

На правах рукописи

Хохлов Владимир Владимирович

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЛОРАТОРНОГО ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА
МНОГОМЕРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Специальность 08.00.13 –
Математические и инструментальные методы экономики

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
доктора экономических наук

Севастополь – 2015

Работа выполнена на кафедре «Финансы и кредит» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Севастопольский государственный университет»

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы исследования

Мировая экономика в настоящий момент стоит перед лицом очень серьезных вызовов. Мировой экономический и финансовый кризис затянулся до такой степени, что создается впечатление его непреодолимости. Стагнация становится будничным явлением не только для экономик стран с неустойчивым характером развития, но и для государств, чье экономическое доминирование до недавних пор не вызывало сомнений. Глобальный кризис, начавшийся несколько лет тому назад, готов вспыхнуть с новой силой, и этому, во многом, способствует отсутствие четких научных представлений о механизмах его зарождения, развития и, главное, преодоления.

Экономическая система должна неуклонно развиваться для приумножения воспроизводимых ею благ, не только для удовлетворения возрастающих нужд потребителей продуктов системы, но и для того, чтобы самой находиться в нормальном состоянии. Однако определить направление развития, выработать управляющие воздействия для корректировки движения системы невозможно без предвидения траектории ее пути. Значимость научного прогнозирования многократно возрастает для выработки мер как преодоления самого кризиса, так и его последствий.

Исследование экономической системы невозможно без объективной регистрации величин, характеризующих ее динамику. Полная информация о сложном экономическом объекте может находиться исключительно в массивах статистических данных для разных моментов времени большого числа показателей. Эти массивы представляют собой многомерные временные ряды, для которых характерным является наличие двух видов корреляции. Первый вид – корреляция между переменными, второй – зависимость значения отдельной переменной в текущий момент времени от ее величины в предшествующие моменты времени, т.е. авторегрессионная зависимость.

Все существующие к настоящему моменту времени методы исследования многомерных временных рядов в недостаточной мере учитывают наличие этих видов зависимостей, что с неизбежностью сказывается на качестве анализа и прогнозирования.

Актуальность и практическая значимость создания методологии, а также инструментария анализа и прогнозирования динамики многомерных временных рядов обусловили выбор темы исследования.

Целью исследования является разработка теоретико-методологических положений и математического инструментария прогнозирования динамики экономических систем на основе моделей и методов эксплораторного факторного анализа многомерных временных рядов, а также применение этого инструмента к изучению особенностей динамики экономических систем с целью повышения точности прогнозирования

Задачи исследования. Для достижения цели в диссертации поставлены и решены следующие задачи:

- 1) проанализировать современные тенденции развития экономической теории, экономического анализа и проблем управления экономическими системами для обоснования необходимости прогнозирования динамики экономических систем на основе многомерных временных рядов показателей их деятельности;
- 2) разработать концепцию эксплораторного факторного анализа развития экономических систем, на основе которой создать модель многомерного временного ряда, учитывающего как авторегрессионные зависимости между наблюдениями в разные моменты времени, так и корреляционные связи между переменными;
- 3) получить научно обоснованные оценки значений общностей;
- 4) выработать подход, позволяющий добиться однозначного факторного решения и найти максимально правдоподобные оценки факторных нагрузок ортогонального факторного решения;
- 5) определить процедуру получения ортонормированных значений эксплораторных факторов;
- 6) исследовать свойства всех элементов факторной модели многомерного временного ряда;
- 7) разыскать оценки матрицы переходов – основного параметра уравнения динамики эксплораторного факторов;
- 8) создать модель авторегрессии эксплораторных факторов произвольного порядка и оценить ее параметры;
- 9) создать процедуру получения прогноза многомерного временного ряда;
- 10) на основе эксплораторного факторного анализа построить меру риска экономической системы в целом;
- 11) получить оценки параметров системы симультантных уравнений с коррелируемыми экзогенными переменными;
- 12) посредством эксплораторной факторной модели проанализировать состояние экономической системы Украины;
- 13) составить прогноз стохастических факторов и макроэкономических показателей экономической системы страны;
- 14) построить модель симультантных уравнений экономической системы Украины и определить основные показатели ее поступательного развития.

Объект исследования – динамика социально-экономических систем.

Предмет исследования – социально-экономические процессы и явления, протекающие в экономических системах, описывающихся многомерными временными рядами.

Область исследования. Работа выполнена со следующими пунктами паспорта специальности 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы экономики»:

1. Математические методы.

1.1. Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной ста-

тики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании.

1.2. Теория и методология экономико-математического моделирования, исследование его возможностей и диапазонов применения: теоретические и методологические вопросы отображения социально-экономических процессов и систем в виде математических, информационных и компьютерных моделей.

1.3. Разработка и исследование макромоделей экономической динамики в условиях равновесия и неравновесия, конкурентной экономики, монополии, олигополии, сочетания различных форм собственности.

1.9. Разработка и развитие математических методов и моделей анализа и прогнозирования развития социально-экономических процессов общественной жизни: демографических процессов, рынка труда и занятости населения, качества жизни населения и др.

Методология исследования базируется на фундаментальных основах теории экономического анализа, системного анализа, теории управления, экономической кибернетики, современных концепциях анализа и прогнозирования развития экономических систем, методах экономико-математического моделирования, теории вероятностей, математической статистики, эксплораторного и комбинаторного факторного анализа, теории множественной регрессии, теории цепей Маркова, моделях и методах анализа временных рядов, теории фильтра Калмана.

Теоретическую и методологическую основу исследования динамики социально-экономических систем, описываемых многомерными временными рядами, заложили труды зарубежных ученых Т. Андерсона, П.М. Бентлера, П. Двайера, Дж. Бокса, П. Бикела, Д. Бриллиндера, М. Кендела, Д. Лоули, Р.П. Макдональда, А. Максвела, К.Д. Льюиса, Р.К. Мертсона, К. Пирсона, С. Спирмана, Л. Турстоуна, Г. Хармана, Э. Хеннана, Г. Хоттелинга; российских ученых: С.А. Айвазяна, Л.Е. Басовского, Т.А. Дубовой, И.В. Зубова, Н.Д. Кондратьева, А.Н. Колмогорова, И.Д. Мандель; украинских ученых В.М. Гейца, В.М. Глушкова, Т.С. Клебановой, В.В. Витлинского, М.И. Скрипниченко, Л.Н. Сергеевой, В.А. Точилина, А.И. Черняка и других.

Информационной базой исследования являются данные официальной статистики, рыночной статистики и расчёты на основе моделирования. Используется также информация, опубликованная в открытых источниках органами власти, консалтинговыми компаниями, а также информация, выложенная на различных сайтах интернета.

Степень обоснованности научных положений и достоверности результатов исследования. Достоверность и обоснованность научных результатов исследования определяется использованием современных экономико-математических методов, методов системного анализа, моделирования сложных систем, математическими доказательствами сформулированных положений, а также обоснованностью выбора информационных источников, со-

ответствием результатов расчетов реальным данным, обсуждением полученных результатов на многочисленных международных, украинских, региональных научных и научно-практических конференциях.

Научная и теоретическая новизна

1. Разработана и обоснована концепция эксплораторного факторного анализа развития экономических систем, на основе которой создана система моделей и методов анализа экономических процессов и прогнозирования их динамики.

2. Создана модель многомерного временного ряда, учитывающего как авторегрессионные зависимости между наблюдениями в разные моменты времени, так и корреляционные связи между переменными многомерного временного ряда.

3. Получены оценки параметров модели многомерного временного ряда, а именно: оценки значений общности между каждой отдельной переменной и совокупности других переменных многомерного временного ряда, описывающих состояние экономической системы; максимально правдоподобные оценки нагрузок эксплораторных факторов, которые воспроизводят матрицу корреляций между переменными многомерного временного ряда; создана процедура, позволяющая получить ортонормированные значения эксплораторных факторов, и найдены такие оценки; найдена оценка матрицы переходов вектора эксплораторных факторов от одного момента времени к другому.

4. Создана модель авторегрессии эксплораторных факторов произвольного порядка и найдены оценки ее параметров, и получен прогноз значений эксплораторных факторов, определяющих динамику экономической системы.

5. Создан метод факторизации системы симультантных уравнений и получены оценки ее параметров в случае коррелируемости экзогенных переменных, и доказана несмещенность и эффективность этих оценок; разработана метода конструирования системы симультантных уравнений и предложены методы анализа состояний экономических систем посредством приведенной формы системы симультантных уравнений.

6. Разработан новый подход к анализу уровня системного экономического риска и предложена оценка меры риска по отношению ко всей экономической системе на основе эксплораторного факторного анализа.

7. Выявлены эксплораторные факторы, обуславливающие динамику социально-экономической системы. Составлена система симультантных уравнений основных макроэкономических показателей Украины и проведен анализ её состояний посредством приведенной формы системы симультантных уравнений.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

1) Концепция эксплораторного факторного анализа развития экономических систем, которая позволяет создать систему моделей и методов анализа экономических процессов и прогнозирования их динамики.

2) Модель многомерного временного ряда, учитывающего как авторегрессионные зависимости между наблюдениями в разные моменты времени, так и корреляционные связи между переменными многомерного временного ряда.

3) Научно-методический аппарат оценки параметров уравнения зависимости переменных от эксплораторных факторов: общности и факторных нагрузок.

4) Научно-методический аппарат оценки параметров уравнения переходов: матрицы переходов и значений эксплораторных факторов.

5) Модель авторегрессии эксплораторных факторов произвольного порядка, процедура оценивания параметров модели и получения прогноза значений эксплораторных факторов.

6) Подход к анализу уровня системного экономического риска и оценка меры риска по отношению ко всей экономической системе на основе эксплораторного факторного анализа.

