

На правах рукописи

ПАВЛОВА Анастасия Николаевна

**УПРАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ
МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
В НЕРАВНОВЕСНЫХ РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ
НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
И НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

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

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Уфа – 2010

Работа выполнена на кафедре технической кибернетики
Уфимского государственного авиационного технического университета

Научный руководитель	канд. техн. наук, доцент МАКАРОВА Елена Анатольевна
Официальные оппоненты	д-р техн. наук, проф. ГОРБАТКОВ Станислав Анатольевич Всероссийский заочный финансово-экономический институт (филиал в г. Уфе) канд. техн. наук, доц. НИКУЛИНА Наталья Олеговна Уфимский государственный авиационный технический университет
Ведущее предприятие	Институт социально-экономических исследований Уфимского научного центра Российской академии наук

Защита диссертации состоится «24» декабря 2010 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 «23» ноября 2010 г.

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

В. В. Миронов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Экономический подъем в России, согласно основным макроэкономическим индикаторам, характеризующим функционирование основных макроэкономических рынков благ, труда и денег, в 2007 году существенно превзошел прогнозируемые значения. Рост валового внутреннего продукта (ВВП) достиг по данным Федеральной службы государственной статистики РФ 8,1% и оказался одним из самых высоких среди быстроразвивающихся стран. Однако, напряженность экономики РФ и мировой финансовый кризис отрицательно сказались на состоянии экономики, и в 2008 году темпы роста ВВП сократились до 6%, а в 2009 году объем ВВП относительно 2008 года составил лишь 92,1%.

В этих условиях актуальной становится проблема повышения эффективности управления макроэкономической системой (МЭС), которая функционирует с учетом рыночных регулирующих механизмов в условиях неопределенности и риска и обладает ограниченными ресурсами. Решение проблемы повышения эффективности управления процессом функционирования МЭС в неравновесных рыночных условиях сопряжено с необходимостью обеспечения информационно-аналитической и интеллектуальной поддержки в процессе принятия решений с целью предварительной оценки неравновесных состояний макроэкономических рынков и секторов МЭС и последствий принимаемых решений в динамике. Для обеспечения поддержки процедур принятия решений при управлении МЭС в динамике необходимо решение проблемы анализа и моделирования неравновесных процессов функционирования МЭС в условиях взаимодействия макроэкономических рынков с учетом сбалансированности финансовых потоков расходов и доходов секторов экономики.

Проведенный анализ существующих макроэкономических моделей и подходов к моделированию макроэкономических процессов позволил выявить большое количество разработок ученых-экономистов Л. Вальраса, Е. Домара, Дж. Кейнса, В. Леонтьева, К. Маркса, Г. Мэнкью, А. Пигу, Д. Ромера, П. Самуэльсона, Р. Солоу, Э. Хансена, Р. Харрода, Дж. Хикса. Особый интерес при исследовании макросистем вызывают разработки в области компьютерного моделирования экономики и общества, которые направлены на изучение закономерностей функционирования макроэкономических агентов, механизмов формирования рыночных цен и влияния ценовых регулирующих факторов на параметры макросистемы, и представлены в трудах отечественных ученых: А. Р. Бахтизина, Б. Е. Бродского, А. Г. Гранберга, В. В. Ивантера, А. П. Крутова, В. Л. Макарова, А. А. Петрова, И. Г. Поспелова, В. К. Романко, С. А. Суспицына, М. Н. Узякова, В. А. Цыбатова и др., а также зарубежных ученых Д. Медоуза, К. Х. дос Сантоса, Дж. Форрестера.

Однако малоизученной остается область исследования динамики функционирования макроэкономических систем, в частности динамики неравновесных процессов формирования потоков доходов и расходов секторами МЭС в рамках макроэкономического кругооборота с учетом накопления запасов и ры-

ночных регулирующих факторов, а также влияния механизмов регулирующего воздействия государства в форме проведения различных политик, к числу которых, в первую очередь, относятся фискальная (налогово-бюджетная) и монетарная (кредитно-денежная политики). Сказанное определило цель и задачи проводимых исследований, объектом которых является процесс функционирования МЭС в неравновесных условиях взаимодействия макроэкономических рынков благ, труда и денег.

Цель и задачи исследований

Целью данной работы является повышение эффективности управления функционированием макроэкономической системы в неравновесных условиях взаимодействия макроэкономических рынков благ, труда и денег на основе разработанных динамических моделей, интеллектуальных алгоритмов принятия решений и программного обеспечения, а также оценка эффективности предложенных алгоритмов на основе методов имитационного моделирования и нейросетевых технологий.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать концепцию исследования и системного моделирования динамики функционирования макроэкономической системы на неравновесных режимах с учетом запасов и рыночных регулирующих механизмов.

2. Разработать динамические модели макроэкономических рынков благ, труда и денег, а также секторов экономики, взаимодействующих в рыночной системе макроэкономического кругооборота финансовых потоков.

3. Разработать структуру автоматизированной системы имитационного моделирования и интеллектуального управления и процедуру формирования алгоритмов принятия решений по управлению процессом функционирования МЭС в неравновесных условиях взаимодействия макроэкономических рынков благ, труда и денег.

4. Разработать программное обеспечение автоматизированной системы имитационного моделирования и интеллектуального управления процессом функционирования МЭС и провести экспериментальные исследования эффективности предлагаемых интеллектуальных алгоритмов принятия решений по управлению процессом функционирования МЭС в неравновесных рыночных условиях по различным сценариям.

Методы исследования

При решении указанных 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. Концепция исследования и системного моделирования динамики функционирования макроэкономической системы на неравновесных режимах с учетом запасов и рыночных регулирующих механизмов.

