

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР им. А.А. ДОРОДНИЦЫНА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НИУ)
СЕКЦИЯ ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ РАН
РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**VIII Всероссийская научная конференция
с международным участием
"Математическое моделирование
развивающейся экономики, экологии и технологий",
посвященная 80-летию академика А.А. Петрова
и 100-летию академика Г.С. Поспелова**

ЭКОМОД-2014

Москва, 21-24 октября 2014 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Издание второе



МОСКВА 2014

УДК 519.83+115.330

Ответственный редактор
член-корр. РАН И.Г. Поспелов

При поддержке РФФИ, проект № 14-01-20454 Г "Проект организации VIII Всероссийской научной конференции с международным участием "Математическое моделирование развивающейся экономики, экологии и технологий (ЭКОМОД-2014)", посвященной 80-летию академика А.А. Петрова (1934-2011) и 100-летию академика Г.С. Поспелова (1914-1998)."

На конференции обсуждаются теоретические и практические аспекты моделирования и прогнозирования экономики, новые явления и перспективы качественных изменений в экономике, экологии, технологии, методы и теория принятия решений, методы автоматизации проектирования, а также методы искусственного интеллекта. Конференция является продолжением конференций ЭКОМОД, проводившихся академиком А.А. Петровым, главой известной научной школы, зав. отделом ВЦ РАН и научным руководителем ФУПМ МФТИ. Эти конференции, в свою очередь, возродили традицию знаменитых научных школ академика Н.Н. Моисеева. К работе конференции привлечены ведущие ученые в области моделирования сложных систем и решений, которые обстоятельно освещают современное состояние последних научных достижений в этих областях.

Рецензенты
Ю.А. Флёрв, Г.Г. Канторович

Научное издание

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Вычислительный центр им. А.А. Дородницына
Российской академии наук, 2014

Организационный комитет:

Поспелов И.Г., член-корр. РАН, ВЦ РАН, председатель
Лотов А.В., д.ф.-м.н., профессор, гнс ВЦ РАН
Шананин А.А., д.ф.-м.н., профессор, декан ФУПМ МФТИ
Хорошевский В.Ф., д.ф.-м.н., профессор, зав. сектором ВЦ РАН
Оленёв Н.Н., к.ф.-м.н., доцент, снс ВЦ РАН
Самсонов А.Л., главный редактор журнала "Экология и жизнь"
Вржещ В.П., к.ф.-м.н., нс ВЦ РАН
Костюк Ф.В., ВЦ РАН

Программный комитет:

Евтушенко Ю.Г., академик РАН, директор ВЦ РАН, председатель
Ивантер В.В., академик РАН, директор ИНП РАН
Краснощеков П.С., академик РАН, гнс ВЦ РАН
Савин Г.И., академик РАН, директор МСЦ РАН
Флеров Ю.А., член-корр. РАН, зам. директора ВЦ РАН
Поспелов И.Г., член-корр. РАН, зав. отделом ВЦ РАН
Павловский Ю.Н., член-корр. РАН, гнс ВЦ РАН
Лотов А.В., д.ф.-м.н., профессор, гнс ВЦ РАН
Шананин А.А., д.ф.-м.н., профессор, декан ФУПМ МФТИ

Секретари конференции:

Бурова Наталия Константиновна (ВЦ РАН)
e-mail: burova@ccas.ru

Сидорова Татьяна Владимировна (ВЦ РАН)
тел.: +7 495 135 30 23

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

ПРИГЛАШЕННЫЕ ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЧИКИ:

Ивантер В.В., академик РАН, д.э.н., профессор (ИНП РАН).
Перспективы экономического развития России.

Полтерович В.М., академик РАН, д.э.н., к.ф.-м.н., президент Новой экономической ассоциации (ЦЭМИ РАН).
Проектирование реформ.

Поспелов И.Г., член-корр. РАН, д.ф.-м.н. (ВЦ РАН).
Научное наследие академика А.А. Петрова.

Алескерев Ф.Т., д.т.н., профессор (НИУ ВШЭ).
Процедуры выбора в анализе больших данных.

Васин А.А., д.ф.-м.н., профессор (МГУ).
Модели развития сетевых рынков.

Ершов Э.Б., д.э.н., профессор (НИУ ВШЭ).

Лотов А.В., д.ф.-м.н., профессор (ВЦ РАН).
Визуализация границы Парето в задачах поиска сбалансированных экологических решений.

Шананин А.А., д.ф.-м.н., профессор (МФТИ (ГУ)).
Проблемы математического моделирования российской экономики.

Шатров А.В., д.ф.-м.н., профессор (ВятГУ).
История проведения конференций «ЭКОМОД» в Вятском государственном университете: 2006-2012 годы.

Tangian A., prof. (Hans Boeckler Foundation, Düsseldorf, Germany).
Повышение представительности парламента при альтернативной архитектуре голосования.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Пленарные доклады..... | 6 |
| Системный анализ развивающейся экономики | 11 |
| Имитационное моделирование и автоматизация проектирования .. | 46 |
| Математические проблемы принятия решений..... | 70 |
| Новые информационные технологии: теория и практика | 87 |
| Проблемы и методы прогнозирования российской экономики | 92 |
| Новые явления в экономике и экологии..... | 95 |
| Математические модели и методы финансовой инженерии | 96 |
| Новые информационные технологии: теория и практика | 110 |
| Алфавитный указатель авторов | 125 |

Пленарные доклады

1. *Лотов А.В.* Визуализация границы Парето в задачах поиска сбалансированных экологических решений. 7
2. *Танган А.С.* Повышение представительности парламента при альтернативной архитектуре голосования. 8
3. *Шананин А.А.* Проблемы математического моделирования российской экономики. 9
4. *Шатров А.В.* История проведения конференций «ЭКОМОД» в Вятском государственном университете: 2006-2012 годы. 10

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГРАНИЦЫ ПАРЕТО В ЗАДАЧАХ ПОИСКА
СБАЛАНСИРОВАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

Лотов А.В.

ВЦ РАН

Россия, 119991, г. Москва, ул. Вавилова, 40

Тел.: (499) 1351209, факс (499) 1356159

E-mail: avlotov@yandex.ru

Экологические проблемы принятия решений связаны с наличием нескольких критериев и требуют привлечения к участию в принятии решений наряду со специалистами политиков и представителей общественности. Это приводит к отказу от построения функций полезности и использованию методов визуализации границы Парето при выборе решений. Методы визуализации многомерной границы Парето на основе аппроксимации оболочки Эджворта-Парето (ОЭП) предложены в [1,2]. Предварительная аппроксимация ОЭП позволяет реализовать интерактивную визуализацию и анимацию границы Парето на основе изображения карт решений – совокупностей двухкритериальных сечений ОЭП, наложенных одно на другое. За последнее десятилетие этот подход был использован для поддержки переговоров и при принятии решений при выборе стратегий улучшения качества воды [3-5], при разработке интегрированных проектов использования водных ресурсов на уровне бассейна реки [6], при разработке правил управления каскадом ГЭС [7].

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект 13-01-00235), ПФИ Президиума РАН П-15 и П-18, а также ПФИ ОМН №3

Список литературы

1. Лотов А.В., Бушенков В.А., Каменев Г.К. и Черных О.Л. Компьютер и поиск компромисса. Метод достижимых целей. – М.: Наука, 1997. 239 стр.
2. Lotov A.V., Bushenkov V.A., and Kamenev G.K. Interactive decision maps. Approximation and visualization of Pareto frontier. – Boston: Kluwer, 2004. 310 P.
3. Lotov A.V., Bourmistrova L.V., Efremov R.V., et al. Experience of model integration and Pareto frontier visualization in the search for preferable water quality strategies // Environmental modelling and software. 2005. V. 20. No. 2. P. 243-260.
4. Lotov A.V. Visualization of Pareto frontier in environmental decision making // I.Linkov (ed.) Risk Management Tools for Environmental Security, Critical Infrastructure and Sustainability. – Berlin etc.: Springer, 2007. P. 275-292.
5. Castelletti A., Lotov A., Soncini-Sessa R. Visualization-based multi-criteria improvement of environmental decision-making using linearization of response surfaces // Environmental Modelling and Software. 2010. V.25. P. 1552-1564.
6. Dietrich J., Schumann A.H., Lotov A.V. Workflow oriented participatory decision support for integrated river basin planning // A. Castelletti and R. Soncini Sessa (ed.) Topics on System Analysis and Integrated Water Resource Management. – Amsterdam etc.: Elsevier, 2007. P. 207-221.
7. Лотов А.В., Рябиков А.И., Бубер А.Л. Визуализация границы Парето при разработке правил управления ГЭС // Искусственный интеллект и принятие решений. 2013. № 1. Стр. 70-83.

**ПОВЫШЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОСТИ ПАРЛАМЕНТА ПРИ
АЛЬТЕРНАТИВНОЙ АРХИТЕКТУРЕ ГОЛОСОВАНИЯ**

Тангян А.С.

*Институт социально-экономических исследований Фонда Ганса Бёклера
Германия, 40476, г. Дюссельдорф, ул. Ганса Бёклера 39
Тел.: +49 (0)211 7778-259, факс: +49 (0)211 7778-190,
E-mail: andranik-tangian@boeckler.de*

На примере немецкого Бундестага показывается, что избранное правительство может оказаться недостаточно представительным. Мера совпадения позиций партий, прошедших в Бундестаг на выборах 2013 г., с общественным мнением по 36 актуальным вопросам показана в колонке «Индекс представительности» Таблицы 1. В результате Бундестаг, голосуя по каждому вопросу, представляет общественное мнение с вероятностью 0,51, т.е. его позиция практически не зависит от мнения электората. Одна из причин этого кроется в *архитектуре голосования* — понятии, аналогичному «архитектуре программы» в информатике.