7) Результаты анализа моделей прогноза динамики экономической системы с использованием эксплораторного факторного анализа многомерных временных рядов; а также результаты анализа состояний экономики с помощью системы симультанных уравнений.

Практическая значимость состоит в создании методологии и инструментария анализа и прогнозирования многомерных временных рядов. Разработанный экономико-математический инструментарий может быть использован для прогнозирования совокупности макроэкономических показателей, оценки и прогнозирования системного риска не только на общегосударственном уровне, но на любом региональном уровне, выявления «узких» мест в развитии экономики региона и выработки рекомендаций для улучшения экономической ситуации. В частности, предложенная концепция была использована для анализа и прогноза основных показателей социально-экономического развития Ленинского района в г. Севастополе (справка Ленинской районной государственной администрации г. Севастополь № 1348/39-2.04 от 12.04.2013). Причем использование инструментария прогноза показателей и его анализ позволил занять Ленинскому району первое место в г. Севастополь за 2012 г. по результатам мониторинга показателей, утвержденных Кабинетом Министров Украины. Разработанная концепция анализа и прогнозирования многомерных временных рядов была использована и в Нахимовском районе г. Севастополь (справка Нахимовской районной государственной администрации г. Севастополь № 1385/31-13 от 18.04.2013).

Разработанные модели позволяют оценить риск инвестиций и повысить надежность принятия управленческих решений в сфере инвестирования, а также повысить качество разработки инвестиционных проектов (справка Крымского регионального центра по инвестициям и развитию Государственного агентства по инвестициям и управлению национальными проектами

Украины № 17/ап-1 от 15.04.2013, справка Неприбыльной организации «Агентство регионального развития» № 11-4/вн. От 11.04.2013).

Научные результаты, теоретические положения и выводы были использованы при выполнении бюджетных научно-исследовательских работ в Севастопольском национальном техническом университете – «Моделирование финансового механизма для обеспечения интенсивного и сбалансированного роста в Украине» (номер государственной регистрации 0100U005188), «Финансовый механизм стимулирования устойчивого и сбалансированного экономического роста в Украине» (номер государственной регистрации 0102U005170), «Архитектоника финансового механизма обеспечения и регулирования устойчивого и сбалансированного экономического роста в Украине» (номер государственной регистрации 0110U002177).

Разработанные результаты исследований используются при преподавании ряда дисциплин кафедры Финансы и кредит Севастопольского государственного университета, а также могут использоваться при обучении студентов вузов экономических и математических специальностей.

Апробация результатов исследования

Основные положения и результаты исследований по теме докторской диссертации докладывались и обговаривались на следующих конференциях:

Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы моделирования социально-экономических систем», Харьков, 2013 г., 2012 г., 2011 г., 2010 г., 2009 г. Международная научно-методическая конференция «Прогнозирование социально-экономических процессов» (ПСЕП), Бердянськ, 2012 г., 2010 г. Всеукраинская научно-практическая конференция «Методы и модели финансового обеспечения устойчивого экономического развития», Севастополь, 2013 г., 2012 г. XVI Всеукраинская научно-методическая конференция «Проблемы экономической кибернетики», Одесса, 2011 г. II Міжнародна науково-методична конференція «Моделювання економіки: проблемі, тенденції, досвід», Тернопіль, 2011 р. Всеукраинская научно-практическая конференция «Методы финансового обеспечения устойчивого экономического развития», Севастополь, 2011 г., 2010 г. IV Международная школа-симпозиум «Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем» (АМУР-2010), Севастополь, 2010 г. Всеукраинская научно-практическая конференция «Методы финансового обеспечения устойчивого экономического развития», Севастополь, 2009 г. Научная конференция с международным участием «Становление современной экономики: научно-практические аспекты», Севастополь, 2008 г. Научно-практическая конференция с международным участием «Познание, образование, творчество: философские, методологические, социальные, экономические, правовые, психолого-педагогические и гуманитарные аспекты», Севастополь, 2007 г. Всеукраинская научно-методическая конференция «Современные аспекты финансового управления экономическими процессами», Севастополь, 2007 г. III международная научно-теоретическая конференция «Актуальные проблемы экономического и социального развития производ-

ственной сферы», Донецк, 2006 г. Всеукраинская научно-методическая конференция «Современные аспекты финансового управления экономическими процессами», Севастополь, 2006 г., 2005 г., 2004 г., 2003 г. Международная научно-практическая конференция «Проблемы становления рыночной экономики: информационное и финансовое обеспечение деятельности предпринимательских структур», Севастополь, 2000 г., 1998 г. Вторая Всесоюзная конференция «Перспективные методы планирования и анализа экспериментов при исследовании случайных полей и процессов», Москва, 1985 г.

Публикации. Научные и практические результаты работы отражены в 55 опубликованных научных трудах, в том числе 5 монографий (2 – единичные), 23 статьи в рецензируемых журналах и изданиях, включенных в перечень ВАК Украины, которые, согласно постановлению Правительства РФ от 30.07.2014 № 723 (п.10), приравнены к рецензируемым журналам и изданиям перечня ВАК РФ; 4 учебных пособия. Общий объем публикаций составляет 116,43 печ. листа, из которых лично автору принадлежит 63,62 печ. листа.

Личный вклад автора состоит в единоличном выполненном научном исследовании, которое отображает авторский подход к решению проблемы математически обоснованного анализа и прогнозирования динамики экономических систем и базируется на инструментарии эксплораторного факторного анализа многомерных временных рядов. Все научные результаты, изложенные в диссертации, получены автором самостоятельно, из научных работ, выполненных в соавторстве, использовано только те материалы, которые являются результатом личной работы автора.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести разделов, заключения, списка использованных источников, приложений. Диссертация изложена на 380 страницах машинописного текста, содержит 30 рисунков, 25 таблиц. Список литературы включает 399 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирован объект темы, предмет, цель и задачи исследования, указана новизна и практическая ценность работы. Также приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробация и внедрение результатов диссертационной работы, публикации. Указана связь работы с научными программами и темами.

В первой главе «Концепция эксплораторного факторного анализа развития экономических систем» отмечено, что исследование развития экономических систем тесно связано с его прогнозированием, которые являются двумя сторонами познания сути происходящих экономических процессов и явлений. Исследование позволяет вскрыть механизм функционирования экономической системы, на основании которого может быть построен прогностический инструмент. С другой стороны, научное предвидение тече-

ния экономического процесса позволяет глубже заглянуть в его существо, что служит целям анализа динамики систем и прогнозирования их состояний.

В разделе рассмотрено существо понятий «исследование научное», «анализ экономический», «прогноз», «прогнозирование экономики», «система», «экономический процесс», «экономическая система», их значением в современной экономической теории, определено место и значение заданий прогнозирования состояний и динамики экономических систем в анализе и управлении современной экономикой.

Экономическая система может быть определена как совокупность всех экономических процессов, совершающихся в обществе на основе сложившихся в нем отношений собственности и хозяйственного механизма. В любой экономической системе первичную роль играет производство в совокупности с распределением, обменом и потреблением. Характерной чертой любой экономической системы является ее развитие, происходящее вследствие, как внутренних механизмов самоорганизации, так и внешних воздействий окружающей среды, к которой причисляются другие экономические системы и социум. С течением времени меняется состояние системы и характер ее поведения, что чаще всего может быть представлено в виде временного ряда наблюдений или регистраций значений экономических показателей. Это то, что объединяет экономические системы. В то же время в экономических системах есть также элементы, которые отличают их друг от друга, к которым можно отнести: социально-экономические отношения; организационно-правовые формы хозяйственной деятельности; хозяйственный механизм; система стимулов и мотиваций участников; экономические связи между предприятиями и организациями. Все это должно быть отражено при построении модели экономической системы в такой степени, чтобы она отображала наиболее существенные характеристики, но в то же время не была перегружена. Достичь это можно с помощью адекватных методологических подходов к исследованию сверхсложных систем.

Целью методологии прогнозирования является разработка и обоснование программы действий органов управления по формированию и поддержанию действенного хозяйственного механизма в экономической системе, стимулирование воспроизводственной и инновационной деятельности экономических субъектов – элементов экономической системы. В работе сформулированы основные методологические позиции процедуры прогнозирования динамики экономической системы, и отмечено, что в настоящий момент существует большое число различных методов и моделей анализа и прогнозирования экономических систем. Однако ни один из этих методов в полной мере не отвечает сформулированным принципам методологии прогнозирования. Поэтому создание метода в большей степени удовлетворяющего этой методологии является актуальным.

В разделе проанализирована структура и динамика временных рядов экономической информации. Структура временного ряда состоит из двух элементов Первый – это период времени, в течение которого формировался

итог переменной величины (экономического показателя), или в конце которого измерили переменную величину. Второй – само значение переменной величины, называемое уровнем ряда, а именно, ее итог или моментная величина. Динамика временного ряда может характеризоваться тремя основными тенденциями, а именно, трендом, циклическими и сезонными колебаниями, при этом последние две называются периодическими составляющими. При этом сами временные ряды подразделяются на одномерные и многомерные ряды, между которыми существуют существенные различия. А именно, структура многомерного ряда является намного более сложной, чем у одномерного ряда. Во-первых, каждая компонента многомерного ряда – переменная – представляет собой одномерный ряд со своим трендом, периодическими составляющими и случайным отклонением. Во-вторых, переменные, наблюдения за которыми составляют многомерный временной ряд, являются взаимозависимыми случайными величинами, природа взаимодействий которых является объективной и особенно характерной для экономических систем.

Проанализированы современные методы исследования многомерных временных рядов и указано на то, что эти методы не в полной мере отражают особенности таких рядов. Сделан вывод, что создание модели, учитывающей авторегрессионные зависимости и корреляционные связи между переменными, а также разработка методов получения оценок параметров такой модели, отображающей процессы неустоявшейся динамики, являются актуальными.