2. Динамические модели функционирования МЭС в неравновесных рыночных условиях, включающие в себя динамические модели: макроэкономиче-

ских рынков благ, труда и денег, а также реального сектора, сектора домашних хозяйств, секторов финансовых и государственных учреждений, функционирующих с учетом информации о состоянии макроэкономических рынков.

3. Структура автоматизированной системы имитационного моделирования и интеллектуального управления и процедура поддержки принятия решений по управлению процессом функционирования МЭС в неравновесных условиях взаимодействия макроэкономических рынков благ, труда и денег, а также интеллектуальные алгоритмы принятия решений.

4. Программное обеспечение автоматизированной системы имитационного моделирования и интеллектуального управления процессом функционирования МЭС, а также результаты экспериментальных исследований эффективности предлагаемых интеллектуальных алгоритмов принятия решений по управлению функционированием МЭС в неравновесных рыночных условиях.

Научная новизна результатов

1. Новизна предложенной концепции исследования и системного моделирования неравновесных процессов функционирования МЭС в рыночных условиях состоит в разработке концептуальной модели на основе интеграции системного, динамического, когнитивного и сценарного подходов, что позволяет моделировать неравновесные режимы функционирования МЭС при взаимодействии макроэкономических рынков благ, труда и денег на основе анализа взаимосвязанного влияния во времени друг на друга темпов финансовых потоков, объемов ограниченных запасов, рыночных регулирующих механизмов и времени принятия решений по корректировке темпов финансовых потоков.

2. Новизна предложенных динамических моделей функционирования МЭС в неравновесных рыночных условиях состоит в описании динамики неравновесных процессов функционирования секторов МЭС с учетом ценовых регулирующих механизмов макроэкономических рынков благ, труда и денег, которые моделируются с помощью дискретно-непрерывных нелинейных моделей с логическими элементами, функционирующих как в автоматическом, так и в автоматизированном режимах.

3. Новизна структуры автоматизированной системы имитационного моделирования и интеллектуального управления состоит в том, что в нее включен блок интеллектуального анализа макроэкономических ситуаций в динамике и принятия решений с учетом рыночных индикаторов, который обеспечивает гибкость формирования управляющих воздействий при проведении политик макроэкономического регулирования в неопределенных рыночных условиях. Новизна процедуры формирования алгоритмов принятия решений по управлению МЭС в неравновесных рыночных условиях заключается, во-первых, в последовательном проведении многопараметрического анализа классов ситуаций, характеризующих неравновесные состояния макроэкономических рынков и секторов экономики на основе нейронных сетей Кохонена, и, во-вторых, в формировании правил принятия решений и сценариев неуправляемого и управляемого поведения МЭС в виде цепочек переходов во времени между кластерами неравновесных ситуаций на основе самоорганизующихся карт.

4. Новизна программного обеспечения автоматизированной системы имитационного моделирования и интеллектуального управления состоит в наличии блоков динамической модели, реализованных программно и позволяющих выполнять корректировку плановых темпов расхода ресурсов секторов в неравновесных рыночных условиях в автоматическом режиме и перерасчет балансов секторов в требуемые моменты времени в автоматизированном режиме.

Практическая ценность и внедрение результатов

Практическую ценность диссертационного исследования составляет программное обеспечение автоматизированной системы имитационного моделирования и интеллектуального управления, которое реализует предложенные концепцию, модели и интеллектуальные алгоритмы управления, а также позволяет обеспечить информационную и интеллектуальную поддержку при моделировании различных сценариев управления МЭС в неравновесных рыночных условиях и анализе результатов применения предложенных алгоритмов управления.

Практическую ценность составляют результаты экспериментальных исследований, которые показали правильность предложенной концепции исследования и эффективность интеллектуальных алгоритмов управления процессом функционирования МЭС в неравновесных рыночных условиях, позволяющих выбирать наиболее благоприятные сценарии управления.

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 воспроизводственных процессов макроэкономической системы.

Связь темы исследования с научными программами

Работа выполнена на кафедре технической кибернетики УГАТУ в рамках гранта РФФИ: № 07-08-00538-а.

Апробация работы

Основные научные результаты и выводы, полученные в диссертационной работе, докладывались и обсуждались на следующих конференциях.

– Международная научно-техническая конференция «Мехатроника, автоматизация и управление» (Дивноморское, 2009).

– Международная научно-практическая мультиконференция ИПУ РАН «Управление большими системами» (Москва, 2009).

– XIII, XIV Международная научно-техническая конференция «Системный анализ и проектирование в управлении» (Санкт-Петербург, 2009, 2010).

– XI, XII Международная конференция «Проблемы управления и моделирования в сложных системах» (Самара, 2009, 2010).

– XI, XII Международный семинар «Компьютерные науки и информационные технологии (CSIT)» (Греция, 2009, Москва-Санкт-Петербург, 2010).

– Всероссийская конференция с международным участием «От идеи академика С.С. Шаталина о системных подходах к саморазвивающимся социально-экономическим системам» (Екатеринбург, 2009).

– VI Всероссийской школы-семинара молодых ученых «Управление большими системами» (Ижевск, 2009).

– VI, V Всероссийская зимняя школа-семинар аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы в науке и технике» (Уфа, 2009, 2010).

– I, II Всероссийская молодежная научная конференция «Мавлютовские чтения» (Уфа, 2008, 2009).

Публикации

Основные положения и результаты исследования по теме диссертации опубликованы и непосредственно отражены в 16 работах, в том числе 12 статьях, из них 3 – в изданиях, входящих в список ВАК, 4 трудах конференций, получено 1 свидетельство о регистрации программы.

Структура и объем работы

Диссертационная работа включает введение, четыре главы основного материала, заключение, библиографический список из 137 наименований и шесть приложений. Работа без библиографического списка и приложений изложена на 153 страницах машинописного текста.

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 темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, приведены методы исследования, определены новизна и практическая ценность выносимых на защиту результатов.