Таблица 1. Распределение мест в немецком Бундестаге по результатам выборов 2013 г.

| Партия | Голоса (%) | Места в Бундестаге (%) | Индекс представительности (%) | Места в Бундестаге пропорционально индексам представительности (%) |
|---------|------------|------------------------|-------------------------------|--|
| ХДС/ХСС | 41,6 | 49,3 | 36,4 | 16,55 |
| СДПГ | 25,7 | 30,6 | 58,6 | 25,16 |
| Левые | 8,6 | 10,1 | 70,3 | 31,15 |
| Зеленые | 8,4 | 10,0 | 61,0 | 27,14 |

Поясним понятие архитектуры голосования на примере. Предположим, редактор научного журнала рассматривает статью, оцениваемую тремя рецензентами с учетом трех критериев: новизна, осведомленность в литературе и качество текста (ясность, стиль). Мнения трех рецензентов показаны в Таблице 2. Первая архитектура имеет порядок голосования $\downarrow \rightarrow$, и при ней статья отклоняется. Альтернативная архитектура имеет последовательность голосования $\rightarrow \downarrow$, приводя к противоположному исходу. Тот же принцип применим и к выбору из двух кандидатов, обозначенных «+» и «-».

Таблица 2. Две архитектуры голосования для принятия научной статьи к публикации.

| Критерий | Мнения трех рецензентов | | | Коллективное мнение | |
|------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|
| | | | | | |
| Научная новизна | + | + | - | \rightarrow | + |
| Осведомленность в литературе | + | - | + | \rightarrow | + |
| Качество текста | + | - | - | \rightarrow | - |
| Окончательное мнение | \downarrow | \downarrow | \downarrow | | \downarrow |
| | + | - | - | \rightarrow | + |

При альтернативной архитектуре выборов избиратели голосуют по пунктам предвыборных программ, определяя политический профиль электората. Близость к нему профилей партий характеризуется их индексами представительности, пропорционально которым распределяются парламентские места (см. Таблицу 1). Теперь уже Бундестаг представляет общественное мнение с вероятностью 0,61; детали см. в [1,2].

Список литературы

1. Tangian A. *2013 Election to German Bundestag from the Viewpoint of Direct Democracy*. — Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung, 2013.
2. Tangian A. *Mathematical Theory of Democracy*. — Berlin: Springer, 2014.

**ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ**

Шананин А.А.

*МФТИ (ГУ), г. Долгопрудный Московской области, Институтский переулок 8,
+79165019465, alexshan@yandex.ru*

В докладе обсуждаются ключевые проблемы математического моделирования российской экономики, связанные с интеграцией в мировые товарные и сырьевые рынки. Для анализа влияния процесса импортозамещения на российскую экономику, проведения качественной и количественной оценки этого влияния, требуются новые математические модели и инструменты обработки статистики, которые бы учитывали специфику российской экономики и ее участия в мировом процессе глобализации. В докладе рассматриваются постановки математических задач и результаты исследований по следующим проблемам: моделирования производства в низко конкурентоспособных отраслях российской промышленности с учетом дефицита оборотных средств и нестабильного спроса; моделирования инвестиционной деятельности в реальном секторе экономики в условиях несовершенного рынка капитала; экономических измерений в условиях большой эластичности замещения отечественных и импортных товаров.

Первая проблема связана с описанием производства в отечественном обрабатывающем секторе российской экономики, для которого характерны низкая конкурентоспособность отечественной продукции по сравнению с импортными аналогами. Разработана модель производства, учитывающая влияние развивающейся торговой инфраструктуры и нестабильного спроса на отечественную продукцию. Исследование модели основано на применении аппарата теории экстремальных задач, эргодической теории и изучение специфики соответствующего оператора Беллмана. Модель позволяет анализировать влияние экономической конъюнктуры на рыночную оценку производства и ловушку, в которую попадает экономика, когда увеличение процентных ставок по кредитам вызывает уменьшение рыночной оценки производства, которое порождает снижение кредитных рейтингов и дальнейшее увеличение процентных ставок по кредитам.

Вторая проблема связана с разработкой математических моделей влияния процессов в кредитно-денежной сфере на импортозамещение и эволюцию производственной системы. Риски, связанные с задержками в реализации продукции отечественных обрабатывающих отраслей, приводят к большому превышению процентных ставок по кредитам над ставками по депозитам, т.е. несовершенному рынку капитала. Моделирование инвестиционной активности экономических агентов в этих условиях предполагает использование и развитие подхода Кантора-Липмана к оценке доходности инвестиционных проектов и ликвидности финансового состояния.

Третья проблема связана с необходимостью отражения процесса конкуренции отечественных товаров и их импортных аналогов требует модификации методов обработки статистической информации. Традиционные предположения о стабильности затрат в разрезе импортная-отечественная продукция по отношению к выпуску не выполняются. Поэтому необходимо описывать процесс выбора между отечественными и импортными товарами-ресурсами. Для этого используется модифицированная модель Хаутеккера-Йохансена, в которой учитывается замещение импортных и отечественных товаров на микроуровне. Для оценки эластичности замещения производственных факторов (импортных и отечественных товаров) на микроуровне исследуются соответствующие обратные задачи интегральной геометрии.

**ИСТОРИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИЙ «ЭКОМОД» В ВЯТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ: 2006-2012 ГОДЫ**

Шатров А.В.

*Вятский государственный университет,
Факультет экономики и менеджмента,
каф. математического моделирования в экономике,
Россия, 610000, г. Киров, ул. Московская 36,
Тел.: (8332)64-48-16, факс: (8332)35-02-11,
E-mail: avshatrov1@yandex.ru*

Конференции серии ЭКОМОД были задуманы и проводились в Вятском государственном университете с 2006 по 2012 год как продолжение традиции летних школ академика АН СССР Н. Н. Моисеева, организованных им в 1960-1980-х годах. Идея возобновления обсуждалась в 2005 году и была с энтузиазмом поддержана учениками Н.Н. Моисеева – академиком РАН А.А. Петровым и членом-корреспондентом РАН (в то время профессором и заведующим сектором ВЦ РАН) И. Г. Поспеловым. С самого начала организация конференций была под неусыпным вниманием академика А.А. Петрова, принимавшим непосредственное участие в качестве сопредседателя оргкомитета до 2009 года. Организация и проведение конференций были поддержаны грантами РФФИ. К работе в конференции ЭКОМОД привлекались ведущие ученые в области моделирования сложных систем и решений, которые обстоятельно представляли результаты собственных исследований и современное состояние научных достижений в этих областях. Молодые ученые, аспиранты и студенты, составляющие около половины участников, докладывали свои результаты ведущим специалистам на секционных заседаниях конференции. Были также организованы лекции на сопутствующих семинарах молодежной школы. Для ВятГУ эти конференции были не только неоценимым опытом проведения научных мероприятий, но послужили толчком для развития научных исследований в математическом моделировании сложных систем. Были созданы условия для проведения совместных исследований с учеными ВЦ РАН, выполнено несколько совместных проектов, организована научная лаборатория «Математическое моделирование сложных систем» на правах филиала ВЦ РАН. В работе конференции участвовали более 400 человек из 22 регионов РФ, а также зарубежные участники из Австрии, Украины, Таджикистана, Вьетнама, Ирана, Монголии. Избранные доклады, представленные на конференции, опубликованы в Сборниках трудов и 3-х выпусках научного журнала Вятского государственного университета «Advanced Science». Следует отметить, что проводились конференции в живописном месте в 40 км от г. Кирова, на площадке бывшего биотехнологического комплекса МО Киров-200, своеобразного памятника былого величия ВПК, сохранившего достаточно хорошую инфраструктуру не только для проведения научных мероприятий, но для активного отдыха.

СЕКЦИЯ I

Системный анализ развивающейся экономики

Председатели секции член-корр. РАН Поспелов И.Г., проф. Шананин А.А.

Секция посвящена разработке методов построения и анализа математических моделей экономических систем. Особое внимание будет уделено математическому моделированию российской экономики с учётом особенностей: неоднородности производственной системы, роли теневого оборота, несовершенств денежной системы, проблемы экономических измерений, возможности реформирования экономической системы.

1. *Абрамов А.П.* Циклическая динамика потребления в модели децентрализованной экономики. 13
2. *Асадуллин М.Р., Симонов П.М.* Экономико-математическая модель эксплуатации военно-транспортных самолетов по контрактам обеспечения постпроизводственных стадий жизненного цикла. 14
3. *Васильев С.Б., Пильник Н.П.* Модель банковской системы США: описание переходных процессов в течение 1970-х – 2010-х годов. 15
4. *Ващенко М.П., Оракбаев Е., Шананин А.А.* Математическая модель экономики Казахстана. 16
5. *Вржещ В.П., Санникова И.В.* Моделирование баланса доходов и расходов российского населения. 17
6. *Горелов М.А.* Игра с умышленно искажаемой информацией. 18
7. *Дикусар В.В., Оленев Н.Н.* Нерегулярные ситуации в задаче о внешнем долге. 19
8. *Дмитриев М.Г., Михайлов А.П., Петров А.П.* Моделирование влияния коррупции на систему «Власть-Общество-Экономика». 20
9. *Жукова А.А., Поспелов И.Г.* Исследование стохастической модели сбережений с инерционностью потребления. 21
10. *Завадский Г.А.* Модель сектора недвижимости. 22
11. *Клемашев Н.И., Шананин А.А.* Прогнозирование спроса с помощью непараметрического метода анализа торговой статистики. 23
12. Кононенко А.Ф., *Шевченко В.В.* Об игровом и ролевом подходах к описанию экономических взаимодействий. 24
13. *Королёв О.Л.* Моделирование управления информационно-сервисными системами. 25
14. *Кукушкин Н.С.* О модели финансовой пирамиды «по Стивенсону». 26