В первом разделе обосновано использование эксплораторного факторного анализа для исследования динамики многомерного временного ряда, посредством которого описываются состояния экономической системы, как альтернативы существующим методам, по существу являющимися методами статистического оценивания. Они, в конечном итоге, опираются на проверку статистической гипотезы об истинности модели, сконструированной на основании интуиции исследователя.

В попытке систематизировать интуицию эксплораторный факторный анализ представляет собой шаг вперед по сравнению с методом статистического оценивания. Эксплораторный факторный анализ является методикой, которая сама является источником возникновения гипотез. Исходной предпосылкой эксплораторного факторного анализа служит то, что несколько измеряемых переменных сильно коррелируют между собой. Это означает, что либо они взаимно определяют друг друга, либо связь между этими переменными обуславливается некоторой третьей величиной, которую непосредственно измерить нельзя. Модель эксплораторного факторного анализа всегда связана с последним предположением, т.е. измеряемая величина является лишь формой проявления величины, остающейся на заднем плане и не поддающейся непосредственному измерению. Возникает вопрос, можно ли по данным переменным выделить величину, так называемый «эксплораторный фактор», которая объяснила бы наблюдаемые связи. При этом появляется ряд проблем: какова структура этой величины, скрывающейся за корреля-

лированными переменными? Сколько нужно гипотетических величин, или факторов, и каких, чтобы наиболее точно воспроизвести и объяснить наблюдаемые связи между переменными? Каким образом свести большое количество данных к возможно более простой концепции с минимальной потерей информации?

Для решения этих проблем предназначен эксплораторный факторный анализ. Этот метод позволяет выявить скрытые механизмы того, что измеряется непосредственно, и определить истинные функциональные величины, лежащие в основе данного явления. Таким образом, эксплораторный факторный анализ является методом, упорядочивающим хаотичность, присущую динамике состояний экономической системы, и генерирующим новые гипотезы.

В разделе рассмотрена особенность описания динамики экономической системы. В частности, указано на то, что динамика экономической системы определяется двумя видами зависимостей. Первая задается закономерностями движения факторов, определяющих поведение экономической системы, а вторая – отображением факторов на множество значений наблюдаемых переменных. Эти зависимости должны стать основой для математической модели экономической системы.

В второй главе «Методы оценивания параметров многомерной факторной модели» установлена модель эксплораторного факторного анализа экономической системы, в соответствии с которой Состояние экономической системы описывается n числом переменных. Отдельная переменная под номером j обозначается X_j . Значение переменной X_j для момента времени i обозначим X_{ij} ($i = 1, 2, 3, \dots, N$; N – число наблюдений).

Для момента времени i случайная величина X_{ij} имеет математическое ожидание, которое обозначим μ_{ij} , а его оценку – \bar{X}_{ij} . В частности, когда экономические процессы нестационарны и наблюдаемая переменная имеет линейный тренд, оценка математического ожидания определяется посредством линейной регрессии на время i : $\bar{X}_{ij} = a_{0j} + a_{1j}i$; где a_{0j} ; a_{1j} – коэффициенты линейной регрессии для переменной X_j . Поскольку экономические показатели имеют разные единицы измерения и разные порядки величин, перейдем к стандартной форме представления переменных. Для этого обозначим отклонение переменной от оценки ее математического ожидания следующим образом: $x_{ij} = X_{ij} - \bar{X}_{ij}$. Выборочная дисперсия, а именно ее несмещенная оценка, переменной X_j определяется в соответствии с выражением

$$s_j^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N x_{ij}^2.$$

Теперь приняв в качестве единицы измерения среднеквадратическое отклонение s_j , определим нормированное значение переменной

X_j для наблюдения i : $z_{ij} = \frac{x_{ij}}{s_j}$. Множество значений z_{ij} , ($i = 1, 2, \dots, N$) называется стандартной формой задания переменной X_j , которую обозначим Z_j . Очевидно, что математическое ожидание нормированной переменной равно нулю, а ее дисперсия равна единице.

Для двух произвольных переменных X_j и X_k коэффициент ковариации определим в соответствии с выражением $s_{jk} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N x_{ij} x_{ik}$

Коэффициент корреляции обозначается через ρ_{jk} , его выборочное значение подсчитывается из выражения $r_{jk} = \frac{s_{jk}}{s_j s_k}$.

Задача эксплораторного факторного анализа состоит в том, чтобы выразить, параметр Z_j в терминах скрытых эксплораторных факторов, которые подразделяются на общие F_p ($p=1, \dots, m$, m – число общих факторов) и характерные U_j . Для i моментов времени значения этих факторов обозначаются F_{ip}, U_{ij} . Общие факторы учитывают корреляции между переменными, характерный фактор учитывает оставшуюся (в том числе и связанную с различными погрешностями) дисперсию. Коэффициенты при факторах называются нагрузками, соответственно a_{jp} и d_j . Если ввести матрицы: значений стандартизированных переменных Z , величин общих факторов и характерных – соответственно F, U для всех моментов времени, а также всех коэффициентов факторных нагрузок – A, D , при этом матрицы U и D диагональные, то основная модель эксплораторного факторного анализ имеет вид $Z = FA^T + UD$.

При этом параметры модели должны удовлетворять свойствам, а именно: матрицы значений общих и характерных факторов должны быть ортогональными и независимыми. А также корреляций между переменными, которые в матричном виде обозначаются R , должны быть объяснены посредством коэффициентов факторных нагрузок в виде $R = AA^T + D^2$ (фундаментальная теорема эксплораторного факторного анализа). В работе показано, что ни один из существующих методов оценивания параметров модели эксплораторного факторного анализа не дает оценок, удовлетворяющих этим свойствам. В разделе предложены методы оценивания параметров, удовлетворяющих указанным свойствам.

Квадрат произведения нагрузок D^2 характерных факторов называется характерностью, которую следует оценить наиболее точно. На диагонали матрицы AA^T стоят величины, называемые общностью, которая характеризует вклад в единичную дисперсию нормированной переменной со стороны

других переменных и обозначается H^2 . Именно этот параметр оценить проще, поскольку в многомерном временном ряде информации больше, чем в его одномерном компоненте. И после этого, поскольку на диагонали корреляционной матрицы стоят единицы, оценка характерности находится по выражению $D^2 = I - H^2$.

Обосновано, что все существующие методы в полной мере не используют всю информацию в многомерном временном ряде, и предложен метод оценки общностей, основанный на свойствах информации, содержащейся в выборочных данных. Он основан на классическом определении количества информации, содержащейся в появлении некоторого события относительно

$$I(x_k, y_i) = \log \frac{p(x_k | y_i)}{p(x_k)}.$$

Вероятности определяются на основании функции совместного распределения элементов выборочной корреляционной матрицы \mathbf{R} , известной под названием распределения Уишарта. Доказано, что информация обо всех переменных в корреляционной матрице имеет вид

$$I(\mathbf{Z}, \mathbf{R}) = -\ln(|\mathbf{R}|^{(N-1)/2}) = -\frac{N-1}{2} \ln|\mathbf{R}|.$$

А информация о переменной j –

$$I(Z_j, \mathbf{R}) = -\frac{N-1}{2} \ln|\mathbf{R}| + \frac{N-1}{2} \ln|\mathbf{R}_{-j}|,$$

где \mathbf{R}_{-j} – корреляционная матрица, у которой элементы строки и столбца под номером j заменены нулями. Теперь, если эту информацию исключить из информации о корреляциях всех переменных, то относительная доля такого изменения даст измерение той части дисперсии, которая приходится на данную переменную со стороны других, что и составляет общность переменной. Таким образом, значение общности

$$\text{переменной определяется на основании выражения } h_j^2 = \frac{I(\mathbf{Z}, \mathbf{R}) - I(Z_j, \mathbf{R})}{I(\mathbf{Z}, \mathbf{R})}.$$

Итоговое выражение для оценки общности имеет вид

$$h_j^2 = \frac{\ln|\mathbf{R}_{-j}|}{\ln|\mathbf{R}|}, \quad (j = 1, 2, \dots, n).$$

После того, как получены оценки характерностей по выражению $d_j^2 = 1 - h_j^2$, ($j = 1, 2, \dots, n$), можно переходить к оценке факторных нагрузок.

Центральной проблемой эксплораторного факторного анализа является проблема оценки параметров факторной структуры. Именно ее решение позволяет продуктивно использовать факторный анализ для решения различных экономических задач. В работе отмечено, что ни один из существующих методов оценивания параметров факторной модели не дает результатов, которые бы могли бы воспроизвести исходную корреляционную матрицу, а так называемые «максимально правдоподобные оценки» в существующем виде представляют собой не сходящуюся итерационную процедуру.

Для получения оценок факторных нагрузок в работе предложено искать оценку факторных нагрузок такую, которая доставляла бы максимум функции правдоподобия, но при этом воспроизводила исходную корреляционную матрицу. Функция правдоподобия представляет собой логарифм от функции Уишарта (поскольку логарифм имеет максимум в той же точке, что и исходная функция). Таким образом, предложено искать максимум матричной функции Лагранжа: $g = -(\ln|\mathbf{P}| + \text{tr}(\mathbf{P}^{-1}\mathbf{R}) + \text{tr}(\Lambda(\mathbf{A}\mathbf{A}^T - \mathbf{R}))$, где $\mathbf{P} = \mathbf{A}\mathbf{A}^T + \mathbf{D}^2$ – матрица истинных, но неизвестных значений корреляций, Λ – матрица Лагранжа. После дифференцирования функции Лагранжа по матрице факторных нагрузок и приравнивания к нулю найденной производной, решение находится посредством итерационной процедуры. Найденная вторая производная после подстановки полученного решения указывает на то, что определен максимум функции правдоподобия. Таким образом, доказана

Теорема 1. Итерационная процедура

$$\begin{cases} \hat{\mathbf{P}}_k = \hat{\mathbf{A}}_k \hat{\mathbf{A}}_k^T + \hat{\mathbf{D}}_k^2; \\ \hat{\mathbf{A}}_{k+1} = \mathbf{R} \hat{\mathbf{P}}_k^{-1} \hat{\mathbf{A}}_k; \end{cases} \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

является максимально правдоподобной оценкой матрицы факторных нагрузок эксплораторного факторного анализа, причем эта оценка воспроизводит выборочные корреляции переменных экономической системы.