В первой главе «Анализ проблемы управления неравновесными процессами функционирования макроэкономической системы с учетом рыночных механизмов» рассмотрена актуальная проблема повышения эффективности управления процессом функционирования макроэкономической системы с учетом неравновесных условий на макроэкономических рынках. Приведена классификация макроэкономических рынков, которая позволила выделить основные особенности рыночных регулирующих механизмов, а также структуру рынков и рыночных отношений. В работе рассматривается процесс функционирования МЭС, включающей четыре сектора экономики, взаимодействующих в неравновесных условиях макроэкономических рынков благ, труда и денег.

Отмечено, что отличительной чертой современного периода функционирования МЭС является взаимодействие рыночных регулирующих механизмов с механизмами государственного регулирования в форме проведения различных политик, к числу которых относятся, в первую очередь, налогово-бюджетная (фискальная) и кредитно-денежная (монетарная). При этом дисбаланс экономики – это итог накапливающихся сбоев, как рынка, так и государства. В несбалансированной МЭС отсутствует эффективное распределение ресурсов вслед-

ствие влияния рыночных и государственных несовершенств в форме провалов рынка и провалов государства.

Показаны особенности МЭС, функционирующей в неравновесных рыночных условиях, среди которых особо отмечен динамический характер функционирования всех составляющих МЭС: макроэкономических агентов и макроэкономических рынков. Динамика макроэкономического кругооборота в рыночных условиях описывается с помощью взаимосвязанного изменения во времени показателей потоков, запасов секторов экономики (макроэкономических агентов) и рыночных регулирующих механизмов.

Проведен анализ существующих экономико-математических моделей и программных инструментариев, предназначенных для исследования различных аспектов процесса функционирования МЭС в неравновесных рыночных условиях. Результаты анализа позволили сделать вывод о необходимости исследования особенностей динамики неравновесных процессов функционирования МЭС с учетом запасов секторов экономики и рыночных регулирующих механизмов. Определен круг научных и практических задач, решение которых обеспечит повышение эффективности управления функционированием макроэкономических систем в неравновесных рыночных условиях за счет применения динамических моделей и интеллектуальных алгоритмов принятия решений.

Во второй главе «Разработка динамических моделей функционирования макроэкономической системы в неравновесных рыночных условиях» разработана концепция исследования и системного моделирования процесса функционирования МЭС в рыночных условиях, основанная на интеграции системного, динамического, когнитивного и сценарного подходов.

Применение системного подхода позволяет провести структуризацию МЭС путем последовательного выполнения декомпозиции различными способами: сначала путем выделения концептов в виде макроэкономических агентов (МЭА) и макроэкономических рынков с замкнутыми по финансовым потокам контурами и корректирующими информационными связями и построения когнитивной модели; а затем путем выделения функциональных процессов, выполняемых секторами МЭС и планируемых с учетом запасов и рыночных регулирующих механизмов, и построения функциональной схемы динамической модели МЭС. Особенности применения динамического подхода заключаются, во-первых, в исследовании динамически неравновесных режимов функционирования МЭС, связанных как с нарушениями баланса темпов расходов и доходов секторов экономики, так и с существованием неравенства между спросом и предложением на макроэкономических рынках, и, во-вторых, в проведении анализа динамики МЭС с помощью взаимосвязанного изменения во времени системных факторов, объединенных в две триады. Первая триада включает системные факторы, которые описывают неравновесные состояния секторов экономики в виде: темпов расходов и доходов; запасов; а также управления как корректировки темпов расхода финансовых ресурсов и выбора моментов времени принятия решений по корректировке темпов финансовых потоков. Вторая триада включает факторы, описывающие неравновесные состояния макроэкономических рынков: спрос и предложение; цену как фактор, формирующийся в

результате взаимодействия спроса и предложения и регулирующий темпы расходов ресурсов секторами экономики (элемент первой триады); а также чувствительность рыночного механизма, определяемую ценовыми эластичностями спроса и предложения. Применение когнитивного и сценарного подходов позволяет: выявить причинно-следственные цепочки процессов формирования доходов и расходов МЭА и их взаимодействия на макроэкономических рынках; сгенерировать различные сценарии функционирования МЭС и выявить закономерности развития неравновесных рыночных ситуаций при различных вариантах государственного регулирования.

Разработана когнитивная модель функционирования МЭС в рыночных условиях (рисунок 1). В качестве концептов выделены четыре макроэкономических агента (сектора): фирмы; домашние хозяйства; финансовые учреждения и государство, а также три макроэкономических рынка: благ, труда и денег. В модели выделены три замкнутых контура финансовых потоков: основной контур «производство–потребление», включающий регулирующие механизмы рынков благ и труда, и два корректирующих контура: контур «сбережения–инвестиции» с регулирующим механизмом рынка денег, а также контур «налоги–госзакупки», отражающий воздействие механизмов государственного регулирования. Сформулированы особенности влияния макроэкономических рынков на неравновесные процессы макроэкономического кругооборота финансовых потоков. Роль рынка благ состоит в аккумуляции основных финансовых потоков потребления и накопления, а также в формировании уровня цен как фактора, регулирующего процесс обмена благ и денег на динамически неравновесных режимах. Роль рынка труда, находящегося в зависимом от рынка благ положении, состоит в формировании информационных показателей уровня безработицы и заработной платы, характеризующих социальное благополучие МЭС и регулирующих планы поведения реального сектора и сектора домохозяйств на динамически неравновесных режимах. Роль рынка денег, тесно взаимодействующего с рынком благ, состоит в формировании ставки процента как информационного регулирующего фактора, воздействующего на инвестиционный спрос как самый динамичный компонент совокупного спроса.