| | | |
|-----|--|----|
| 15. | <i>Кусый М.Ю.</i> Методологический подход к использованию текущей волатильности в прогнозном моделировании на финансовых рынках. | 27 |
| 16. | <i>Малахов Д.И.</i> Эволюция распределения банков РФ по ключевым агрегированным показателям. | 28 |
| 17. | <i>Матвеев В.Д., Оленев Н.Н., Шатров А.В.</i> Математическая модель оценки интересов социальных групп в период финансово-экономического кризиса. | 29 |
| 18. | <i>Меньшиков И.С.</i> Лабораторный анализ влияния контекста на процесс принятия решений. | 30 |
| 19. | <i>Молчанов Е.Г., Шананин А.А.</i> Обратные задачи, возникающие при анализе технологической структуры производства в условиях глобализации. | 31 |
| 20. | <i>Оленев Н.Н.</i> Опыт идентификации модели Удзавы-Лукаса. | 32 |
| 21. | <i>Оленев Н.Н., Остапов В.А.</i> Исследование динамической модели экономики с учетом венчурного капитала. | 33 |
| 22. | <i>Паламарчук Е.С.</i> Оценка долгосрочных последствий в одной задаче экологической экономики. | 34 |
| 23. | <i>Пильник Н.П.</i> Система статистических балансов экономики России. | 35 |
| 24. | <i>Поспелова Л.Я., Шананин А.А.</i> Сегментация рынков на основе анализа рациональности поведения потребителей. | 36 |
| 25. | <i>Рязанов В.В.</i> Непараметрический метод анализа рациональности биржевой статистики. | 37 |
| 26. | <i>Симонов П.М., Кореков А.В.</i> Задача моделирования мгновенной и текущей ликвидности коммерческого банка. | 38 |
| 27. | <i>Симонов П.М., Шульц М.Н.</i> Вычислимая модель общего экономического равновесия экономики России. | 39 |
| 28. | <i>Станкевич И.П.</i> Многопродуктовая модельная декомпозиция компонент валового внутреннего продукта России. | 40 |
| 29. | <i>Федоров А.В.</i> Особенности подходов к оценке экономической эффективности инвестиций в информационные технологии. | 41 |
| 30. | <i>Флёрова А.Ю.</i> Задачи оптимального управления с фазовыми ограничениями, возникающие при исследовании кривых Хубберта. | 42 |
| 31. | <i>Цыбатов В.А.</i> Модель субъекта РФ для целей прогнозирования и стратегирования. | 43 |
| 32. | <i>Чуканов С.В.</i> Качественные свойства моделей оптимальной экономической динамики. | 44 |
| 33. | <i>Шимановский Д.В.</i> Роль неценовой конкуренции в процессе прогнозирования конъюнктуры кредитного рынка. | 45 |

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ В МОДЕЛИ
ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ЭКОНОМИКИ

Абрамов А.П.

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова 40,

Тел.: (499)135-00-80, факс: (499)135-61-59,

E-mail: apabratov@list.ru

Рассмотрим открытую динамическую модель экономики с леонтьевскими технологиями и конечным потреблением, в которой конечное потребление $c(t)$ и объем производства $x(t)$ на шаге t удовлетворяют ограничению $Ax(t) + c(t) \leq x(t-1)$, где A – матрица затрат. Пусть $c^d(t)$ – объемом спроса на конечное потребление на шаге t . Предположим, что $c^d(t) = Gx(t-1)$, где G – неотрицательная квадратная матрица. Вектор величин спроса $x^d(t-1)$ вычисляется так: $x^d(t-1) = Ax^p(t) + c^d(t)$, где $x^p(t)$ – вектор планов выпуска на шаге t . Предполагается, что первоначально установленные планы невыполнимы из-за нехватки ресурсов, и планы корректируются в соответствии с имеющимися ресурсами (см. [1]). План $x_i^p(t)$ выпуска отрасли i соответствует суммарной оценке предполагаемых объемов сбыта продукции на нужды производства и конечное потребление. Прогноз объема сбыта продукции на производственные цели вычислять согласно модели [2] с использованием диапазонов успешности реализации продукции, предназначенной на нужды производства. Соответственно, первое слагаемое плана выпуска имеет вид $\bar{k}_{ii}\bar{x}_i^s(t-2)$. Второе слагаемое вычисляется с использованием вектора $c_i^d(t)$. Тогда $x_i^p(t) = \bar{k}_{ii}\bar{x}_i^s(t-2) + \hat{k}_{ii}c_i^d(t)$. Получаем связь между векторами выпуска на двух соседних шагах: $x(t) = \beta(t)(\bar{K}(t)A + \hat{K}(t)G)x(t-1)$, где скаляр $\beta(t)$ соотносит векторы выпуска и плана, а положительные элементы диагональных матриц $\bar{K}(t)$ и $\hat{K}(t)$ образованы наборами коэффициентов планирования. Применение индукции позволяет выписать связь между векторами $x(t)$ и $x^p(1)$ так: $x(t) = \beta(t) \cdots \beta(1)(\bar{K}(t)A + \hat{K}(t)G) \cdots (\bar{K}(2)A + \hat{K}(2)G)x^p(1)$.

Теорема. Если сумма $A + G$ образует неразложимую матрицу, векторы $x(0)$ и $x^p(1)$ строго положительны и планы на каждом шаге корректируются под наличные ресурсы, то, начиная с некоторого шага, возникает цикличность в произведении матриц, фигурирующих в правой части данной формулы.

Если матрица $A + G$ примитивна, то здесь также можно указать вид предельных точек последовательности нормированных выпусков. Предельный цикл последовательности нормированных выпусков порождает в этой модели предельный цикл последовательности нормированных векторов потребления.

Список литературы

1. Абрамов А.П. Сбалансированный рост в моделях децентрализованной экономики. – М.: Либроком, 2011.
2. Абрамов А.П. Циклический рост в модели замкнутой децентрализованной экономики// Проблемы управления. 2012. № 2. Стр. 32-37.

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ВОЕННО-ТРАНСПОРТНЫХ САМОЛЕТОВ ПО КОНТРАКТАМ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСТПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТАДИЙ
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

Асадуллин М.Р., *Симонов П.М.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Экономический ф-т, каф. информационных систем и математических методов
в экономике,*

Россия, 614990, г. Пермь, ул. Дзержинского, 2А, корп. 12, ауд. 105,

Тел.: (342) 2-396-341, 2-396-769

E-mail: msmk_90@mail.ru, simpn@mail.ru

Современное состояние российской военно-транспортной авиации является кризисным: катастрофически низкий уровень исправности авиационной техники, недостаточность бюджетного финансирования для поддержания ее боеготовности ввиду высоких эксплуатационных затрат, отсутствие прямой заинтересованности заводоизготовителей в устранении конструктивно-производственных недостатков авиатехники при одновременном завышении цен на услуги по ее ремонту. Таким образом, становится очевидной необходимость пересмотра традиционного подхода к организации системы эксплуатации военной авиационной техники. Это и определило цель исследования – разработать экономико-математическую модель эксплуатации военно-транспортных самолетов (ВТС), обеспечивающую объединение интересов поставщиков-изготовителей и заказчиков военно-транспортных самолетов в повышении эффективности эксплуатации в условиях как мирного, так и военного времени.

На данном этапе исследования автором разработана концептуальная модель системы эксплуатации полка ВТС, основными элементами которой являются инженерно-авиационная служба (ИАС) военной части, завод-изготовитель авиадвигателей и компания-оператор, являющаяся дочерней структурой завода-изготовителя. Между участниками системы заключается контракт на обеспечение постпроизводственных стадий жизненного цикла парка двигателей, по условиям которого компания-оператор проводит мероприятия по поддержанию заданного уровня его исправности при одновременном снижении эксплуатационных затрат, а также эффективно взаимодействует с заводом-изготовителем, осуществляющем капитальный ремонт двигателей и устранение их конструктивно-производственных недостатков. ИАС обеспечивает эксплуатацию рассматриваемого парка авиадвигателей в составе расчетной группы ВТС и проводит регулярные платежи компании-оператору, размер которых определяется исходя из обеспечиваемого компанией-оператором уровня исправности парка двигателей и эксплуатационных затрат ИАС. Данная система эксплуатации позволит заинтересовать не только ИАС, но и заводы-изготовители авиационной техники в повышении уровня ее исправности.

В ходе дальнейшего исследования будет проведена формализация модели с использованием методов теории массового обслуживания и имитационного моделирования, оценены параметры эффективности ее функционирования в условиях мирного и военного времени.

МОДЕЛЬ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ США: ОПИСАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕЧЕНИЕ 1970-х – 2010-х ГОДОВ

***Васильев С.Б., Пильник Н.П.**

*Национальный Исследовательский Университет «Высшая Школа Экономики»,
Факультет экономики, кафедра математической экономики и эконометрики
Россия, 119049, г. Москва, ул. Шаболовка 28, корп. 2, к. 112,
Тел.: (495)772-95-90*026047, факс: (495)772-95-90*026047,
E-mail: sbvasilyev@gmail.com, u4d@yandex.ru*

В докладе представлена модель оптимального поведения банковской системы США в период с 1970-х по начало 2010-х годов, особенностью которой является учёт переходных процессов происходивших в данный отрезок времени.

Существенная часть работы посвящена исследованию доступной статистики финансовой (банковской в частности) системы США, существенно отличающейся от российской. Кроме того, изучена и приведена структура финансовой системы США, а также изучена структура (и её динамика) активов и пассивов банковской системы. Далее, приводится подробное описание наиболее важных на наш взгляд изменений, происходивших как в банковской системе, так и в американской экономике в целом.

Приведена модель оптимального управления, использующая принцип рациональных ожиданий в той же степени, что и предложенная в работе [1] модель для банковской системы России.

В процессе своей основной деятельности в каждый момент времени банк обладает запасом выданных ипотечных кредитов и прочих кредитов, по которым получает проценты по различным ставкам. Изменения в кредитах описываются как разность между вновь выданными и выбывшими, причем, для описания процесса выбытия используется показатель обратной дюрации, то есть коэффициент частоты возврата. Кроме того, у банка есть запас привлечённых внутренних и иностранных депозитов, по которым он выплачивает проценты также по разным ставкам. Наконец, банк имеет запас ценных бумаг по текущей цене, по которым он получает выплаты с некоторой доходностью, и прочие активы. В докладе получено регулярное решение задачи банка.

Приводится калибровка на реальных данных, в рамках которой обнаруживается смена режимов функционирования, которая не может быть учтена в модели такого вида. Предлагается оригинальная форма условий дополняющей нежёсткости, где может быть реализована данная смена режимов. Для демонстрации гибкости такого подхода проводится калибровка сокращенной модели с такими условиями дополняющей нежёсткости. В результате, модель успешно учитывает изменения в режимах функционирования, и, более того, показано, что данные изменения не могут быть учтены без модифицированных условий дополняющей нежёсткости.