Следующей нерешенной проблемой в эксплораторном факторном анализе является получение ортонормированных значений эксплораторных факторов для временного интервала, в течение которого наблюдались экономические переменные. Показано, что все известные методы получения значений факторов дают оценки не соответствующие постулируемым свойствам эксплораторных факторов.

Решением этой проблемы является минимум суммы квадратов отклонений наблюдаемых значений переменных от значений, воспроизводимых моделью эксплораторного факторного анализа, причем решение должно давать ортонормированные значения факторов. Для этого составлена матричная функция Лагранжа $g = \text{tr}((\mathbf{Z} - \mathbf{F}\mathbf{A}^T)^T (\mathbf{Z} - \mathbf{F}\mathbf{A}^T)) + \text{tr}(\Lambda(\mathbf{F}^T \mathbf{F} - \mathbf{I}))$. После ее дифференцирования была найдена оценка значений эксплораторных факторов, которая была проверена на несмещенность и на ортонормированность, в результате чего была доказана

Теорема 2. Оценка значений факторов эксплораторной факторной модели $\hat{\mathbf{F}} = \mathbf{Z}\mathbf{A}(\mathbf{A}^T \mathbf{R}\mathbf{A})^{-1/2}$ является несмещенной, а сами значения факторов – ортогональны с единичной дисперсией.

Ортонормированные оценки являются наилучшими оценками среди всех прочих оценок, поскольку ортогональность предполагает взаимную независимость факторов, что отражает основное исходное положение эксплораторного факторного анализа – независимость причин, вызывающих взаимодействия между переменными. Нормированность делает возможным по-

лучение на основании значений факторов таких же нормированных значений переменных.

В третьей главе «Эксплораторный факторный анализ многомерных временных рядов» рассмотрены существующие в настоящее время методы и модели анализа таких рядов. А именно, для одномерных рядов: модель линейного фильтра, модели авторегрессии, модели скользящего среднего, смешанные модели авторегрессии – скользящего среднего, нестационарные модели; для многомерных временных рядов: параметрические модели, спектральный анализ, а также фильтр Калмана.

Практическое использование методов многомерных временных рядов для анализа экономических проблем не нашло достаточного распространения по ряду причин. Важным условием применения этих методов является предположение об инвариантности по отношению к временным сдвигам: доля значений анализируемого признака, попавших в некоторый временной интервал, должна быть примерно такой же для другого временного интервала той же длины, но имеющего некоторый временной сдвиг по отношению к первоначальному интервалу.

Однако поведение рядов, имеющих отношение к экономике и связанных с социально-экономическими процессами, не обладают свойством инвариантности по отношению ко времени. Объяснением этому служит достаточно очевидное предположение: люди извлекают уроки из прошлого и соответственно меняют свое поведение. Поэтому ряды, имеющие отношение к человеческой деятельности, вообще говоря, не обладают временной инвариантностью. Таким образом, как частотные и временные, так и смешанные подходы к моделированию многомерных временных рядов наблюдений экономических систем, в силу неизвестности статистических характеристик случайных составляющих и параметров этих моделей, имеют ограниченное практическое значение. Более того, ни один из этих методов не позволяет объяснить взаимную корреляцию переменных.

Главной нерешенной проблемой анализа многомерных временных рядов является невозможность отдельного учета влияния временных сдвигов и влияния других переменных. И в работе предложен альтернативный подход к моделированию многомерного временного ряда, который построен на следующем постулате.

Пусть имеется множество переменных, наблюдения для каждой из которых образуют временной ряд. Значение величины переменной в момент времени t непосредственно не зависит от ее значений в моменты $t - 1, t - 2, \dots$. Но поведение совокупности переменных, как и в эксплораторном факторном анализе, определяется поведением факторов. Именно факторы подвержены влиянию временных сдвигов. Величина отдельного значения фактора для данного момента времени зависит только от того, какие значения фактор принимал в предшествующие моменты, и не зависит от значений других факторов, поскольку в ортогональной факторной модели факторы яв-

ляются независимыми друг от друга переменными. Именно поведение каждого фактора можно рассматривать как авторегрессионный процесс. Таким образом, авторегрессионная модель многомерного временного ряда состоит из двух уравнений: уравнения авторегрессии факторов и уравнения зависимости наблюдаемых переменных от факторов

$$\begin{cases} \mathbf{f}_t = \mathbf{f}_{t-1}\Phi_{t-1,t} + \mathbf{a}_t; \\ \mathbf{z}_t = \mathbf{f}_t\mathbf{A}^T + \mathbf{v}_t; \end{cases} \quad (t=1,2,\dots)$$

где \mathbf{f}_t – вектор значений эксплораторных факторов в момент времени t , $\Phi_{t-1,t}$ – матрица перехода значений факторов от момента времени $(t-1)$ к t ; \mathbf{a}_t – вектор «белого шума»; \mathbf{z}_t – вектор значений нормированных наблюдаемых переменных; \mathbf{A} – матрица факторных нагрузок, которая не меняется со временем, \mathbf{v}_t – значения произведения характерных факторов на соответствующие нагрузки в момент времени t , рассматриваются как погрешности факторного объяснения наблюдаемых переменных.

Оценка матрицы переходов $\Phi_{t-1,t}$ находится как решение экстремальной задачи поиска минимума суммы квадратов отклонений матрицы переходов значений переменных от матрицы переходов, задаваемых переходами значений факторов с учетом свойства ортогональности матрицы переходов. Т.е. отыскивается минимум матричной функции Лагранжа (нижние индексы переходов опущены) $g = \text{tr}((\mathbf{M} - \mathbf{A}\Phi^T\mathbf{A})^T(\mathbf{M} - \mathbf{A}\Phi^T\mathbf{A})) + \text{tr}(\Lambda(\Phi^T\Phi - \mathbf{I}))$, где $\mathbf{M} = \mathbf{M}_{t-1,t} = \mathbf{z}_{t-1}^T\mathbf{z}_t$

Решение поиска минимума функции Лагранжа дало следующий результат: $\Phi = (\mathbf{A}^T\mathbf{M}\mathbf{A}\mathbf{A}^T\mathbf{M}^T\mathbf{A})^{-1/2}\mathbf{A}^T\mathbf{M}\mathbf{A}$.

Чтобы построить достоверный прогноз для системы с сильными внутренними взаимосвязями, особенно характерными для экономики, необходимо объяснить два аспекта: первый – динамическое развитие системы, второй – взаимодействие различных переменных. Поэтому, для решения вопросов, связанных с прогнозированием многомерных временных рядов используется модель, содержащая два уравнения модели, первое – уравнение переходов факторов, определяющих динамику системы; второе – уравнение определения значений экономических показателей на основе значений факторов, объясняющих взаимосвязи переменных. При этом в этих уравнениях отсутствуют вектора случайных отклонений. Поэтому оценка значений факторов должна быть уточнена на основании полученного прогнозного значения вектора переменных \mathbf{z}_t в момент времени t в будущем и оценки значения эксплораторных факторов на тот же момент. Делается это с использованием техники фильтра Калмана, в соответствии с которой основные прогнозные уравнения имеют вид: $\mathbf{f}_t = \mathbf{f}_{t-1}\Phi + (\mathbf{z}_{t-1} - \mathbf{f}_{t-1}\mathbf{A}^T)\mathbf{K}_{t-1}$ и $\mathbf{z}_t = \mathbf{f}_t\mathbf{A}^T$, где \mathbf{f}_{t-1} – последняя строка матрицы $\hat{\mathbf{Z}}\mathbf{A}(\mathbf{A}^T\mathbf{R}\mathbf{A})^{-1/2}$, ($\hat{\mathbf{Z}}$ – матрица исходных значений переменных, но к которой добавлялись прогнозные значения); \mathbf{K}_{t-1} – весовая матрица.

Неизвестную весовую матрицу K_{t-1} найдем так, чтобы минимизировать сумму квадратов отклонений: $f_t - f_{t-1}\Phi - (z_{t-1} - f_{t-1}A^T)K_{t-1} f_t - f_{t-1}\Phi - (z_{t-1} - f_{t-1}A^T)K_{t-1}^T$. В итоге весовая матрица имеет вид: $K_{t-1} = (z_{t-1} - f_{t-1}A^T)^T(z_{t-1} - f_{t-1}A^T)^{-1}(z_{t-1} - f_{t-1}A^T)^T f_t - f_{t-1}\Phi$. Тогда алгоритм прогноза для прогнозных моментов времени $t = 1, 2, \dots, N_p$ имеет вид:

$$\begin{aligned} f_t &= f_{t-1}\Phi + z_{t-1} - f_{t-1}A^T K_{t-1}; \\ z_t &= f_t A^T; \\ K_t &= (z_{t-1} - f_{t-1}A^T)^T(z_{t-1} - f_{t-1}A^T)^{-1}(z_{t-1} - f_{t-1}A^T)^T f_t - f_{t-1}\Phi; \\ z_t &= \begin{matrix} z_{t-1} \\ z_t \end{matrix}; \\ f_t &= z_t A(A^T Z_t^T Z_t A)^{-1/2}. \end{aligned}$$

В блочной матрице Z_{N_p} , получаемой на последнем этапе вычислений, первые N строк – значения переменных, полученные в результате наблюдений, последние N_p строк – это прогнозные значения переменных. Эти значения – центрированные и нормированные. Чтобы получить значения экономических переменных в исходном виде, необходимо преобразовать центрировано-нормированные значения по формуле $x_{ti} = x_{ti} + z_{ti}\sigma_{ti}$, где x_{ti} – прогнозное значение i -й экономической переменной в реальной единицах измерения для прогнозного момента времени t ; x_{ti} – значение i -й экономической переменной в реальной единицах измерения, получаемое на основании тренда переменной для прогнозного момента времени t ; z_{ti} – прогнозное значение i -й экономической переменной в безразмерных единицах измерения для прогнозного момента времени t ; σ_{ti} – среднеквадратичное отклонение i -й переменной для прогнозного момента времени t .