На основе когнитивной модели строится функциональная схема модели МЭС. На схеме выделено семь динамических моделей: модели А1–А4 функционирования секторов экономики и модели А5–А7 функционирования рынков благ; труда и денег. Разработана обобщенная модель функционирования сектора, которая предполагает, что сектор получает доходы от других секторов МЭС и формирует расходы для выполнения функциональных процессов в соответствии с целями (планами), что приводит к изменению запасов в условиях разнотемповости расходов и доходов на динамически неравновесных режимах; а также корректирует планы по расходу ресурсов на основе информации об объеме запасов, состоянии других секторов и макроэкономических рынков.

Модель А1 описывает поведение реального сектора, который выполняет функциональные процессы: производства ВВП с учетом потребностей в трудовых ресурсах; распределения ВВП; формирования совокупного предложения с учетом расхода товарно-материальных запасов (ТМЗ); формирования инвести-

ционных расходов (инвестиционного спроса) на основе собственных и заемных средств; получения доходов по результатам обмена на рынке благ и пополнения ТМЗ в ситуациях избыточного предложения. Особенности модели являются: зависимость инвестиционного спроса от текущего значения процентной ставки, формируемой на рынке денег; корректировка производственных планов в зависимости от запасов, уровня цен, формируемого на рынке благ, и от роста ставки заработной платы, воздействующей на состояние рынка труда.

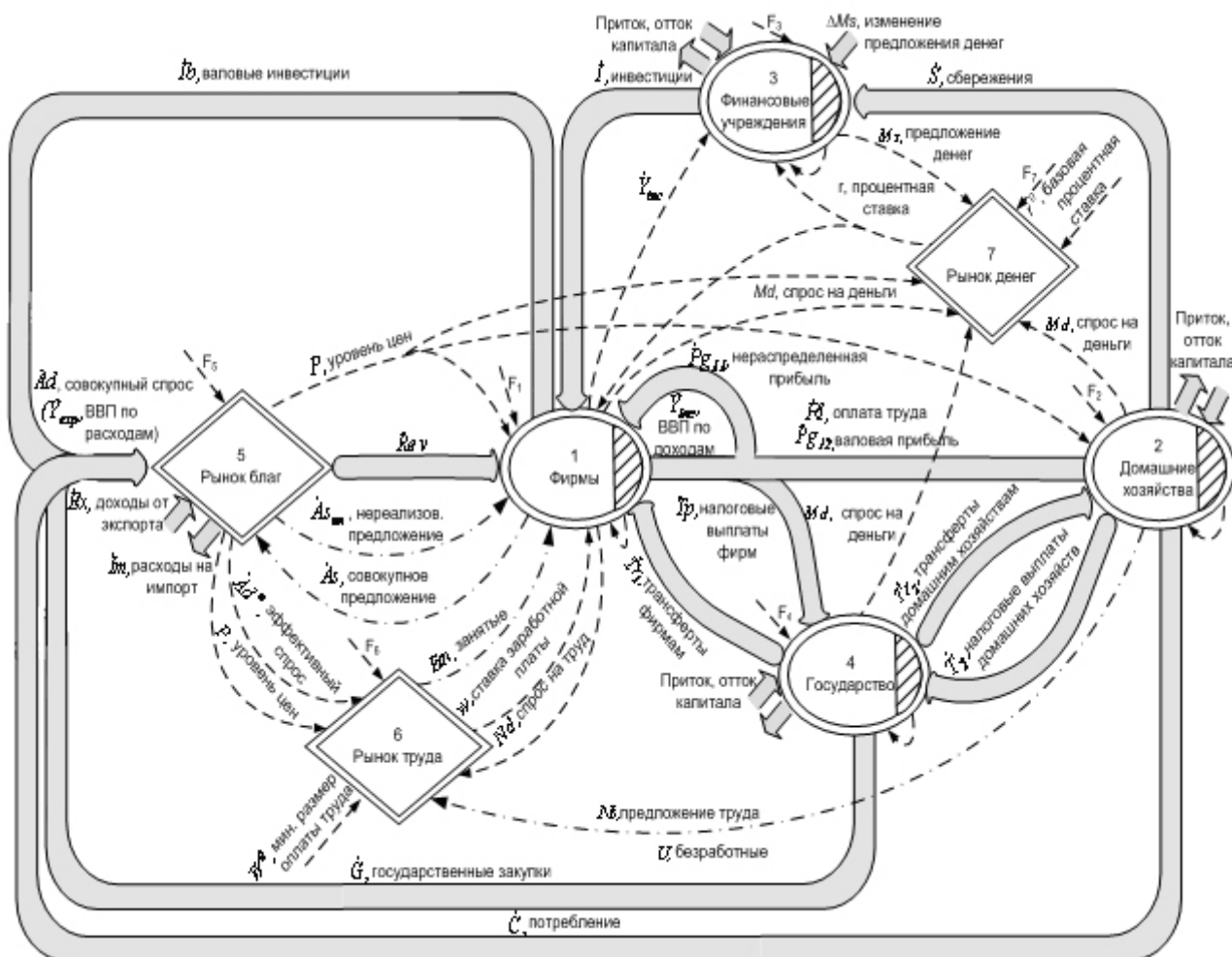


Рисунок 1 – Когнитивная модель функционирования макроэкономической системы в рыночных условиях

Модель А2 предназначена для описания функционирования сектора домохозяйств, которые с учетом своих доходов в виде заработной платы и части валовой прибыли формируют желаемые (планируемые) темпы потребления (потребительского спроса) и сбережений, а также требуемые темпы выплаты налогов. Особенности модели состоят: в корректировке потребительского спроса на основе информации о запасах, уровне цен; в корректировке фактических темпов потребления в ситуациях дефицита на рынке благ.