Список литературы

1. Андреев М.Ю., Пильник Н.П. и Пospelов И.Г. Моделирование деятельности современной российской банковской системы // «Экономический журнал Высшей школы экономики», 2009, том 13, №1, с. 143 – 171

*Вашенко М.П.¹, Оракбаев Е.², Шананин А.А.³

^{1,3} ВЦ РАН, 119333, Москва, Вавилова 40, телефон: +7(499)135-24-89, email: mikhail.vashchenko@gmail.com; alexshan@yandex.ru

² РГП на ПХВ «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», 10000 Казахстан, г.Астана, ул. Мирзояна, 2, телефон: +7 (7172) 70950, факс: +7 (7172) 709457, email: e.orakbayev@gmail.com

С появлением таможенного союза, перспектив вступления Казахстана в ВТО тема глобализации, интеграции Казахстана в мировое экономическое пространство стала как никогда актуальной. Процессы, связанные с более открытой внешнеторговой политикой стали во многом определять состояние некоторых отраслей, и, безусловно, они должны быть учтены при краткосрочном планировании.

На протяжении 2012-2013 гг. наблюдается тенденция, когда темпы роста импорта стали сильно опережать темпы роста экспорта: в 2012 году разница в темпах роста достигала 24%, по результатам восьми месяцев 2013 г. – 10%. Такая ситуация несет в себе потенциальные угрозы для отраслей экономики Казахстана, конкурирующих с импортными товарами на внутреннем рынке, в которых традиционно занята большая доля населения. Например, удельный вес продуктов животного и растительного происхождения, готовых продовольственных товаров в структуре импорта увеличился за 8 месяцев 2013 г. на 0,4% пункта, а в структуре экспорта сократился на 0,8% пункта. При том, что в сельском, лесном и рыбном хозяйстве Казахстана занята 25,54% населения даже такие изменения могут вызвать нежелательные негативные эффекты. По этой же причине, вопрос регулирования сельского хозяйства (объемов и механизмов его субсидирования) является одним из самых острых при переговорах Казахстана с членами ВТО.

Поскольку, по-видимому, вступление Казахстана в ВТО будет происходить через определенный переходный период, позволяющий адаптироваться отраслям экономики к новым условиям, востребованным оказались инструменты, которые позволили бы давать не только качественные, но и количественные оценки влияния конкуренции с импортом и самого импорта на деятельность отраслей казахстанской экономики.

В докладе обсуждается модель современной экономики Казахстана, учитывающую ее отраслевую специфику и особенности конкуренции продукции отраслей с импортными аналогами на внутреннем рынке. Модель основана на подходах, изложенных в [1]. Отдельное внимание уделяется вопросу построения межотраслевого баланса для укрупненной структуры экономики, исследуются вопросы применимости классических подходов Леонтьева В.В. к расчету коэффициентов прямых затрат для отраслей, конкурирующих на внутреннем рынке с импортом.

Список литературы

1. Гасников А.В., Обросова Н.К., Рудева А.В., Флёрва А.Ю., Шананин А.А. Моделирование влияния государственной энергетической политики на производственную систему России. М.: ВЦ РАН, 2006.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЛАНСА ДОХОДОВ И РАСХОДОВ
РОССИЙСКОГО НАСЕЛЕНИЯ**

***Вржещ В.П., Санникова И.В.¹**

**ВЦ РАН*

valentin.vrzheshch@gmail.com

¹*Московский физико-технический институт (государственный университет)*

В работе представлена межвременная модель макроэкономического агента Домохозяйство, который решает задачу максимизации дисконтированной полезности по управляющим переменным остатков наличных денег и валюты, банковских депозитов и кредитов, покупок импортных и внутренних товаров как длительного пользования, так и текущего потребления. Основным достоинством модели является возможность моделировать одновременно кредиты и депозиты, что достигается за счет предположения о покупках товаров длительного пользования за счет нетто-кредитов. Такой подход основывается на особенностях статистики баланса доходов и расходов российских домохозяйств, которые позволяют выдвигать очень сильные предположения о поведении домохозяйств как отдельного рационального макроэкономического агента.

Для моделирования как положительных нетто-кредитов, так и положительных нетто-депозитов были введены запасы импортных и внутренних товаров, выбытие которых входит в функцию полезности макроагента наравне с текущими покупками импортных и внутренних благ. Отдельно введены валютные остатки, прирост которых с 1999 г., по данным Центрального банка, составил порядка 180 млрд. долл. США.

Несмотря на относительно простую постановку задачи, введение запасов и их использование в функции полезности приводит к довольно непростой численной задаче, которую удается идентифицировать по 10 настроечным параметрам, часть из которых являются параметрами ограничений ликвидности или нормирующими константами.

Традиционные подходы моделируют домохозяйства набором агентов различных видов (одни владеют депозитами, другие привлекают кредиты) либо в постоянных пропорциях, либо динамическим распределением. Однако российская статистика позволяет сделать сильные предположения, которые дают перейти к моделированию одного макроагента Домохозяйство, одновременно владеющего депозитами и привлекающего кредиты.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-11-00432).

Горелов М.А.

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40;
Тел.: (499)1356207, E-mail: grierfer@ccas.ru

Во многих иерархических системах элемент верхнего уровня принимает решение на основе информации о выборе подчиненных. На практике часто эту информацию сообщают элементы нижнего уровня. При этом они могут солгать, а достоверность информации обеспечивается вероятностью проверки и угрозой наказания за ложные сообщения. Модель такой иерархической системы может выглядеть следующим образом.

Пусть задана игра в нормальной форме $\Gamma = \langle U, V, g, h \rangle$. Здесь U и V – множества стратегий первого и второго игроков, а g и h – их функции выигрыша. На ее основе построим игру $\Gamma^\# = \langle U^\#, V^\#, g^\#, h^\# \rangle$.

Фиксируем натуральное число n и обозначим через $N = \{0,1\}^n$ декартово степень множества $\{0,1\}$. Стратегиями первого игрока в игре $\Gamma^\#$ являются всевозможные пары (u^*, P) , где $u^* : N \rightarrow U$, а $P : V \rightarrow N$. Стратегиями второго игрока будут пары (v, r) , в которых $v \in V$, а $r = (r_1, \dots, r_n)$ – вектор с компонентами $r_i \in \{0,1\}$. Число n задает объем информации (в битах) получаемой первым игроком. Отображение P задает содержание этой информации, а функция u^* – принцип выбора управления на ее основе. Управление v – это «физический» выбор второго игрока, а вектор r – передаваемое им сообщение об этом выборе.

Будем считать заданной случайную величину $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_n)$ принимающую значения из множества N . Вероятностное распределение этой величины является параметром модели, известным обоим игрокам. Равенство $\xi_i = 1$ означает, что бит r_i будет проверен. Распределение величины ξ косвенным образом задает ограничение на количество проверок.

Функции выигрыша в игре $\Gamma^\#$ определяются равенствами

$$g^\#((u^*, P), (v, r), \xi) = g(u^*(\xi_1 P_1(v) + (1 - \xi_1)r_1, \dots, \xi_n P_n(v) + (1 - \xi_n)r_n), v) + \eta \sum_{i=1}^n \xi_i |P_i(v) - r_i|,$$

$$h^\#((u^*, P), (v, r), \xi) = h(u^*(\xi_1 P_1(v) + (1 - \xi_1)r_1, \dots, \xi_n P_n(v) + (1 - \xi_n)r_n), v) - \eta \sum_{i=1}^n \xi_i |P_i(v) - r_i|,$$

где $P(v) = (P_1(v), \dots, P_n(v))$. Величина η характеризует размер штрафа за искажение одного бита информации. Штраф взимается в пользу игрока верхнего уровня.

Предположим, что оба игрока ориентируются на математические ожидания своих выигрышей, а игрок номер один обладает правом первого хода. Тогда естественно полагать, что в ответ на выбор стратегии (u^*, P) второй игрок выберет стратегию (v, r) из множества

$$BR(u^\#) = \left\{ v^\# \in V^\# : \mathbf{M}h(u^\#, v^\#) = \max_{w^\# \in V^\#} \mathbf{M}h(u^\#, w^\#) \right\},$$

где \mathbf{M} – оператор вычисления математического ожидания.

Максимальный гарантированный результат первого игрока тогда равен

$$\sup_{u^\# \in U^\#} \inf_{v^\# \in BR(u^\#)} \mathbf{M}g(u^\#, v^\#, \xi).$$

Структура оптимальной стратегии первого игрока в игре $\Gamma^\#$ может быть найдена традиционными методами.

***Дикуссар В.В., Оленев Н.Н.**

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, Вавилова 40

Тел.: (499)135-00-80, факс: (499)135-61-59,

E-mail: dikussar@yandex.ru, nolenev@mail.ru

Рассматривается задача оптимального управления о внешнем долге страны в виде системы дифференциальных уравнений и смешанных ограничений типа равенств и неравенств. Поставленная задача относится к классу канонической задачи Дубовицкого-Милютин [1]. В качестве целевой функции выступает минимизация внешнего долга. В указанной задаче может возникать нерегулярная ситуация (локально-неуправляемая). В такой постановке справедлив принцип максимума в форме Дубовицкого-Милютин, который включает в точках нерегулярности обобщенные функции для сопряженных переменных. Последнее подразумевает скачок двойственных переменных в ситуациях нерегулярности.

Для решения указанной задачи предложен двухэтапный метод. На первом этапе определяется геометрия оптимальной траектории для ограничений типа неравенств. Для этой цели дифференциальные уравнения заменяются разностной схемой. В результате получаем задачу линейного программирования огромной размерности [2]. Для решения этой задачи применяется метод продолжения решений по параметру. Суть метода сводится к разделению отрезка интегрирования на систему вложенных отрезков. На первом отрезке получаем задачу линейного программирования малой размерности. Указанная задача решается с применением параллельных методов факторного анализа. Задача факторного анализа решается отысканием собственных значений матрицы наблюдения методом Якоби с применением техники параметризации. На последующем отрезке в качестве первого приближения используется решение, полученное на предыдущих итерациях. При этом происходит обработка полученной информации на основе полиномов Чебышева для прогноза первого приближения.