В четвертой главе «Исследование экономического риска с помощью эксплораторного факторного анализа» риски рассмотрены как экономическая категория. Проанализированы различные подходы к определению экономического риска, рассмотрены различные виды рисков.

Современные методы оценки экономических рисков напрямую связаны со спецификой сферы деятельности, на которую распространяется конкретный вид риска. Традиционно измерители риска делятся на основании двух аспектов риска: первый – изменчивость или волатильность экономических индикаторов, частота событий или их вероятность; второй – чувствительность или зависимость стратегии предпринимательской деятельности, критериев принятия решений к их последствиям. Соответственно измерители риска делятся на две основные категории: 1) вероятностные или статистические показатели; 2) величины, характеризующие чувствительность. Но при этом ни один подход не дает возможность оценить уровень риска по отношению ко всей экономической системе.

В работе предложен альтернативный подход к измерению экономического риска, основанный на следующих позициях. На любую экономическую систему влияют разнообразные эксплораторные факторы. Среди них можно выделить факторы, учитывающие макроэкономические тенденции, государственную политику, финансовые аспекты, рыночные и другие отношения, а также внутрисистемные особенности, и, в частности, человеческий фактор. Каждый из них имеет непосредственное отношение к уровню рискованности, проявляемой в многочисленных сферах экономической жизни. Каждый эксплораторный фактор может способствовать стабильности развития экономической системы, а может явиться причиной сбоев в ее поведении. Для измерения уровня риска конкретной экономической системы необходимо учитывать значения всех эксплораторных факторов, определяющих поведение этой системы, и мерой ее совокупного риска служит функция нескольких аргументов, представляющих собой числовые величины этих факторов, а также одним из аргументов является временной интервал или момент времени t . Если функцию выбрать таким образом, чтобы ее величина могла быть интерпретирована как вероятность некоторого события, т.е. нулевое значение соответствует отсутствию каких-либо рискованных явлений и уровень риска равен нулю, близость к единице должна говорить о том, что уровень риска катастрофический, то в качестве такой функции выбрана следующая:

$$Mr_t = \frac{m - \sum_{j=1}^m f_{t,j}}{2m},$$

которая и служит мерой экономического риска. В случае,

когда все эксплораторные факторы принимают наименьшее значение – минус единица, то их сумма равна $-m$, и мера риска становится равной единице; когда факторы в наибольшей степени содействуют развитию экономической системы, сумма их значений – максимальна и равна m , величина меры риска равна нулю.

Если все эксплораторные факторы не оказывают никакого воздействия на систему, т.е. имеют нулевые значения, или, когда их сумма равна нулю, т.е. негативное влияние одних факторов компенсируется позитивным воздействием других, то мера риска равна 0,5, но не нулю. Тем самым, отсутствие активности в механизме развития системы, или равенство нулю равнодействующей всех причин развития системы не приводит к отсутствию риска как такового.

Для прогноза уровня рисков экономической системы в разделе рассмотрена авторегрессионная модель для эксплораторных факторов произвольного порядка p вида: $F_t = \Xi_{t-p} \Theta + U_t$, где F_t – матрица значений факторов для моментов времени от момента времени 1 до текущего момента t , $\Xi_{t-p} = (F_{t-1} \mid F_{t-2} \mid \dots \mid F_{t-p})$ – блочная матрица лаговых значений факторов, Θ – блочная матрица коэффициентов авторегрессии и U_t – матрица случайных отклонений.

Задача оценивания формулируется следующим образом: найти Θ так, чтобы минимизировать $tr\{(\mathbf{F} - \Xi_{-p}\Theta)^T(\mathbf{F} - \Xi_{-p}\Theta)\}$ при условии, что $\mathbf{F}^T\mathbf{F} = \mathbf{I}$ или $(\Xi_{-p}\Theta)^T\Xi_{-p}\Theta = \mathbf{I}$, где $\mathbf{F} = \mathbf{F}_N$, $\Xi_{-p} = \Xi_{N-p}$. Т.е. найти в классе ортогональных оценок такие, которые минимизировали бы функцию потерь. Для этого составим матричную функцию Лагранжа: $g = tr\{(\mathbf{F} - \Xi_{-p}\Theta)^T(\mathbf{F} - \Xi_{-p}\Theta)\} + tr\{\Lambda((\Xi_{-p}\Theta)^T\Xi_{-p}\Theta - \mathbf{I})\}$. Решение задачи оценивания имеет вид $\hat{\Theta} = (\Xi_{-p}^T\Xi_{-p})^{-1}\Xi_{-p}^T\mathbf{F}(\mathbf{F}^T\Xi_{-p}(\Xi_{-p}^T\Xi_{-p})^{-1}\Xi_{-p}^T\mathbf{F})^{-\frac{1}{2}}$.

Полученные оценки позволяют на основании авторегрессионной модели произвольного порядка и значений факторов в p предшествующие моменты времени сделать прогноз динамики факторов. Прогноз значений эксплораторных факторов позволит определить в какой зоне риска будет находиться экономическая система в прогнозный момент времени, и по значениям факторов восстановить какими будут непосредственно наблюдаемые экономические показатели.

В пятой главе «Исследование экономических систем с помощью моделей симультанных уравнений» рассмотрена природа возникновения эффекта симультанности (одновременности), проанализированы современные методы оценивания параметров этих моделей, а также дан анализ проблемам идентифицируемости симультанных уравнений.

Анализ показал, что существующие методы оценивания решают проблему преодоления коррелированности со случайными отклонениями лишь для эндогенных переменных. В то время как для экономических систем понятие «экзогенность» является условным, поскольку все переменные коррелируют между собой в том числе и «предопределенные». Показано, что эффект симультанности присущ и экзогенным уравнениям, а в этом случае широко используемые в настоящее время методы оценивания параметров симультанных уравнений не могут применяться на практике.

В работе предложено сформировать модель симультанных уравнений с помощью эксплораторного факторного анализа. Если число факторов положить равным числу эндогенных переменных, то структура эксплораторного факторного анализа может указать на структуру модели симультанных уравнений. Эта структура может быть сформирована по степени близости переменной к данному фактору. Факторную группу должны составить переменные со значимыми коэффициентами факторных нагрузок. В нее войдут как эндогенные, так и экзогенные стохастические величины, при этом та из эндогенных переменных, которая имеет наибольшую нагрузку данного фактора, и будет переменной, объясняемой другими, попавшими в данную факторную группу.

В разделе рассмотрены проблемы оценивания параметров модели симультанных уравнений. Рассмотрен широко используемый в настоящее вре-

мя двух шаговый метод наименьших квадратов оценивания параметров модели симультанных уравнений

В **теореме 3** доказано, что оценки двух шагового метода наименьших квадратов параметров модели симультанных уравнений являются смещенными в случае стохастичности экзогенных переменных.

В работе предложен метод получения оценок параметров модели симультанных уравнений, основанный на разложении симультанных переменных на эксплораторные факторы (метод факторизации симультанных уравнений). Само разложение для i -й эндогенной переменной i -го уравнения

$$y_i = (Y_i \mid X_i) \begin{pmatrix} \beta_i \\ \gamma_i \end{pmatrix} + u_i \text{ имеет вид } (Y_i \mid X_i) = F \cdot (A_{Y_i}^T \mid A_{X_i}^T) + \Sigma_i, \text{ где } y_i -$$

вектор значений эндогенной переменной i -го уравнения ($i=1,2,\dots,m$), m – число симультанных уравнений; Y_i – матрица значений объясняющих эндогенных переменных i -го уравнения; X_i – матрица значений объясняющих экзо-

генных переменных i -го уравнения; $A = \begin{pmatrix} A_{Y_i} \\ A_{X_i} \end{pmatrix}$ – матрица факторных нагру-

зок (ее блоки соответствуют объясняющим эндогенным и экзогенным переменным); Σ_i – матрица случайных отклонений факторной модели для переменных $(Y_i \mid X_i)$.

В работе доказана

Теорема 4. Оценка $\begin{pmatrix} \hat{\beta}_i \\ \hat{\gamma}_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{Y_i} A_{Y_i}^T & A_{Y_i} A_{X_i}^T \\ A_{X_i} A_{Y_i}^T & A_{X_i} A_{X_i}^T \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} A_{Y_i} F^T y_i \\ A_{X_i} F^T y_i \end{pmatrix}$ коэффици-

ентов i -го симультанного уравнения, полученная с помощью метода факторизации симультанных уравнений, является несмещенной.

Для того, чтобы показать эффективность оценки метода факторизации симультанных уравнений, доказана

Лемма. Если экзогенные переменные системы симультанных уравнений являются стохастическими, то $E\{X^T u_i u_i^T X\} = \sigma_i^2 A_X A_X^T + \sigma_{Xu_i}^2$, где σ_i^2 – дисперсия случайных отклонений i -го симультанного уравнения, $\sigma_{Xu_i}^2$ – квадрат коэффициента ковариации всех экзогенных переменных со случайными отклонениями i -го симультанного уравнения.