Модель А3 описывает функционирование финансовых учреждений, которые на основе полученных доходов в виде сбережений формируют расходы в виде инвестиций, передаваемых реальному сектору. Особенностью модели является учет влияния запасов, текущего дохода, а также текущей ставки процента при формировании спроса на инвестиции. Модель А4 описывает функцио-

нирование государственных учреждений, которые формируют доходы в виде налогов от реального сектора и домохозяйств и расходы в виде госзакупок и трансфертов. Корректировки плановых и фактических темпов расходов и доходов сектора выполняются в процессе принятия решений по реализации политики государственного регулирования экономики.

Модель А5 предназначена для описания динамических особенностей взаимообусловленного изменения совокупного спроса, совокупного предложения и уровня цен в макроэкономической системе. Модель позволяет: выявить тенденции движения МЭС на динамически неравновесных режимах, характерных для рынка благ, в зависимости от поведения секторов МЭС, от возмущающих и управляющих воздействий в области государственного регулирования; ограниченность регулирующих возможностей ценового механизма рынка благ, показать неспособность рыночного механизма компенсировать снижение темпа выпуска ВВП в неблагоприятных ситуациях, и, следовательно, подтвердить необходимость государственного регулирования экономики.

Модель А6 предназначена для описания динамических особенностей формирования спроса на труд, предложения труда, текущего уровня безработицы. Модель позволяет исследовать особенности взаимодействия рынка труда с рынком благ, в процессе которого регулируются производственные планы реального сектора и поведение домохозяйств в зависимости от изменений ставки заработной платы на динамически неравновесных режимах. Особенностью модели является отсутствие механизма саморегулирования, что приводит к состоянию квазиравновесия на рынке.

Модель А7 предназначена для описания динамики процесса функционирования рынка денег в системе макроэкономического кругооборота, которая позволяет: описать сущность и динамические особенности взаимосвязанного изменения спроса на деньги и процентной ставки; исследовать особенности взаимодействия рынка денег и рынка благ; характеризующие передаточный механизм денежно-кредитной политики, а также сформировать причинно-следственные цепочки реализации денежно-кредитной политики.

В третьей главе «Разработка интеллектуальных алгоритмов принятия решений при управлении макроэкономической системой с учетом рыночных регулирующих механизмов» определены особенности управления МЭС в неравновесных рыночных условиях; выполнено описание МЭС как сложного динамического объекта управления. Показано, что целью управления процессом функционирования МЭС является обеспечение плановых темпов выпуска ВВП, формирование совокупных расходов секторами МЭС при условии поддержания требуемых уровней инфляции и безработицы. На основе выделенных особенностей управления процессом функционирования МЭС сформированы множества управляющих, управляемых координат и внешних воздействий. Множество управляющих координат представлено кортежем векторов, относящихся к мерам фискальной и монетарной политик, а также политики занятости.

Разработана функциональная схема системы управления процессом функционирования МЭС в неравновесных рыночных условиях (рисунок 2). Структура системы управления является трехуровневой. Первый уровень

управления сдержит контуры управления расходами ресурсов секторов экономики, построенные на основе принципа обратной связи. Второй уровень управления включает контуры управления, построенные на основе принципа адаптации и предназначенные для корректировки плановых темпов расхода ресурсов секторами МЭС на основе информации о состоянии макроэкономических рынков и объемах накопленных запасов. Третий уровень управления построен на основе принципа ситуационного управления и решает задачи многопараметрического анализа макроэкономических ситуаций на динамически неравновесных режимах функционирования МЭС с помощью нейросетевых технологий и обеспечения поддержки исследователя в процессе принятия решений.