После получения геометрии оптимальной траектории (множества активных индексов) найденное решение проверяется на оптимальность на основе принципа максимума Дубовицкого-Милютин. В случае несоответствия изменяются шаги дискретизации исходного дифференциального уравнения. При этом используются методы интегрирования жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Рассмотрен тестовый пример для задачи о внешнем долге Российской Федерации.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (код проекта 13-07-01020), ПФИ Президиума РАН № 15 и ПФИ ОМН РАН №3.

Список литературы

1. Дубовицкий А.Я., Милютин А.А. Необходимые условия экстремума в некоторых линейных задачах со смешанными ограничениями // Вероятностные процессы и управление. – М.: Наука, 1978.
2. Голиков А.И., Евтушенко Ю.Г. Моллаверди Н. Применение метода Ньютона к решению задач линейного программирования большой размерности // ЖВМиМФ, 2004, том 44, № 9. С. 1564-1573.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОРРУПЦИИ НА СИСТЕМУ
«ВЛАСТЬ-ОБЩЕСТВО-ЭКОНОМИКА»**

***Дмитриев М.Г.^{1,2}, Михайлов А.П.^{3,4}, Петров А.П.³**

¹*Институт системного анализа РАН,
Россия, 117312, Москва, проспект 60-летия Октября, 9, Тел.: (499)135-24-38,
E-mail: mdmitriev@mail.ru*

²*НИУ Высшая школа экономики
101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20, Тел.: (495) 771-32-32
E-mail: mgdmitriev@hse.ru*

³*Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН
Россия, 125047, Москва, Миусская пл., д.4, Тел.: (499)972-37-14,
E-mail: petrov.alexander.p@mail.ru*

⁴*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Социологический ф-т,
Россия, Ленинские Горы, 1с33, Москва, 119234, Тел. (495) 939-46-98,
E-mail: apmikhailov@yandex.ru*

Модель «власть-общество-экономика» получена путем объединения модели «Власть-Общество» [1,2] и модели Солоу. В случае дискретной властной иерархии она имеет вид нелинейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Влияние коррупции на систему описывается изменением динамики распределения власти, изъятием части выпуска в пользу коррупционеров, а также уменьшением общей производительности факторов. В данном докладе для случая слабо коррумпированной иерархии изучается задача нахождения распределения власти, максимизирующего удельное потребление в стационарном режиме. Данная задача сводится к нахождению максимума нелинейной функции многих переменных с малым параметром и линейными ограничениями [3]. С помощью асимптотического разложения целевой функции выписывается задача линейного программирования для определения членов асимптотики первого порядка. Решение полученных экстремальных задач приводит к приближенному нахождению стационарного распределения власти, оптимального в смысле максимума удельного потребления. Показано, что для широкого класса случаев оптимальное распределение власти является дискретной контрастной структурой, аналогичной контрастным структурам, изучаемым в асимптотической теории дифференциальных уравнений [4]. Приведен иллюстративный пример.

Список литературы

1. Михайлов А.П. Математическое моделирование власти в иерархических структурах // Математическое моделирование, 1994. Т.6, №6, стр. 108-138.
2. Михайлов А.П. Исследование системы «власть-общество». М.: Физматлит, 2006. 144с.
3. М.Г. Дмитриев, А.А.Павлов, А.П.Петров. Модель «власть-общество-экономика» для случая слабо коррумпированной дискретной иерархии // Математическое моделирование, 2012. Т.24. №2. С.120-128.
4. А. Б. Васильева, В. Ф. Бутузов, Н. Н. Нефедов. Контрастные структуры в сингулярно возмущенных задачах // Фундаментальная и прикладная математика, 4, No. 3, 799–851 (1998).

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СБЕРЕЖЕНИЙ С
ИНЕРЦИОННОСТЬЮ ПОТРЕБЛЕНИЯ**

***Жукова А.А., Поспелов И.Г.**

*ВЦ РАН, 119333, Москва, Вавилова 40, телефон: +7(499)135-33-28,
E-mail: azhukova@hse.ru*

В современных математических моделях экономики часто предполагают инерционность потребления, цен, и т.п. [1,2]. Обычно решения находятся несколько неформально. Мы делаем попытку формального анализа задачи агента в такой модели. Основой служит модель не вполне ликвидного товара с конечным горизонтом планирования.

Подход к исследованию такой задачи был предложен в работе [3] при бесконечном горизонте планирования экономических агентов. Мы применили этот подход к моделям в стиле Calvo [2], с конечным горизонтом планирования. В такую модель мы добавили фазовые ограничения, которые имеют смысл ограничения ликвидности агента. Анализ модели поведения агента основан на применении достаточных условий оптимальности к задаче агента на конечном интервале времени. В результате обнаружен переходный режим, так называемый пограничный слой, в окрестности конца интервала планирования. Также переходный режим возникает при выравнивании рыночных показателей доходности активов. Эти режимы исследованы с помощью метода возмущений путем нормировки переменной времени [4].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-11-00432).

Список литературы

1. Grossman S.J., Laroque G. Asset Pricing and Optimal Portfolio Choice in the Presence of Illiquid Durable Consumption Goods. - *Econometrica*. - 1990. - V. 58. - P. 25-51.
2. Calvo G.A. Staggered prices in a utility-maximizing framework. - *Journal of Monetary Economics*. - 1983 - № 12(3). – P. 383 – 398.
3. Жукова А.А, Поспелов И.Г. Стохастическая модель торговли неликвидным товаром. - Журнал «Труды МФТИ». -2012. - том 4. – С. 131-147.
4. Verhulst F. *Methods and Applications of Singular Perturbations: Boundary Layers and Multiple Timescale Dynamics*, Texts in Applied Mathematics, New York: Springer, 2006, ISSN 0939-2475, P. 344.

МОДЕЛЬ СЕКТОРА НЕДВИЖИМОСТИ

Завадский Г.А.

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, Вавилова 40

Тел.: (499)783-33-28, факс: (499)135-61-59,

E-mail: zavgleb@gmail.com

В данной модели рассматривается рынок с пятью агентами: производитель, посредник, потребитель, банковская система и государство. Производитель занимается производством однородной продукции. Продавая свою продукцию, производитель получает доход, который он использует для погашения долгов, постройки новых объектов, выплаты зарплат и для формирования своего собственного капитала. Постройку новых объектов оцениваем количеством денег, которое выделяет производитель (застройщик) на конкретный объект. Эти деньги идут на закупку необходимых материалов и мощностей. При этом могут использоваться средства, взятые в кредит в банке, которые образуют долг. Собственные деньги застройщик также может использовать постройки объектов и, тем самым, не брать кредит в банке. Помимо собственных средств и кредитов, застройщик может привлекать деньги покупателей на начальной стадии строительства. Считаем, что после постройки вся продукция переходит посреднику (риелтору), который занимается ее продажей. Деньги от продажи поступают на счет производителя.

Основной задачей посредника является продажа продукции производителя. Количество готовых построек у посредника увеличивается за счет выпуска и уменьшается за счет продажи этой продукции.

Население является конечным потребителем продукции производителя. Часть населения работает в секторе недвижимости и получает в нем заработную плату. В каждый отдельный момент времени население ставит перед собой задачу распределения заработанных средств на текущее потребление, покупку недвижимости и сохранение денежных средств на депозитных счетах.

Население, как и производитель, имеет свои счета в банковской системе, которая может выдавать кредиты под установленный процент. Выдавая производителям кредит, банковская система ограничивает долг по кредиту долей от стоимости готовой продукции производителя. Государство собирает налоги на прибыль производителя, а также является покупателем части его продукции.

Приведены предварительные результаты численных расчетов по модели.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (коды проектов 12-01-00916, 13-07-01020), РНФ (код проекта 14-11-00432), ПФИ Президиума РАН № 15 и ПФИ ОМН РАН №3.

Список литературы

1. Гергель В.П., Горбачев В.А., Оленев Н.Н., Рябов В.В., Сидоров С.В. Параллельные методы глобальной оптимизации в идентификации динамической балансовой нормативной модели региональной экономики// Вестник ЮУрГУ, №25 (242), 2011. С.4-15. (Сер. "Математическое моделирование и программирование", вып.9.)

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА С ПОМОЩЬЮ
НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ТОРГОВОЙ
СТАТИСТИКИ**

***Клемашев Н.И., Шананин А.А.¹**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Факультет вычислительной математики и кибернетики,
Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, Ленинские горы, д. 1, стр. 52
Тел.: (495) 939-30-10, факс: (495) 939-25-96,
E-mail: niko.klemashev@gmail.com*

¹*Московский физико-технический институт (государственный университет)
Факультет управления и прикладной математики
Россия, 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9
Тел.: (495) 408-52-11, факс: (495) 408-80-88,
E-mail: alexshan@yandex.ru*

Доклад посвящён применению непараметрического метода анализа торговой статистики к задаче прогнозирования потребительского спроса. Данный метод основан на понятии рационализируемости торговой статистики в классе Φ_G неотрицательных, ненасыщаемых, монотонных, непрерывных и вогнутых функций полезности. Проводится сопоставление множеств прогнозов при дополнительном требовании положительной однородности рационализирующей функции и без него. Обсуждается понятие рационализируемости обратных функций спроса, заданных на конечном числе кривых Энгеля, характеризующих зависимость потребительского спроса от дохода потребителя при фиксированных ценах. Обратные функции спроса, заданные на конечном числе кривых Энгеля, рационализируемы в классе функций полезности Φ_G , если произвольная торговая статистика, полученная для фиксированного набора значений дохода потребителя, рационализируема в классе Φ_G . Рассматривается метод прогнозирования потребительского спроса, основанный на рационализируемости обратных функций спроса, заданных на конечном числе кривых Энгеля. В случае рационализируемости в классе положительно-однородных функций из Φ_G для построения множества прогнозов достаточно зафиксировать произвольный набор значений дохода потребителя и использовать полученную торговую статистику для прогнозирования. В общем случае для рационализируемости в классе Φ_G необходимо перебирать всевозможные наборы значений дохода потребителя. В работе [1] было сформулировано утверждение, согласно которому для построения множества прогнозов на основе рационализируемости обратных функций спроса, заданных на кривых Энгеля, в классе Φ_G достаточно рассмотреть один специальный набор значений дохода потребителя. В докладе приводится контрпример, опровергающий это утверждение.

