантов и молодых ученых. Уфа : УГАТУ, 2012. С. 51–54.

18. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2012610158. Система имитационного моделирования и интеллектуальной поддержки управления макроэкономическими инвестиционными процессами / Б. Г. Ильясов, И. В. Дегтярева, Е. А. Макарова, Э. Р. Габдуллина, Т. А. Карташева. Зарег. 10.01.2012. М. : Роспатент, 2012.

КАРТАШЕВА Татьяна Анатольевна

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ  
РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИНВЕСТИЦИОННЫМ  
ПРОЦЕССОМ МНОГОСЕКТОРНОЙ  
МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных  
и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано к печати 19.04.2012. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офисная. Печать плоская. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 1,0. Уч.–изд. л. 1,0.  
Тираж 100 экз. Заказ №719.

ФБГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный  
технический университет  
Центр оперативной полиграфии  
450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12