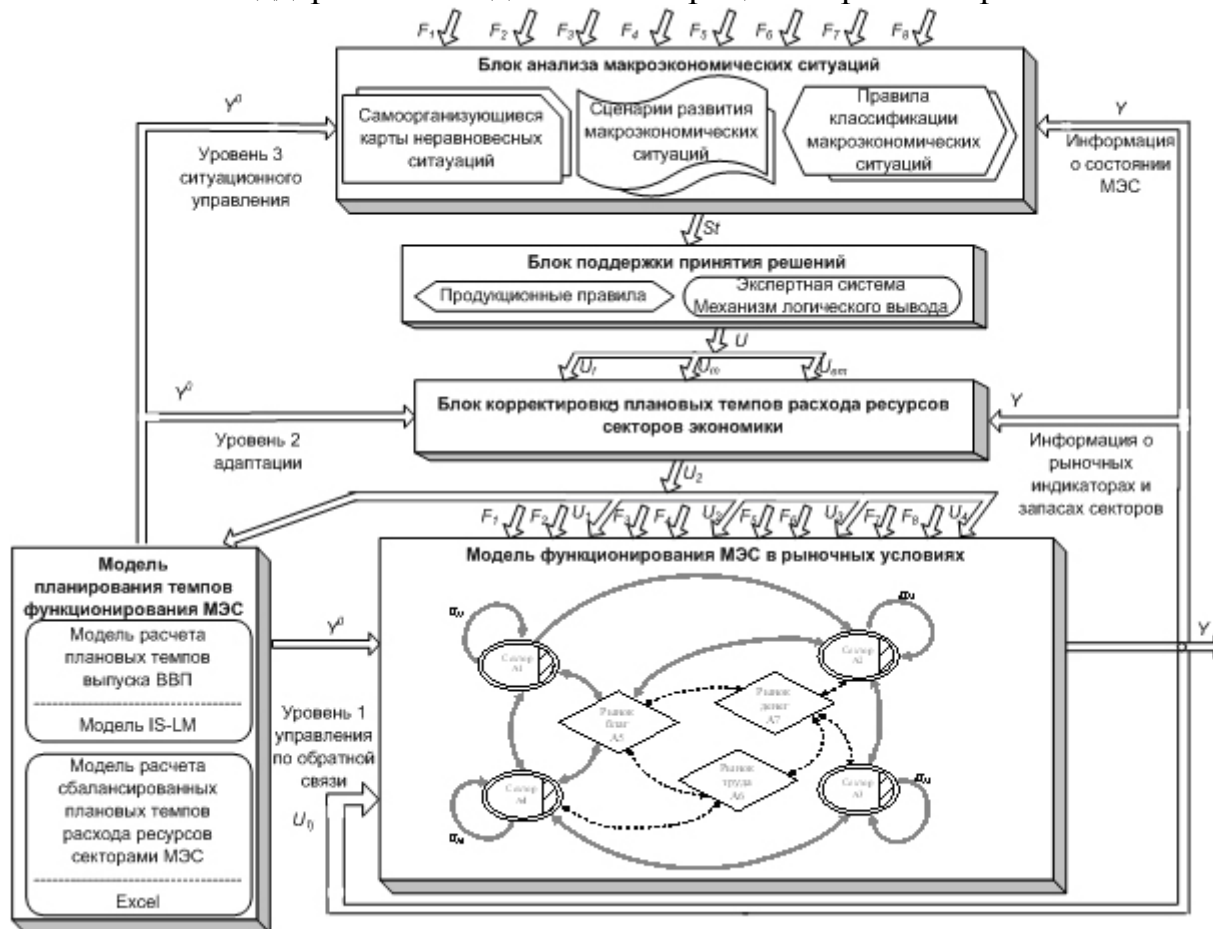


Рисунок 2 – Функциональная схема системы управления процессом функционирования МЭС в неравновесных рыночных условиях

Разработана обобщенная схема процедуры формирования алгоритмов принятия решения по управлению процессом функционирования МЭС в рыночных условиях, которая включает в себя следующие шаги.

На шаге 1 предварительно составляется множество признаков, которые должны участвовать в интеллектуальном анализе экспериментальных данных, полученных при проведении имитационных экспериментов. На шаге 2 выполняется структурирование множества классификационных признаков, результатом которого является дерево признаков, корневой вершиной которого является переменная - класс макроэкономической ситуации, промежуточными вершинами и листьями – переменные, характеризующие состояние подсистем МЭС. На

шаге 3 при анализе построенного дерева признаков определяется количество групп признаков, которые и определяют количество нейронных сетей (НС), необходимых для классификации макроэкономических ситуаций.

Шаги 4, 5, 6 повторяются в цикле для каждой НС Кохонена. На *шаге 4* составляется план проведения имитационных экспериментов, определяется последовательность формирования возмущающих воздействий. На *шаге 5* определяется множество моментов времени, в которые производится запись значений векторов возмущающих, управляющих и управляемых координат из рабочей области *Matlab* в базу экспериментальных данных (БЭД).

Шаг 6 предназначен для построения самоорганизующихся карт (СОК) для динамических неравновесных и равновесных ситуаций, а также для проведения их анализа. На шаге 6.1 проводятся серии имитационных экспериментов, и заполняется БЭД. На шаге 6.2 на основе заполненной БЭД эксперт составляет обучающую выборку для НС. На шаге 6.3 определяется предварительно состав признаков, участвующих в обучении, при этом исключаются признаки, не обладающие дискриминантной силой. В результате шага 6.3 задается структура НС Кохонена. На шаге 6.4 выполняется обучение НС Кохонена и построение СОК. На шаге 6.5 проводится анализ построенных самоорганизующихся карт. По результатам анализа СОК могут быть изменены состав признаков и количество кластеров, что требует возврата на шаг 6.4 и повторного обучения НС и построения СОК. На шаге 6.6 выполняется формулирование правил кластеризации ситуаций. Для кластеров карт нижнего уровня декомпозиции макроэкономических ситуаций в динамике выполняются последовательно два шага: шаг 6.7 – выявление причин неблагоприятных ситуаций путем привлечения для анализа дополнительных признаков, не участвующих в обучении; и шаг 6.8 – формирование правил принятия решений с участием признаков, также не присутствующих в обучающей выборке и характеризующих ресурсный потенциал (запасы) секторов экономики. На шаге 6.9 выполняется построение типовых сценариев как цепочек переходов между кластерами динамически неравновесных и равновесных ситуаций.

Шаг 7 предполагает проведение нового имитационного эксперимента и классификацию текущих макроэкономических ситуаций в требуемые моменты времени в режиме принятия решений.

На *шаге 8* определяются рекомендуемые решения и корректируются на их основе значения управляющих воздействий, что позволяет преобразовать неблагоприятные тенденции движения МЭС в тенденции движения к областям благоприятных ситуаций.

В работе представлены две нейронные сети Кохонена для анализа макроэкономических ситуаций в динамике. Первая нейронная сеть Кохонена позволяет выполнить классификацию макроэкономических ситуаций на основе обобщенной информации о состоянии МЭС с учетом характера неравновесия на рынке благ, интегрирующего все основные финансовые потоки МЭС. Вторая нейронная сеть Кохонена предназначена для дополнительной кластеризации неравновесных ситуаций рецессии, обусловленных снижением различных компонентов совокупного спроса, которые формируются секторами МЭС и зависят

от их расходов, доходов, состояний рынков и накопленных запасов. Построены самоорганизующиеся карты, на основе анализа которых сформулированы правила классификации и принятия решений при реализации мер финансовой и денежно-кредитной политик на динамически неравновесных режимах функционирования МЭС. На самоорганизующихся картах выполнено построение неуправляемых и управляемых сценариев поведения МЭС в виде цепочек переходов во времени между кластерами неравновесных ситуаций.

В четвертой главе «Системные исследования эффективности управления макроэкономической системой с учетом рыночных механизмов» разрабатывается программное обеспечение автоматизированной системы имитационного моделирования и интеллектуального управления (АСИМИУ), которая предназначена для использования в качестве аналитического инструментария при формировании решений по управлению функционированием МЭС в неравновесных рыночных условиях и содержит три компонента: имитационного моделирования, информационно-аналитический и интеллектуального управления.