Список литературы

1. Blundell R., Browning M., Crawford I. Best Nonparametric Bounds on Demand Responses // *Econometrica*. 2008. Volume 76. Issue 6. Pages 1227-1262.

**ОБ ИГРОВОМ И РОЛЕВОМ ПОДХОДАХ К ОПИСАНИЮ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ**

Кононенко А.Ф., *Шевченко В.В.

*ВЦ РАН, Россия, 119991, г. Москва, ГСП-1 ул. Вавилова 40,
Тел.: (916)788-46-91, факс: (499)135-62-07, E-mail: vsh1953@mail.ru*

В работах [1,2] и многих других работах того же направления представлена и успешно развивается концепция ролевого описания участия агентов в различных процессах социально-экономического характера, существенно отличающаяся от теоретико-игрового описания такого рода процессов. В связи с чем, возникают непростые вопросы о соотношении данных концепций, о преимуществах и недостатках каждого из них, о возможностях органичного синтеза ролевого и игрового подходов к описанию экономических взаимодействий. В той или иной мере разобраться в этих вопросах могли бы неопубликованные замечания к работам [1,2] одного из ведущих представителей теоретико-игрового направления исследований А.Ф. Кононенко. Настоящее сообщение является попыткой анализа этих замечаний.

При использовании ролевого подхода действия агентов формализуются тем или иным образом как управление динамикой тех или иных переменных, органично вписанных в уравнения материального и финансового баланса (возможно и в иные уравнения) или присутствующих в этих уравнениях. При этом агенты действуют исходя из некоторого принципа оптимальности. Создаётся впечатление, что рассматривается классическое игровое взаимодействие, записанное в позиционной форме. Но в качестве агентов могут рассматриваться как макро-, так и микроагенты, которых миллионы. В связи с чем, следует говорить не об играх, а об ансамблях игр и об агрегировании одних ансамблей игр в другие.

Представление об ансамбле игр активно используется в работе [3]. Рассматриваемые в ней операционные игровые взаимодействия являют собой процессы ежемоментного исполнения многих операций, каждая из которых является игровым взаимодействием некоторого подмножества рассматриваемого множества игроков (агентов). Результатом исполнения операций являются изменения оборотов и сальдо счетов агентов и параметров (характеристик) самих операций. При этом уравнения материального и финансового баланса при определённых упрощающих предположениях появляются из уравнений динамики операционного игрового взаимодействия. Но в проведении операции игрок в общем случае участвует не один; принятый им за основу принцип оптимальности используется и реализуется путём участия во многих операциях; по ходу операционного игрового процесса могут изменяться все параметры, определяющие характер этого процесса. Из самого описания (определения) операционной игры появляются естественные средства агрегирования одних операционных игр в другие: агрегирование счетов, операций, игроков (агентов). Возможно, на таком пути следует искать объединения преимуществ игрового и ролевого подходов к описанию социально-экономических процессов.

Список литературы

1. Петров А.А. Об экономике языком математики. М.: ФАЗИС, ВЦ РАН, 2003. 112 с.
2. Поспелов И.Г. Моделирование экономических структур. М.: ФАЗИС, ВЦ РАН, 2003. 191 с.
3. Кононенко А.Ф., Шевченко В.В. Операционные игры. Теория и приложения. М.: ВЦ РАН, 2013. 136 с.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-
СЕРВИСНЫМИ СИСТЕМАМИ**

Королёв О.Л.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,
Экономический ф-т, каф. экономической кибернетики,
Россия, 295026, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская 96, кв. 19,
Тел.: +38(050)497-34-37, E-mail: alekking@gmail.com*

В начале необходимо определить методологические основы построения модели управления информационно-сервисными системами (ИСС). В основу определения такой модели следует положить концепция сервисного управления и концепция информационного сервиса как объекта управления информационной деятельности предприятия.

Построение экономико-математической модели управления ИСС должно основываться на принципах комплексности. Это означает, что решение такой задачи должно представлять собой комплекс моделей, которые охватывают различные уровни управления предприятием или организацией. В качестве таких уровней следует выделить уровень управления экономического объекта, уровень управления бизнес-подразделения и уровень управления информационной службы предприятия.

На каждом уровне могут быть определены цели, которые во многом определяют модель. Так, целью на уровне экономического объекта может быть определения оптимальной структуры ИСС экономического объекта на основе теоретико-игровой модели распределения ресурсов в условиях дефицита с учетом специфических рисков. Цель на уровне бизнес-подразделения может быть определена как поиск оптимального информационного сервиса на основе решения многоцелевой многокритериальной задачи. И на уровне информационной службы предприятия целями являются оценка параметров информационного сервиса, и оценка уровня экономического риска информационного сервиса.

Анализ прикладной модели управления сервисами информационных технологий (ITSM) позволяет заключить, что информационная служба предприятия должна выполнять «заказ» бизнес-подразделений на предоставление определенной информационной услуги. Цель бизнес-подразделений определяет набор сервисов, а также цель бизнес-подразделений определяют значения параметров этих сервисов, определенных в количественных показателях.

В связи с тем, что положение предприятия во внешней среде не является постоянным, хотя может меняться с разной скоростью, цели предприятия непрерывно меняются, корректируются и уточняются. Соответственно, меняются цели бизнес-подразделений предприятия, что влечет за собой изменение сервисов и их набора. Поэтому для реализации принципа проактивности управление сервисами должно осуществляться «на шаг вперед», обеспечивая запас прочности в непрерывности предоставления сервисов бизнес-подразделениям. Это будет влиять на сами цели бизнес-подразделений, предоставляя им определенную, часто ограниченную с точки зрения бизнес-подразделений, информационную среду развития. Основная задача управления информационно-сервисными системами может быть сведена к решению данного противоречия.

Кукушкин Н.С.

ВЦ РАН

Отдел математического моделирования экономических систем,
Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова 40,
Тел.: (499)135-12-09, факс: (499)135-61-59,
E-mail: qiqu06@ccas.ru

Рассматривается условная модель финансовой пирамиды, основанная на рассказе Р.Л. Стивенсона [1]. Любому из нескольких агентов может быть предложено принять участие в некоем сомнительном мероприятии. Участие выгодно лишь при условии, что удастся своевременно найти себе замену среди других агентов. Исследуется частный вопрос: совместимо ли принимаемое в [1] без обсуждения мнение, что согласиться на участие тем легче, чем больше времени впереди, с предположением о полной и общеизвестной рациональности всех агентов?

Взаимодействие агентов моделируется игрой с полной информацией: первое предложение участвовать поступает извне, а на каждом следующем шаге текущий участник обращается к кому-то с предложением его сменить. Общее число шагов n задано заранее. Агенты в основном одинаковы и могут различаться лишь информированностью о ситуации. Принявший предложение агент получает существенный выигрыш K , если успевает вовремя выйти из игры, и несёт ещё более существенный убыток M , если не успевает. Отказ не влечёт ни прибыли, ни убытков. Чтобы принять предложение, агент должен оценивать вероятность нахождения сменщика в не менее чем $\pi = M/(M+K)$. Информированность агентов описывается стандартным образом [2]: заданы множество Ω «состояний мира», распределение вероятностей на нём и информационное отображение $\sigma_i: \Omega \rightarrow S_i$ для каждого агента i .

Если «неудачник плачет» во всех состояниях мира, то обратная индукция показывает, что никто никогда не согласится участвовать. Если же принять, что с (малой) вероятностью p произойдёт «амнистия» (альтернативная интерпретация: появится некомпетентный аутсайдер, видящий возможный выигрыш, но не возможный урон) и участник, оставшийся последним, получит такой же выигрыш, как и все остальные, то ситуация может измениться кардинальным образом.

Теорема. При заданных n, p, π игровая модель описанного типа и совершенное по подиграм равновесие в рациональных ожиданиях по Байесу-Нэшу в ней, в котором агент, оценивающий вероятность амнистии в p , соглашается на участие за n шагов до конца, существуют тогда и только тогда, когда $p \geq \pi^{n+1}$.

Разумеется, в теореме утверждается лишь существование нужного равновесия в специально подобранной модели; о том, чтобы описать всё, что может происходить в произвольной модели, нет и речи.

Работа получала финансовую поддержку от РФФИ (проект 14-07-00075).

Список литературы

1. Stevenson R.L. The Bottle Imp // Стивенсон Р.Л. Избранное (на английском языке). – М.: Прогресс, 1972. Стр. 335–376
2. Bacharach M. Some extensions of a claim of Aumann in an axiomatic model of knowledge // Journal of Economic Theory. 1985. V. 37, P. 167–190

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕКУЩЕЙ
ВОЛАТИЛЬНОСТИ В ПРОГНОЗНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ НА
ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ**

Кусый М.Ю.

*Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского,
экономический ф-т, каф. финансов предприятий и страхования,
Россия, 295007, г. Симферополь, просп. Вернадского, 4,
кафедра финансов предприятий и страхования,
Тел.: +38 067 647-91-59,
E-mail: mikhailkussy@gmail.com*

Разработка методологических подходов, которые дают качественную и количественную характеристику механизмов функционирования финансовых рынков с целью анализа и прогнозирования динамики цены на них, относится к числу наиболее важных задач по исследованию таких систем.

Волатильность как мера неустойчивости рынка характеризует величину возможных курсовых колебаний цены финансового инструмента за выбранный промежуток времени. При этом волатильность, как правило, вычисляется с учетом значений ценового ряда за длительный промежуток времени, что приводит к внесению в результаты расчета влияния «эффекта последствия»: то есть событие состоялось «давно», а его влияние на происходящие «сейчас» на рынке процессы еще ощущается. Хотя волатильность, как правило, используют для текущих прогнозов будущего значения цены на финансовых рынках. Такое несоответствие вносит в сам процесс вычисления значения волатильности и ее использования элемент некорректности. Чтобы избежать эту некорректность предлагается использовать текущую волатильность, которая вычисляется по формуле: $CV = (High - Low) / |Open - Close|$, где Open, High, Low, Close соответственно – цены открытия, максимальная, минимальная, и закрытия за текущий интервал времени Δt .