Поскольку двух шаговый метод наименьших квадратов остается практически безальтернативным методом оценивания параметров модели симультанных уравнений, именно по сравнению с ним установлены лучшие свойства оценки метода факторизации.

Теорема 5. В случае стохастичности экзогенных переменных оценка коэффициентов симультанного уравнения, полученная с помощью метода факторизации симультанных уравнений, более эффективна, чем оценка этих коэффициентов двух шаговым методом наименьших квадратов.

В шестой главе «Использование инструментария эксплораторного факторного анализа в прогнозировании динамики экономической системы» для анализа и прогнозирования на основе концепции, методов и моделей эксплораторного факторного анализа выбрана экономическая система Украины. С помощью эксплораторного факторного анализа проанализировано состояние экономической системы Украины с 2005 г. по 2014 г. На протяжении рассматриваемого периода состояние системы определяли четыре эксплораторных фактора: 1) социально-экономический, 2) монетарный, 3) внешнеэкономический и 4) фактор сдерживания кризисных явлений. Рассмотрены особенности динамики каждого фактора, которые указывают на то, что начало кризиса приходится на третий квартал 2008 г. Построены факторные структуры для пяти временных промежутков от 2005 г. по 2014 г., на каждом из которых эксплораторные факторы имели различные нагрузки на переменные. Выявлено, что усиление кризисных явлений происходило тогда, когда один эксплораторный фактор в равной преимущественной мере нагружал показатели безработицы и инфляции.

Порядок авторегрессии p был выбран на основании точности прогноза для разных значений p . Точность оценивалась по критериям MAPE и RMSPE (соответственно, среднеквадратического и абсолютного отклонения прогнозных значений показателей от фактических). Для этого параметры прогностической модели оценивались по выборке, уменьшенной на величину тестового множества ($p+2$). Точность прогноза по двум критериям оказалась высокой (погрешность менее 10%).

Прогноз динамики эксплораторных факторов показал, что три (2, 3 и 4-й) из них будут благоприятствовать развитию экономики Украины в ближайшие полтора года. Первый эксплораторный фактор с начала 2015 г. будет иметь тенденцию к снижению. Уровень общесистемного риска будет иметь тенденцию к росту.

Прогноз макроэкономических показателей выявил особенности динамики различных макроэкономических показателей, наиболее существенной из которых является то, что в период до конца 2015 г. внешний долг продолжит рост, который составит 11%. При этом наиболее характерной тенденцией является то, что рост инвестиций, измеряемых в национальной валюте, является меньшим по отношению к росту внешнего долга, измеряемого в долларах США. А для того, чтобы экономика развивалась поступательно, необходима другая тенденция: внешний долг должен сокращаться, а инвестиции – расти.

Посредством эксплораторного факторного анализа была сконструирована модель системы симультантных уравнений, и оценка коэффициентов системы методом факторизации симультантных уравнений дала следующие количественные зависимости:

$$Y_1 = -0,288Y_2 + 0,638Y_3 + 1,063Y_4 + 9,2865Y_6 + 0,0218X_4 + U_1;$$

$$Y_2 = 0,215Y_1 - 0,421Y_3 + 0,446Y_4 + 12,856X_1 + 0,232X_2 + 0,486X_3 + U_2;$$

$$Y_3 = 0,117Y_1 + 0,703X_3 + U_3;$$

$$Y_4 = 9439,7 + 3,479X_2 - 0,032X_4 + U_4;$$

$$Y_5 = -1,317X_1 + 0,092X_5 + U_5;$$

$$Y_6 = -0,014Y_2 + 21,721Y_5 + 529,71 + 0,002X_4 - 0,151X_5 - 4,205X_6 + U_6.$$

где эндогенные переменные: Y_1 – валовой внутренний продукт (млн. грн.); Y_2 – конечное потребление домашних хозяйств (млн. грн.); Y_3 – экспорт (млн. долларов США); Y_4 – доходы населения (млн. грн.); Y_5 – инфляция (% к декабрю 2004 г.); Y_6 – безработица (тыс. чел.); и экзогенные переменные: X_1 – учетная ставка Национального банка Украины (%); X_2 – государственные расходы (млн. грн.); X_3 – импорт (млн. долларов США); X_4 – инвестиции (млн. грн.); X_5 – затраты на выполнение научных работ (млн. грн.); X_6 – внешний долг (млн. долларов США).

Также получены оценки коэффициентов этих уравнений с помощью обычного метода наименьших квадратов и двух шагового метода. Отмечено, что оцененные этими методами некоторые соотношения между переменными не имеют экономического смысла.

Анализ приведенной формы системы симультанных уравнений показал следующее. Чтобы произошло удвоение основных макроэкономических показателей, но при этом инфляция и уровень безработицы имели социально нейтральные значения, учетная ставка НБУ должна быть нулевой, государственные расходы должны возрасти в три раза и составить 183441 млн. грн., импорт, практически должен остаться без изменений по сравнению с концом 2014 г., инвестиции необходимо увеличить в пять с половиной раз и довести до уровня 257 млрд. грн., затраты на научные разработки достаточно увеличить до двух с половиной миллиардов гривен, при этом внешний долг должен быть погашен полностью.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В диссертации проведено теоретическое обобщение и предложено новое решение научной проблемы, что проявляется в разработке теоретико-методологических положений и экономико-математического инструментария анализа и прогнозирования динамики экономических систем на основе моделей и методов эксплораторного факторного анализа для повышения точности прогнозов и обоснования управленческих решений. Проведенное научное исследование позволило сформулировать следующие выводы:

1. Современная концепция методологии прогнозирования предполагает рассмотрение комплекса методов, приемов, подходов, направленных на повышение эффективности и конкурентоспособности хозяйствующих субъектов рынка. Однако существующие методы прогнозирования не в достаточной степени соответствуют методической постановке процедуры прогнозирования динамических отклонений и случайных факторов при функционировании экономической системы, которая должна исходить из основных законов в методологии прогнозирования: системности, онтогенеза, композиции и экономической целесообразности. Анализ наиболее широко используемых в настоящее время методов прогнозирования показал, что создание модели,

учитывающей авторегрессионные зависимости и корреляционные связи между переменными, а также разработка методов получения оценок параметров такой модели, отображающей процессы неустоявшейся динамики, являются актуальными.

2. Обоснована целесообразность использования эксплораторного факторного анализа. Именно факторная модель позволяет рассмотреть как структуру взаимосвязей между самими наблюдаемыми переменными, так и между отдельными элементами экономической системы. Динамика экономической системы определяется двумя видами зависимостей. Первая задается закономерностями движения факторов, определяющих поведение экономической системы, а вторая – отображением факторов на множество значений наблюдаемых переменных. Эти зависимости должны стать основой для математической модели экономической системы.

3. Современные методы оценки общности отдельного показателя со всеми остальными, описывающими экономическую систему, основаны на использовании коэффициента множественной корреляции, который является мерой дисперсии данной переменной, общей с другими переменными исследуемого множества. В то время как общность является мерой дисперсии данной переменной, обусловленной общими для нескольких переменных эксплораторными факторами. Поэтому значения квадратов коэффициентов множественной корреляции не являются оценками общности. Предложен подход к оценке общности, основанный на свойствах информации, содержащейся в выборочных данных, и получены оценки общностей стохастических факторов на основе информационного подхода. С точки зрения статистических критериев близости оценки к истинным значениям предложенная оценка является лучше традиционно используемой.

4. Общая проблема, связывающая все существующие методы оценивания факторных нагрузок, состоит в отсутствии однозначного решения задачи получения оценок, при этом итерационные процедуры оценивания не являются однозначно сходящимися и не воспроизводят матрицу корреляций между переменными. В результате решения оптимизационной задачи поиска максимума функции правдоподобия при наличии ограничений, накладываемых на параметры факторной модели, найдены максимально правдоподобные оценки факторных нагрузок, воспроизводящие матрицу корреляций между переменными.

5. Значения эксплораторных факторов должны удовлетворять условию ортонормированности. Оценка значений факторов, основанная на методе множественной регрессии, дает ортогональные величины факторов, но они не являются нормированными. Поставленная задача получить оценки значений факторов, математические ожидания которых были бы равны нулю, а дисперсии – единице для всех моментов времени, была решена и такие оценки значений факторов получены.

6. Использование эксплораторного факторного анализа позволяет одновременно рассмотреть и авторегрессионные закономерности, и корреляции

между исследуемыми переменными. Предложена модель, состоящая из двух матричных уравнений: динамики факторов и факторной структуры, – которая позволяет преодолеть основные недостатки традиционных методов анализа многомерных временных рядов. Получена оценка матрицы переходов уравнения динамики эксплораторных факторов. Обоснована процедура прогноза компонент многомерного временного ряда.

7. Рассматривая риск, как экономическую категорию, проведенный анализ измерителей уровня риска показал, что существующие к настоящему моменту времени системы показателей мало приспособлены к тому, чтобы оценить экономический риск в целом с позиции комплексной оценки риска. Проанализированные методы измерения экономического риска предполагают использование лишь одного экономического показателя в качестве носителя информации о риске и никак не учитывают причины или внешние факторы, влияющие на уровень рискованности. Поэтому актуальным является создание метода, основанного на исследовании информации по как можно более широкому кругу экономических переменных, с целью получения комплексной оценки экономического риска. Предложено рассматривать m -мерное пространство эксплораторных факторов в качестве пространства риска, и предложена, определенная на этом пространстве комплексная оценка риска.

8. Для прогноза уровня рискованности экономической системы разработана авторегрессионная модель произвольного порядка для стохастических факторов, и получены оценки параметров этой модели. Прогноз значений стохастических факторов на основании этой модели позволит определить, в какой зоне риска будет находиться экономическая система в прогнозный момент времени.