Компонент имитационного моделирования АСИМИУ включает динамические модели функционирования МЭС в рыночных условиях, которые разработаны в среде визуально-ориентированного блочного программирования *Simulink* приложения *Matlab*; а также программные модули загрузки модели и задания исходных данных и запуска имитационного моделирования, реализованные на языке *Matlab* в виде *m-файлов*.

Информационно-аналитический компонент включает программные модули: статического расчета, визуального мониторинга результатов моделирования подготовки экспериментальных данных, информационного мониторинга результатов моделирования, расчета сбалансированных темпов потоков, реализованные на языке *Matlab* в виде *m-файлов* и в среде *MS Excel*.

Компонент интеллектуального управления основывается на нейросетевых технологиях анализа экспериментальных данных и предполагает построение НС Кохонена с помощью аналитической платформы *Deductor Studio*.

Разработаны объектно-ориентированные модели работы с АСИМИУ с использованием программного продукта *Rational Rose*; разработано программное обеспечение (ПО) АСИМИУ процессом функционирования МЭС в неравновесных рыночных условиях.

Проведены экспериментальные исследования с целью изучения динамических характеристик процесса функционирования МЭС в рыночных условиях при различных возмущающих и управляющих воздействиях по различным сценариям. Результаты экспериментальных исследований эффективности управления процессом функционирования МЭС в рыночных условиях показали, что принимаемые решения позволяют обеспечить переход от неблагоприятных, динамически неравновесных рыночных ситуаций к более благоприятным ситуациям, соответствующим прежнему или новому уровню темпа выпуска ВВП. Исследованные сценарии продемонстрировали возможность эффективного управления процессом функционирования МЭС в рыночных условиях за счет проведения налогово-бюджетной и кредитно-денежной политик, реализуемых в рамках государственного регулирования макроэкономической системы. При

этом показано, что эффективность управления процессом функционирования МЭС в рыночных условиях зависит не только от направления корректировок управляющих координат и их значений, но и от времени принятия решений и их последовательности. Кроме того, показано, что своевременность и правильно выбранная последовательность принимаемых решений во времени позволяет обеспечить достижение более высоких темпов выпуска ВВП для всей макроэкономической системы в целом.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

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

1. Предложена концепция исследования, системного моделирования и управления процессом функционирования МЭС в рыночных условиях, которая основана на интеграции системного, динамического, когнитивного, сценарного подходов, применение которых позволяет: во-первых, последовательно выполнить различные способы декомпозиции МЭС вначале – путем выделения концептов в виде макроэкономических агентов и макроэкономических рынков и построения когнитивной модели МЭС с замкнутыми по финансовым потокам контурами и информационными регулирующими связями; а затем – путем выделения функциональных процессов для секторов МЭС и построения функциональной схемы и динамических моделей МЭС; во-вторых, сформулировать и исследовать особенности динамически неравновесных режимов протекания управляемых процессов функционирования МЭС с учетом запасов и рыночных механизмов регулирования в условиях неопределенности; в-третьих, проводить анализ динамики функционирования МЭС с помощью взаимосвязанного изменения во времени темпов потоков, объемов запасов, рыночных индикаторов и управляющих воздействий с учетом времени принятия решений.

2. Разработана когнитивная модель функционирования МЭС с учетом рынков благ, труда и денег, которая позволяет: во-первых, определить роль рынка благ, которая состоит в аккумулировании финансовых потоков потребления и накопления, а также в формировании уровня цен как информационного фактора, регулирующего процесс обмена благ и денег на динамически неравновесных режимах; во-вторых, определить роль рынка труда, находящегося в зависимости от рынка благ положении, которая состоит в формировании информационных показателей уровня безработицы и заработной платы, характеризующих социальное благополучие МЭС и регулирующих планы поведения реального сектора и сектора домохозяйств на неравновесных режимах; в-третьих, определить роль рынка денег, тесно взаимодействующего с рынком благ, которая состоит в формировании ставки процента как информационного регулирующего фактора, воздействующего на инвестиционный спрос как самый динамичный компонент совокупного спроса; в-четвертых, выявить неспособность регулирующего воздействия рыночного механизма противодействовать несправедливому перераспределению запасов между агентами и обосновать необходимость государственного регулирования экономики.

Разработана динамическая модель функционирования рынка благ, которая позволяет: описать сущность и динамические особенности взаимообусловленного изменения совокупного спроса, совокупного предложения и уровня цен в макроэкономической системе; определить зависимость тенденций движения МЭС на динамически неравновесных режимах от поведения секторов МЭС, возмущающих воздействий и управляющих воздействий в области государственного регулирования; выявить ограниченность регулирующих возможностей ценового механизма рынка благ, неспособность его компенсировать снижение темпа выпуска ВВП.

Разработана динамическая модель функционирования рынка труда, которая позволяет: описать сущность и динамические особенности изменения спроса на труд, предложения труда и ставки заработной платы, установления состояния квазиравновесия; определить особенности взаимодействия рынка труда с рынком благ, согласно которым регулируются планы поведения как реального сектора, так и сектора домохозяйств на динамически неравновесных режимах.

Разработана динамическая модель функционирования рынка денег в системе макроэкономического кругооборота, которая позволяет: описать сущность и динамические особенности взаимосвязанного изменения спроса на деньги и процентной ставки; исследовать особенности взаимодействия рынка денег и рынка благ; а также сформировать причинно-следственные цепочки механизма реализации денежно-кредитной политики.