CV представляет собой некий аналог показателя Херста, который также при расчете учитывает размах колебаний исследуемой величины. Но, в отличие от показателя Херста, CV показывает во сколько раз ожидания экономических агентов по поводу будущей динамики цены в течение действующего тренда вдоль прямой Open→Close отличались от ожиданий участников торгов, чьи инвестиционные решения расходились от действующего тренда в сторону High и Low. В этом смысле CV может рассматриваться как мера рефлексивности рынка в смысле Дж. Сороса [1], что было показано в [2].

А это, в свою очередь, делает корректным использование CV в прогнозном моделировании динамики цены на финансовых рынках, что было продемонстрировано в авторских исследованиях на различных финансовых рынках.

Список литературы

1. Сорос Дж. Алхимия финансов. – М.: Инфра-М, 1996.
2. Кусый М.Ю. Методологический подход к использованию социальной психологии при модельном анализе и прогнозировании трендов на финансовых рынках / Рефлексивные процессы в экономике: концепции, модели, прикладные аспекты: моногр. – Донецк: АПЕКС, 2012.

**ЭВОЛЮЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БАНКОВ РФ ПО КЛЮЧЕВЫМ
АГРЕГИРОВАННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Малахов Д.И.

*Национальный исследовательский университет – «Высшая школа экономики»
ф-т Экономики, каф. математической экономики и эконометрики
Адрес: Москва, 119049, ул. Шаболовка, дом 26, комната 4330
Тел.: +7(903)220-62-38,
E-mail: d.malakhov@gmail.com*

Доклад посвящен описанию эволюции банковской отрасли России. Предложена модель, рассматривающая распространение денег в банковской системе, основным анализируемым показателем которой выбран совокупный объем балансовых активов. Найдено решение модели, описывающее динамику распределения банков по общим активам, причем распределение банков по доле в общих активах оказывается постоянным. Последний результат проверяется эмпирически на обширной статистике банковской системы РФ. Оказывается, что распределение банков по доле в общих активах лучше всего описывается логнормальным распределением (для любого момента времени), причем можно утверждать, что среднее и дисперсия описываются стационарными процессами (и при этом вариация и разброс данных показателей минимален). Таким образом, модель практически полностью проходит эмпирическую проверку.

В докладе предложена схема прогнозирования динамики распределения банков по активам, таким образом, модель может быть использована для проведения соответствующей экономической политики. Отдельно рассматриваются ключевые показатели деятельности банков: депозиты физлиц, кредиты коммерческим фирмам и прочие. Показано, что распределения данных показателей (опять же в долях) также аппроксимируются логнормальным распределением, но качество подгонки ниже, чем у совокупных активов.

Наконец, в докладе используются недавно введенные понятия быстрых и медленных кругов обращения в составе баланса банковской системы. Идея данных кругов состоит в выделении в составе активов и пассивов в соответствии с величиной коэффициента оборачиваемости быстрых и медленных составляющих с последующей синхронизацией быстрых активов с быстрыми пассивами и медленных активов с медленными пассивами. В докладе показано, что данная синхронизация имеет место не только на уровне суммарных показателей, но и в целом для их распределений.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИНТЕРЕСОВ СОЦИАЛЬНЫХ ГРУПП В ПЕРИОД ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Матвеев В.Д.¹, Оленев Н.Н.², *Шатров А.В.³

¹ФГБУН «СПбЭМИ РАН», Россия, 191187, г. С-Петербург, ул. Чайковского 13,
тел. (812)273-79-53, E-mail: Matveenko@emi.nw.ru

²ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова 40,
тел.: (499)783-33-28, факс: (499)135-61-59, E-mail: nolenev@mail.ru

³ФГБОУ ВПО «ВятГУ», Россия, 610000, г. Киров, ул. Московская 36,
Тел.: (8332)64-48-16, факс: (8332)35-02-11, E-mail: avshatrov1@yandex.ru

На основе теории эндогенного роста [1,2] здесь дана попытка объяснения с помощью модифицированных производственных функций α -CES различий в развитии открытых экономик и их реакций на мировой экономический кризис на примере различных стран. Главным фактором различий в данной постановке является учет интересов социальных групп (в терминах производственных функций – долей владельцев факторов ПФ) в разных странах в период финансового кризиса 2008-2010 гг. Использовались статистические данные экономического развития различных стран за период с 2000 по 2010 гг. [3]. Идея этого подхода предложена в работе [4] на примере ПФ Кобба-Дугласа и α -CES для описания взаимодействия социальных групп в условиях экономического роста без привязки к экономике какой-либо страны. Социальные группы – работники и капиталисты соглашаются на изменение параметра α своей доли ВВП, если при этом увеличивается их доход, или они вступают в противоречие. Таким образом, можно в параметрическом пространстве α - k построить области совпадения/несовпадения интересов важнейших социальных групп. Получены графики параметрических зависимостей α - k для экономик России, США, Японии, Германии, КНР и Ирана в период 2000–2010 гг. Полученные результаты идентифицируют период кризиса изменением области совпадения/несовпадения интересов. Работа выполнена при поддержке РФФИ (коды 12-01-00916, 13-07-01020), РНФ (код проекта 14-11-00432), ПФИ Президиума РАН № 15 и ПФИ ОМН РАН №3.

Список литературы

1. Solow R.M. A contribution to the theory of economic growth // Quarterly Journal of Economics. – 1956, v. 70.- pp. 65-94
2. Матвеев В.Д., Гуревич Л.М. Модели эндогенного роста, их применения, развитие, перспективы //Экономические исследования: Теория и приложения. – СПб, Европейский университет в С-Петербурге. – 2000, с. 260-295
3. <http://unstats.un.org/unsd/snaama/dnlList.asp>
4. Матвеев В.Д. О возможности изменения типа производственной функции: инновации и интересы социальных групп// Сб. трудов II Всероссийской конференции «Математическое моделирование развивающейся экономики». – Киров: изд-во ВятГУ, 2007 – с. 128-139

**ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНТЕКСТА НА ПРОЦЕСС
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Меньшиков И.С.

ВЦ РАН

Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова 40,

Тел.: (499)135-45-98,

E-mail: ivanmen@ccas.ru

При исследовании экономических проблем часто необходимо учитывать особенности принятия решений человеком даже в том случае, когда эти особенности не влияют на построение соответствующей математической модели. Такие особенности называют контекстом принятия решений. Различают внутренний и внешний тип контекста. Под внутренним контекстом понимается психологический тип и функциональное состояние лица, принимающего решение. Под внешним контекстом чаще всего понимают социальные условия, которые потенциально могут повлиять на процесс принятия решений.

В работе приводятся результаты экспериментов по влиянию контекста на принятие решений, которые были проведены на базе лаборатории экспериментальной экономики МФТИ и ВЦ РАН (ЛЭЭ) в рамках совместного проекта с Сколковским институтом науки и технологий.

В качестве примера внешнего контекста рассматривался этап социализации. В рамках стандартного лабораторного игрового эксперимента первоначально незнакомым участникам предлагалось познакомиться и придумать название своей группы на основе каких-то общих черт, выявленных в процессе неформального общения. После этого эксперимент продолжался. Результаты проведенных экспериментов показали, что после этапа социализации участники ведут себя существенно более кооперативно, чем до него, хотя формальное теоретико-игровое описание ситуации не меняется.

Для измерения внутреннего контекста используются методы психологического тестирования, а также современные методы оценки психофизиологического состояния человека в процессе принятия решений. Наиболее мощным методом является функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), которая в ряде случаев позволяет выделить определенные зоны головного мозга, которые активизируются в процессе принятия решений испытуемым. Вместе с тем, использование методов фМРТ имеет свои ограничения, в первую очередь связанные с существенными затратами на проведение экспериментов, а также с не вполне комфортным положением испытуемого в сканере, что может рассматриваться как дополнительное изменение внешнего контекста принятия решений.

ЛЭЭ оснащена программно-измерительным комплексом, основанном на системе стабилографических кресел. Данный комплекс позволяет измерять одновременно функциональное состояние группы испытуемых, находящихся в комфортных условиях, не изменяющих контекста принятия решений. В работе приводятся результаты нескольких экспериментов, которые характеризуются разной когнитивной нагрузкой на их участников. Ставится задача поиска оптимальной нагрузки для эффективности стабилографического метода оценки влияния контекста на принятие решений.

**ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ АНАЛИЗЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ
ГЛОБАЛИЗАЦИИ**

***Молчанов Е.Г., Шананин А.А.**

*Московский физико-технический институт,
Россия, 141700, Московская обл. г. Долгопрудный, Институтский пер., д.9,
Тел.: (495)408-80-88,
E-mail: molch64@mail.mipt.ru*

Процессы глобализации мировой хозяйства и интеграции России в мировую экономику значительно влияют на экономическую ситуацию в России. В течение последних десятилетий процесс глобализации является причиной значительного изменения в замещаемости товаров. В связи с этим возникло множество новых проблем, требующих модификаций базовых моделей экономической теории и решения обратных задач, необходимых для исследования экономической статистики.

Одна из таких проблем возникла при изучении замещения отечественных производственных факторов текущего пользования импортными. В то время, как Центральный Банк РФ поддерживает стабильный курс рубля, импортные производственные факторы вытесняют отечественные за счет более высокой инфляции в России по сравнению с общемировой. Когда возрастающие трудности приводят к девальвации рубля, отечественные факторы, наоборот, вытесняют импортные. Это противоречит традиционной модели межотраслевого баланса, т.к. доля импортных и отечественных факторов текущего пользования по отношению к количеству выпускаемой продукции непостоянна. Таким образом, для описания экономических агентов необходимо, в частности, описать процесс выбора между отечественными и импортными производственными факторами текущего пользования.

Для описания процесса выбора воспользуемся обобщенной моделью Хаутеккера-Иохансена (см [1]). Рассмотрим отрасль, выпускающую однородную продукцию и использующую однородные производственные факторы текущего пользования, подразделяемые на отечественные и импортные. Для некоторых отраслей (особенно, обрабатывающих) мы не можем предполагать, что отечественные и импортные факторы являются полностью взаимозаменяемыми. Будем считать, что в отрасли имеются различные технологические процессы производства, каждый из которых требует разных затрат отечественных и импортных факторов для выпуска единицы продукции. Доступной для анализа является статистика индексов цен на выпускаемую отраслями продукцию, однородные отечественные, импортные факторы, количество выпускаемой продукции. Распределение мощностей по технологиям является недоступным.