9. Исследование природы симультанности переменных системы эконометрических уравнений показало, что в такой системе взаимосвязанными могут быть не только эндогенные переменные, но и экзогенные. Все существующие к настоящему моменту времени методы оценивания параметров системы симультанных уравнений этот факт игнорируют, что приводит к смещенности оценок, получаемых с помощью этих методов. Разработан метод факторизации системы симультанных переменных, который дает несмещенные оценки ее параметров, причем эти оценки являются более эффективными по сравнению с двух шаговым методом наименьших квадратов оценивания коэффициентов уравнений системы.

10. Динамика социально-экономического фактора указывала на то, что элементы кризисных явлений проявлялись еще в 2006 и 2007 г.г. В конце 2008 г. происходит резкое падение этого фактора, что указывает на начало экономического кризиса. Но если в 2006 и 2007 г.г. инфляция и безработица обуславливались разными факторами, то с конца 2008 г. эти показатели стали определяться одним, что становится характерным моментом для кризисных периодов.

11. Прогноз макроэкономических показателей показал, что в период до конца 2015 г. внешний долг продолжит рост. При этом рост инвестиций, измеряемых в национальной валюте, является меньшим по отношению к росту внешнего долга, измеряемого в долларах США, что для развития экономики является крайне негативным явлением. Негативным моментом является и то, что продолжится рост инфляции, таким образом, все позитивные тенденции динамики показателей нивелируются ожидаемым ростом инфляции.

12. Построение модели симультанных уравнений и проведенный на ее основе анализ показал, что наиболее приоритетными направлениями изменения экономической ситуации к лучшему являются стимулирование научных исследований и сокращение внешнего долга. Для удвоения валового внутреннего продукта, потребления домашних хозяйств и доходов населения, при неизменном уровне инфляции и нулевой безработицы необходимо, чтобы учетная ставка НБУ была нулевой, государственные расходы должны возрасти в три раза, инвестиции необходимо увеличить в пять с половиной раз, и внешний долг должен быть полностью погашен.

Таким образом, проведенное исследование открывает новые горизонты для исследования сверхсложных экономических систем в условиях нестабильности глобальных процессов, описываемым большим числом взаимосвязанных переменных; и позволяет построить прогностические модели, которые могут стать основой для выбора оптимального пути развития.

Основные публикации по теме диссертации всего 63,62 п.л.

Монографии

1. Хохлов В.В. Исследование и прогнозирование экономических процессов с использованием эксплораторного факторного анализа многомерных временных рядов: Монография. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012.– 160 с. (20,4 п.л.).
2. Хохлов В.В. Многомерный факторный анализ временных рядов банковских депозитов: Монография. – Севастополь: изд-во СевНТУ, 2009.– 204 с. (12,75 п.л.).
3. Хохлов В.В. Прогнозування макроекономічних показників із застосуванням рекурсивної авторегресійної моделі експлораторного факторного аналізу / В.В. Хохлов, О.І. Черняк. – Сучасні проблеми прогнозування соціально-економічних процесів: концепції, моделі, прикладні аспекти: монографія / За ред. О.І. Черняка, П.В. Захарченка. – Бердянськ: Видавець Ткачук О.В., 2012. – Розділ 1.15. – с. 164-174.(личный вклад автора – 0,35 п.л.)
4. Хохлов В.В. Управление инновационной деятельностью производственно-экономических систем: оценка, анализ, прогнозирование: монография / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун, Т.С. Клебанова, О.В. Мозенков. – Бердянск: Издатель Ткачук А.В., 2013. - 226 с. (личный вклад автора – 3,48 п.л.)

5. Хохлов В.В. Модели оценки и анализа инновационной деятельности производственно-экономических систем / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун, Т.С. Клебанова // Теоретичні і прикладні проблеми моделювання сталого розвитку економічних систем: монографія / під загальною редакцією Т.В. Орехової; відп. ред. О.Л. Некрасова. - Донецьк: "Сучасний друк", 2013. - 467 с. - с. 301-307. (личный вклад автора – 0,3 п.л.)

Статьи в научных журналах, включенных в перечень ВАК РФ для публикации результатов кандидатских и докторских диссертаций

6. Хохлов В.В. Анализ и прогнозирование результативности деятельности крупномасштабных экономических систем и экономики страны с помощью многомерной факторной авторегрессионной модели / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун. – Культура народов Причерноморья. Экономические науки, 2010. – № 178. – с. 190-193. (личный вклад автора – 0,14 п.л.)
7. Хохлов В.В. Вариационный метод определения норматива мгновенной ликвидности банков и его оптимизация / В.В. Хохлов, С.П. Вожжов. – Научный вестник: Финансы, банки, инвестиции. – № 4 (13), 2011. – с. 60-65. (личный вклад автора – 0,19 п.л.)
8. Хохлов В.В. Инновационная активность промышленных предприятий: методические аспекты / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун // Вестник Черкасского университета, 2012. – № 33 (246). – с. 38-43. (личный вклад автора – 0,15 п.л.)
9. Хохлов В.В. Информационный подход к оценке общностей показателей банковских депозитов / В.В. Хохлов. – Вестник СевНТУ. Вып.98: Экономика и финансы: Сб. науч. тр. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009.– с.167-174. (0,44 п.л.).
10. Хохлов В.В. Исследование инвестиционного риска оцениванием ошибки второго рода статистической гипотезы / В.В. Хохлов // Вестник СевГТУ. Вып.44: Экономика и финансы: Сб. науч. тр. – Севастополь: Изд-во СевГТУ, 2003.– с.57-62. (0,375 п.л.).
11. Хохлов В.В. Многомерный факторный анализ депозитов домашних хозяйств / В.В. Хохлов // Вестник СевНТУ. Вып.109: Экономика и финансы: Сб. науч. тр. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2010.– с.163-168. (0,38 п.л.).
12. Хохлов В.В. Модель многомерного временного ряда с произвольным порядком авторегрессии / В.В. Хохлов, О.І. Черняк // Научный журнал «Бизнес информ». – № 4, 2012. – с. 31-34. (личный вклад автора – 0,25 п.л.)
13. Хохлов В.В. Модель эксплораторного факторного анализу прогнозу надходжень депозитів за різними секторами економіки / В.В. Хохлов // Економічний аналіз: зб. наук. праць, 2011. – Вип. 9. – Частина 3. – с. 328-334. (0,875 п.л.).

14. Хохлов В.В. Модель оценки стабильности банковских депозитов Украины и стран ЕС / Е.Л. Гринько, М.Г. Чиркова // Вестник СевНТУ. Вып.138: Экономика и финансы: Сб. науч. тр. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2013.– с. 47-54. (личный вклад автора – 0,3 п.л.)
15. Хохлов В.В. Оптимизация инвестиционной деятельности на производственном предприятии путем оценки риска по коэффициенту Альтмана / В.В. Хохлов, Е.А. Волкова, А.В. Рясский // Оптимизация производственных процессов: Сб. науч. тр.: Севастополь, 2001, Вып.4. – с.190-195. (0,375 п.л., личный вклад автора – 0,125 п.л.)
16. Хохлов В.В. Оценка инновационного риска интегрированных структур на основе эксплораторного факторного анализа / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун // Формування ринкової економіки України: зб. наук. праць, 2011. – Вип. 25. – с. 181-185. (личный вклад автора – 0,15 п.л.)
17. Хохлов В.В. Оптимізація резерву ліквідності банку як фактор економічної доцільності її регулювання / В.В. Хохлов, С.П. Вожжов // Світ фінансів. – Вип. 3, 2010. – с. 14-17. (личный вклад автора – 0,14 п.л.)
18. Хохлов В.В. Оценка влияния инновационной деятельности на экономику Украины методом факторизации симультанных переменных / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун // Научный журнал «Бизнес информ».– № 5(1), 2011.– с. 62-65. (личный вклад автора – 0,14 п.л.)
19. Хохлов В.В. Оценка развития предприятий, входящих в крупномасштабную экономическую систему / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун // Научный журнал «Бизнес информ».– № 4(2), 2010.– с. 78-81. (личный вклад автора – 0,14 п.л.)
20. Хохлов В.В. Оценка страхового риска как ошибки второго рода проверки гипотезы о банкротстве страховой компании / В.В. Хохлов, С.В. Прозор // Вестник СевГТУ. Вып.44: Экономика и финансы: Сб. науч. тр. – Севастополь: Изд-во СевГТУ, 2007.– с.130-134. (личный вклад автора – 0,16 п.л.)
21. Хохлов В.В. Прогнозирование ресурсов банковских учреждений. / В.В. Хохлов, Е.Л. Гринько // Вестник НБУ. – № 8(148), 2008.– с.112-118. (личный вклад автора – 0,16 п.л.)
22. Хохлов В.В. Прогнозирование финансового состояния предприятия на основе многомерного факторного анализа временных рядов / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун // Научный журнал «Бизнес информ».– № 2(1), 2009.– с. 82-87. (личный вклад автора – 0,19 п.л.)
23. Хохлов В.В. Распределение величины текущих пассивов коммерческого банка как совокупности депозитов до востребования / В.В. Хохлов, А.П. Вожжов, О.А. Грищенко // Вестник СевГТУ. Вып.53: Экономика и финансы: Сб. науч. тр. – Севастополь: Изд-во СевГТУ, 2004.– с.126-136. (личный вклад автора – 0,23 п.л.)
24. Хохлов В.В. Стабілізація змінний частини поточних пасивів короткостроковими запозиченнями на міжбанківському ринку / В.В. Хохлов,

- А.П.Вожжов // Вісник ДДФЕИ. – 2002. - № 1(7). – с. 124-129. (личный вклад автора – 0,18 п.л.)
25. Хохлов В.В. Структурные уравнения развития экономики региона // Вестник СевГТУ. Вып. 33: Экономика и финансы: Севастополь, 2001. – с. 48-51. (0,25 п.л.)
26. Хохлов В.В. Управление кредитным риском банка на основе метода диверсификации / В.В. Хохлов, Е.Л. Гринько, А.С. Корягина // Світ фінансів. – № 3(16), 2008. – с. 99-106. (личный вклад автора – 0,16 п.л.)
27. Хохлов В.В. Факторная оценка функционирования структурного подразделения сложной производственной системы / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун // Научный журнал «Бизнес информ». – № 5(2), 2010. – с.36-40. (личный вклад автора – 0,15 п.л.)
28. Хохлов В.В. Факторно-кореляційний аналіз депозитів домашніх господарств / В.В. Хохлов // Вісник НБУ. – №7 (185), 2011. – с.33-37. (0,31 п.л.)