3. Разработана структура модели автоматизированной системы управления МЭС с учетом рыночных механизмов, которая включает три уровня управления. Первый уровень содержит контуры управления расходами ресурсов секторов экономики, построенные на основе принципа обратной связи. Второй уровень включает контуры управления, построенные на основе принципа адаптации и предназначенные для корректировки плановых темпов расхода ресурсов секторами МЭС на основе информации о состоянии макроэкономических рынков и объемах запасов. Третий уровень построен на основе принципа ситуационного управления и решает задачи многопараметрического анализа макроэкономических ситуаций и формирования правил принятия решений на неравновесных режимах функционирования МЭС с помощью нейросетевых технологий. Предложена процедура поддержки принятия решений при управлении МЭС с учетом рыночных механизмов регулирования, разработаны нейронные сети Кохонена для анализа макроэкономических ситуаций в динамике и самоорганизующиеся карты, на основе анализа которых сформулированы правила классификации и принятия решений при реализации мер финансовой и денежно-кредитной политики на неравновесных режимах функционирования МЭС.

4. Разработано программное обеспечение автоматизированной системы имитационного моделирования и интеллектуального управления, которое реализует предложенные концепцию, модели и интеллектуальные алгоритмы управления, а также позволяет обеспечить информационную и интеллектуальную поддержку при моделировании различных сценариев управления процессом функционирования МЭС в рыночных условиях и анализе процессов управления на основе разработанных алгоритмов.

Проведены экспериментальные исследования эффективности предлагаемых интеллектуальных алгоритмов поддержки принятия решений по управлению процессом функционирования МЭС в неравновесных рыночных условиях по различным сценариям в соответствии с предложенной методикой проведения системных исследований на основе разработанных моделей и алгоритмов управления. Результаты экспериментальных исследований эффективности управления процессом функционирования МЭС в рыночных условиях показали, что принимаемые решения позволяют обеспечить переход от неблагоприятных, динамически неравновесных рыночных ситуаций к более благоприятным ситуациям, соответствующим прежнему или новому уровню темпа выпуска ВВП, при этом обеспечивается увеличение темпа выпуска ВВП в 1,09-1,14 раза.

Исследованные пессимистические сценарии продемонстрировали возможность эффективного управления процессом функционирования МЭС в рыночных условиях за счет проведения налогово-бюджетной и кредитно-денежной политик, реализуемых в рамках государственного регулирования макроэкономической системы, при этом показано, что эффективность управления процессом функционирования МЭС в рыночных условиях зависит не только от направления корректировок управляющих координат и их значений, но и от времени принятия решений и их правильно выбранной последовательности.

Разработанные модели, алгоритмы и ПО АСИМИУ функционированием МЭС в неравновесных рыночных условиях могут быть использованы: в качестве аналитического инструментария при исследовании макроэкономических проблем, возникающих при управлении экономической системой; в качестве обучающей системы для подготовки специалистов в области макроэкономического анализа и прогнозирования; а также в качестве исследовательской системы, позволяющей решать задачи анализа, синтеза, исследования динамики поведения макроэкономических систем как сложных социально-экономических систем.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ

В рецензируемых журналах из списка ВАК

1. Интеллектуальная информационная система поддержки процедур управления воспроизводственным процессом / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова // Программные продукты и системы. 2010. № 1. С. 88–90.

2. Информационно-потокное моделирование неравновесных процессов функционирования макроэкономического рынка благ / Б. Г. Ильясов, И. В. Дегтярева, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова // Вестник УГАТУ. 2010. Т. 14, № 1. С. 164–73.

3. Регулирование неравновесных процессов макроэкономического кругооборота финансовых потоков / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. № 1. С. 120–128.

В других изданиях

4. Моделирование динамики поведения домашних хозяйств в макроэкономическом кругообороте финансовых потоков / Б. Г. Ильясов, Е. А. Ма-

карова, А. Н. Павлова // Компьютерные науки и информационные технологии: труды 11-й международной конференции. Уфа : УГАТУ, 2009. Т. III. С. 106–109. (статья на англ. яз.).

5. Динамическая модель формирования уровня цен в неравновесных условиях рынка благ / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Э. Р. Габдуллина, А. Н. Павлова // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: XI Международ. конф. Самара : Самарск. науч. центр РАН, 2009. С. 203–211.

6. 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 : Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. С. 339–341.

7. Формирование цены труда и уровня безработицы в динамической модели функционирования и развития макроэкономической системы // Системный анализ в проектировании и управлении : сб. науч. тр. XIII Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. Ч. 1. С. 383–389.

8. Информационная система поддержки процедур когнитивного анализа ситуаций в экономике / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова, И. С. Сафина // Труды Международной научно-практической мультikonференции «Управление большими системами» (УБС'2009), VIII Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» (CASC-2009). М. : ИПУ им. В. А. Трапезникова РАН. 2009. С. 144–147.

9. Принципы системного моделирования поведения макроэкономических агентов / Б. Г. Ильясов, Т. А. Карташева, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова // Труды Международной научно-практической мультikonференции «Управление большими системами» (УБС'2009), Труды международной научно-практической конференции «Теория активных систем» (ТАС-2009). М. : ИПУ РАН, 2009. Т. II. С. 101–104.

10. Моделирование влияния ценового регулирующего механизма на формирование финансовых потоков в макроэкономической системе / Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова // Компьютерные науки и информационные технологии: труды 11-й международной конференции. Уфа : УГАТУ, 2010. Т. I. С. 220–225. (статья на англ. яз.).

11. Моделирование влияния неравновесных условий рынка труда на динамику макроэкономического кругооборота / Б. Г. Ильясов, И. В. Дегтярева, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : тр. XII Междунар. конф. Самара : Самарск. науч. центр РАН, 2010. С. 176–186.

12. Исследование динамики макроэкономического кругооборота с учетом взаимосвязанного функционирования рынков благ, труда и денег / 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.

ПАВЛОВА Анастасия Николаевна

УПРАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ
МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
В НЕРАВНОВЕСНЫХ РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ
НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
И НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных
и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано к печати 22.11.2010. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman Cyr.
Усл. печ. л. 1, 0. Усл. кр.-отг. 1,0. Уч.–изд. л.1,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 475.

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