Учебные пособия

29. Хохлов В.В. Функционирование валютного рынка в условиях трансформации мировой валютной системы: монография / А.П. Вожжов, В.В. Хохлов, Л.А. Прудникова [и др.]. – Севастополь: СевНТУ, 2012. – 204 с. (личный вклад автора – 5,2 п.л.)
30. Хохлов В.В. Валютные операции коммерческих банков в Украине: учеб. пособ. / В.В. Хохлов, Л.М. Алексеева, А.П. Вожжов. – Севастополь: Изд-во СевГТУ, 2000. – 136 с. (личный вклад автора – 2,8 п.л.)
31. Хохлов В.В. Валютный рынок и валютные операции коммерческих банков: учеб. пособ. / В.В. Хохлов, А.П. Вожжов, Ю.А. Блащук [и др.]. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2005. – 282 с. (личный вклад автора – 3,5 п.л.)
32. Хохлов В.В. Управление финансами субъектов хозяйствования: Практикум: учеб. пособие / А.П. Вожжов, С.В. Сорокина, В.В. Хохлов [и др.]. – К.: Знание, 2014. – 324 с. (личный вклад автора – 0,4 п.л.)

Основные публикации в других изданиях

33. Хохлов В.В. Моделирование и оценка стабильности банковских депозитов Украины и стран ЕС в условиях кризиса / В. Хохлов, Е. Гринько, М. Чиркова. – Journal of Corporate Management and Economics, MANEKO: 2014.01, Rocnik VI. – p. 51-60. (личный вклад автора – 0,3 п.л.)
34. Khokhlov V. Estimation of transition matrices in multidimensional Markovian chains and dynamic systems / V. Khokhlov, S. Holm, I. Isaksson // University of Goteborg. – Research rep. No 2, 1987. – ISSN 0349-8034. – 14 p. (1,75 п.л., личный вклад автора – 0,75 п.л.)
35. Khokhlov V. Generalized least squares estimation with estimated covariance matrix / V. Khokhlov, S. Holm // Chalmers University of technology. – Preprint No 13, 1987. – ISSN 0347-2809. – 8 p. (личный вклад автора – 0,5 п.л.)

36. Хохлов В.В. Методология оценки риска страховщика на рынке финансовых услуг / В.В. Хохлов // Познание, образование, творчество: философские, методологические, социальные, экономические, правовые, психолого-педагогические и гуманитарные аспекты: Сборник статей, зарег. в УкрИНТЭИ, свид. №253 от 07.05.2007г. – Севастополь, 2007. – с.58-60. (0,4 п.л.).
37. Хохлов В.В. Проблемы факторного анализа в исследовании экономических процессов / В.В. Хохлов // Становление современной экономики: научно-технические аспекты: Сборник статей, зарег. В УкрИНТЭИ, свид. № 232 от 06.06.2008. – с. 139-142. (0,5 п.л.)
38. Хохлов В.В. Задачи и методы факторного анализа при моделировании сложных систем / В.В. Хохлов // Рукопись.– Деп. В УкрНИИТИ 25.02.93.– Севастополь, 1993.– № 273-Ук93.– 24 с. (3 п.л.)
39. Хохлов В.В. Идентификация регрессионных моделей с нестационарным шумом в условиях неопределенности / В.В. Хохлов, М.А. Литвинов // II ВК «Перспективные методы планирования и анализа экспериментов при исследовании случайных полей и процессов», М.: 1985, Часть 1.– с. 152-154. (личный вклад автора – 0,1 п.л.)
40. Хохлов В.В. Многомерная факторная авторегрессионная модель прогнозирования экономических процессов / В.В. Хохлов // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Прогнозування соціально-економічних процесів» (ПСЕП-2010), Бердянськ, 3-5 червня 2010 р.– К.: КВІЦ. – с. 50-52 (0,19 п.л.).
41. Хохлов В.В. Многомерные факторные авторегрессионные модели как инструмент анализа и прогноза тенденций развития крупномасштабных экономических систем / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун // Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем: сборник научных трудов IV Международной школы-симпозиума АМУР-2010 (Севастополь, 13-19 сентября 2010). – Симферополь: ТНУ им. В.И. Вернадского, 2010. – с. 392-399. (личный вклад автора – 0,25 п.л.)
42. Хохлов В.В. Моделирование налично-денежного оборота Марковскими цепями / В.В. Хохлов, А.П. Вожжов // Сб. тез. докладов 1-й междунар. науч.-прак. конф. «Проблемы становления рыночной экономики: информационное и финансовое обеспечение деятельности предпринимательских структур». – Севастополь: Изд-во СевГТУ, 1998. – с.44-52. (0,56 п.л., личный вклад автора – 0,28 п.л.)
43. Хохлов В.В. Моделирование экономики региона системой одновременных уравнений / В.В. Хохлов // Сб. тез. докл. Крым. Рег. науч.-прак. конф. «Финансовые аспекты экономического развития региона». – Севастополь: Изд-во СевГТУ, 1999.– с. 58-62. (0,32 п.л.).
44. Хохлов В.В. Моделирование денежных потоков с использованием цепей Маркова / В.В. Хохлов // Сб. тез. докладов науч.-прак. семинара «Банковские услуги: зарубежный и отечественный опыт». – Севастополь: Изд-во СФ КИЭХП, 1998. – с.24-28. (0,32 п.л.).

45. Хохлов В.В. Моделирование экосистем структурными уравнениями с адаптацией / В.В. Хохлов // «Мягкие оболочки и экология»: сборник статей, – Севастополь, 1990.–с. 96-98. (0,19 п.л.).
46. Хохлов В.В. Оценка значений факторов экономических процессов / В.В. Хохлов // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Методы финансового обеспечения устойчивого экономического развития», Севастополь, 3-6 сентября 2009 г.–Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. – с. 82-85. (0,25 п.л.).
47. Хохлов В.В. Оценка и прогноз риска сложной экономической системы с помощью эксплораторного стохастического факторного анализа // В.В. Хохлов, Е.И. Пискун // Тезисы докладов XVI Всеукраинской научно-методической конференции «Проблемы экономической кибернетики», Одесса, 14–16 сентября 2011 р. – Том II. – с. 42-43. (личный вклад автора – 0,06 п.л.)
48. Хохлов В.В. Оценка страхового риска банкротстве страховой компании / В.В. Хохлов, С.В. Прозор // Материалы Всеукраинской научно-методической конференции, Севастополь, 6-9 сентября 2006 г. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. – с.125-128. (личный вклад автора – 0,13 п.л.)
49. Хохлов В.В. Подходы к оценке инновационного риска интегрированных структур / В.В. Хохлов, Е.И. Пискун // II Міжнародна науково-методична конференція «Моделювання економіки: проблемі, тенденції, досвід», Тернопіль, 06-08 жовтня 2011 р. – с. 71-72. (личный вклад автора – 0,06 п.л.)
50. Хохлов В.В. Прогнозирование макроэкономических показателей системы с помощью фильтра Калмана / В.В. Хохлов // Тез. 2-й междунар. научн.-практ. конф., Севастополь: Изд-во СевГТУ, 2000. – с. 88-91. (0,25 п.л.).
51. Хохлов В.В. Регрессионно-факторная модель развития экономических процессов / В.В. Хохлов // Материалы 3-й международной научно-теоретической конференции «Актуальные проблемы экономического и социального развития производственной сферы», Донецк, 7-8 июня 2006 г. –Донецк: Изд-во ДонНТУ, 2006.– с.266-268. (0,25 п.л.).
52. Хохлов В.В. Статистический подход к оценке риска валютный операций / В.В. Хохлов // Сб. тез. докладов науч.-практ. семинара «Банковские услуги: зарубежный и отечественный опыт», Севастополь: Изд-во СФ КИЭХП, 1998 г. – с. 24-35. (0,25 п.л.).
53. Хохлов В.В. Стохастический факторный анализ депозитов домашних хозяйств / В.В. Хохлов // «Методы финансового обеспечения устойчивого экономического развития»: Материалы Всеукраинской научно-практической конференции, г. Севастополь, 06-09 сентября 2011. – с. 243-245. (0,125 п.л.).
54. Хохлов В.В. Факторная авторегрессионная модель прогнозирования депозитов домашних хозяйств / В.В. Хохлов // «Методы и модели фи-

- нансового обеспечения устойчивого экономического развития»: Материалы Всеукраинской научно-практической конференции, г. Севастополь, 05-08 сентября 2012 г., – с.179-181. (0,19 п.л.).
55. Хохлов В.В. Эксплораторный факторный анализ динамики срочных депозитов / В.В. Хохлов // «Финансовый механизм и учетно-аналитическое обеспечение устойчивого экономического развития»: Материалы Всеукраинской научно-практической конференции, г. Севастополь, 04-07 сентября 2013 г., – с.94-96. (0,19 п.л.).