Дальнейшее исследование модели и доступной статистики приводит к проблеме моментов, при исследовании которой возникают комбинаторные задачи, связанные с разрезаниями плоскости прямыми, вайрингами, ромбическими тайлингами и дискретной выпуклостью. Работа поддержана РФФИ (№14-07-00075).

Список литературы

1. Шананин А. А., Обобщенная модель чистой отрасли производства. // Матем. Моделирование. – 1997. – Т.9, №.9. – С.117–127.

Оленев Н.Н.

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, Вавилова 40

Тел.: (499)783-33-28, факс: (499)135-61-59,

E-mail: nolenev@mail.ru

В работе предложен метод оценки параметров модели Удзавы-Лукаса [1-2] по данным для мировой экономики в целом [3]. Метод основан на косвенной оценке параметров с помощью высокопроизводительных вычислений на кластерном суперкомпьютере за счет сравнения близости статистических и рассчитанных по модели временных рядов макропоказателей мировой экономики. В качестве критерия близости используется свертка критерий Тейла для сравниваемых макропоказателей. Этот метод отличается от прямых методов оценки параметров модели для конкретных стран, широко представленных в литературе, например, в [2].

Модель включает два сектора: сектор, производящий человеческий капитал, и сектор, производящий физический капитал. Занятые в производстве часть производительного времени посвящают производству конечной продукции, а оставшуюся часть – подготовке и обучению. Модель может быть представлена тремя уравнениями с десятью параметрами. Параметрами модели Удзавы-Лукаса являются технологический уровень, доля физического капитала в мировой производственной функции, величина персонального человеческого капитала, доля времени на производство продукции, внешний параметр в человеческом капитале, производительность обучения, темпы деградации капиталов, субъективный темп дисконтирования и обратная величина к межвременной эластичности замещения в потреблении.

Получить оценку параметров модели Удзавы-Лукаса чрезвычайно важно во время глобального кризиса, так как идентифицированную модель можно использовать для прогноза будущего развития мировой экономики [4] и получения политических рекомендаций по экономической политике в мире и отдельных странах.

Представлены первые результаты применения идентифицированной модели.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 12-01-00916, 13-07-01020), РНФ (код проекта 14-11-00432), ПФИ Президиума РАН № 15 и ПФИ ОМН РАН №3.

Список литературы

1. Uzawa H. Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth. – International Economic Review, 6, 1965. PP. 18-31.
2. Lucas R. On the Mechanics of Economic Development. – Journal of Monetary Economics, 22(1), 1988. PP. 3-42.
3. Olenev N. Identification of the Uzawa-Lucas Model for World Economy. – International scientific conference "New challenges of economic and business development - 2014". – Riga: University of Latvia. Abstracts of reports. 2014. P.87
4. Каменев Г.К., Оленев Н.Н. Исследование устойчивости идентификации и прогнозирования российской экономики на модели Рамсея. – Математическое моделирование, 2014. М., Том. 26. В печати.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ С
УЧЕТОМ ВЕНЧУРНОГО КАПИТАЛА**

Оленев Н.Н.^{1,2}, *Остапов В.А.²

¹*ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, Вавилова 40*

Тел.: (499)783-33-28, факс: (499)135-61-59,

²*РУДН, ф-т ФМиЕН, каф. нелинейного анализа и оптимизации,*

Россия, 115419, г. Москва, ул. Орджоникидзе, 3, Тел.: (495) 952-26-44,

E-mails: nolenev@mail.ru, vaostapov@gmail.com

Построена динамическая модель экономики с учетом венчурного капитала. Выделено семь экономических агентов: крупные и мелкие производители, Правительство, венчурные капиталисты, банковская система, домашние хозяйства, торговые посредники. Предполагается, что мелкие производители существуют за счет венчурного капитала, исходящего от крупных производителей. Помимо этого, считаем, что венчурный капиталист генерирует и накапливает инвестиционный опыт, т.е. информацию о рынке, которой он может делиться с мелкими производителями.

Относительно производственного сектора мелких производителей мы предполагаем, что существует бизнес цикл жизни фирм этого сектора, причем в течение каждого периода они появляются, развиваются и функционируют, в конце периода переходя в первый сектор или разоряясь. Торговля скупает у секторов весь выпуск, распределяя его между агентами. Считаем, что агенты занимаются обменом ресурсами и продуктами производства, сопровождающимся кредитно-денежными операциями, т.е. финансовым обменом. Помимо этого, считаем, что венчурный капиталист генерирует и накапливает инвестиционный опыт, т.е. информацию о рынке, которой он может делиться со вторым сектором (может давать советы). Второй сектор, в свою очередь, накапливает, но не генерирует, полученную информацию. В модели предполагается, что наличие информации увеличивает выпуск сектора. Тем самым порождается третий тип обменов и балансов – информационный.

Приведены результаты предварительных численных экспериментов с замкнутым вариантом построенной математической модели.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 12-01-00916, 13-07-01020), РНФ (код проекта 14-11-00432), ПФИ Президиума РАН № 15 и ПФИ ОМН РАН №3.

Список литературы

1. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. – М.: Энергоатомиздат, 1996. — 544 с.
2. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. – М.: Айрис-пресс, 2002. – 553 с.
3. Оленев Н.Н., Шерстнева А.С. Параллельные вычисления в моделировании процесса венчурного инвестирования // 8-я меж. конф. Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах (НРС-2008). Тр. конф. – Казань: Изд. КГТУ, 2008. С.314-318.
4. Гергель В.П., Горбачев В.А., Оленев Н.Н., Рябов В.В., Сидоров С.В. Параллельные методы глобальной оптимизации в идентификации динамической балансовой нормативной модели региональной экономики//Вестник ЮУрГУ, №25 (242), 2011. С.4-15. (Сер. "Математическое моделирование и программирование", вып.9.)

**ОЦЕНКА ДОЛГОСРОЧНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ В ОДНОЙ ЗАДАЧЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ**

Паламарчук Е.С.

*ЦЭМИ РАН, Лаборатория теории риска,
Россия, 117418, г. Москва, Нахимовский пр., д. 47.
Тел.: (495)724-24-47, E-mail: e.palamarchuck@gmail.com*

Рассматривается проблема оценки долгосрочных последствий применения выбранных стратегий в модели управления выбросами вредных веществ из области экологической экономики.

Изменение объема загрязняющего вещества задается (см. [1]) управляемым случайным процессом $X_t, t \geq 0$

$$(1) \quad dX_t = a_t X_t dt + b_t U_t dt + \sigma_t X_t dw_t, \quad X_0 = x_0,$$

где a_t, b_t, σ_t – ограниченные функции времени; U_t – выбросы в текущий момент времени, выступающие в качестве управления, т.е. случайного процесса, согласованного с фильтрацией, порожденной винеровским процессом w_t ; $x_0 > 0$ – начальный объем загрязнения.

Предполагается, что задана эталонная траектория $V_t, t \geq 0$ изменения объема вредного вещества, которая является детерминированной функцией. Субъекты, реализуя стратегии управления, стремятся приблизиться к этой траектории, а любые отклонения X_t от V_t рассматриваются как потери, куда также включаются и издержки по управлению. Потери, относящиеся к разным моментам времени, учитываются в соответствии с концепцией временных предпочтений [2], выражаемых при помощи дисконтирующей функции $f_t > 0, t \geq 0$ (возможны случаи монотонного убывания или возрастания дисконтирующей функции). Таким образом, целевой функционал за плановый период имеет интегральный квадратичный вид:

$$(2) \quad J_T(U) = \int_0^T f_t \left[(X_t - V_t)^2 + U_t^2 \right] dt$$

Для эколого-экономических систем естественно рассматривать задачу управления для (1)-(2) при $T \rightarrow \infty$ и определять оптимальную стратегию эмиссий U^* как минимизирующую ожидаемые потери. Далее исследуется вопрос стохастической оптимальности U^* , заключающийся в оценке поведения целевых функционалов на отдаленно взятой траектории случайного процесса.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 10-01-00767).

Список литературы

1. Xepapadeas A. Stochastic Analysis: Tools for Environmental and Resource Economics Modeling in Research Tools in Natural Resource and Environmental Economics. – Singapore: World Scientific Publishing, 2011.
2. Паламарчук Е.С. Оценка риска в линейных экономических системах при отрицательных временных предпочтениях // Экономика и математические методы. 2013. Том 49. Номер 3. Стр. 99-116.

Пильник Н.П.

*Национальный Исследовательский Университет «Высшая Школа Экономики»,
Факультет экономики, кафедра математической экономики и эконометрики
Россия, 119049, г. Москва, ул. Шаболовка 28, корп. 2, к. 112,
Тел.: (495)772-95-90*026047, факс: (495)772-95-90*026047,
E-mail: u4d@yandex.ru*

В докладе затрагиваются вопросы подготовки статистических данных для использования в прикладных макроэкономических моделях. В качестве основного инструмента упорядочивания последней используются балансовые равенства - единственный известный закон сохранения в экономике.

Выделяется два типа финансовых балансов. Первый из них, завязан на конкретный экономический инструмент. В качестве примера можно привести баланс ВВП по использованию или баланс инвестиций. Второй тип балансов возникает из идеи о представлении экономики как результате взаимодействия некоторых макроагентов. Примерами балансов такого типа является баланс доходов и расходов населения (макроагент «домохозяйство»), платежный баланс (макроагент «нерезидент») или баланс банковской системы (макроагент «банк»). Поскольку большинство экономических инструментов входят в несколько балансов агентов, их аккуратное выписывание формирует целую сетку балансовых ограничений.

С точки зрения моделирования идея сведения балансов встречается и в чисто эконометрических моделях (например, при использовании систем одновременных уравнений), и в динамических моделях общего экономического равновесия, в явном виде выписывающих задачи агентов, содержащие финансовые балансы. В рамках прикладных задач последние представлены вычислимыми моделями общего равновесия (CGE) и моделями САРЭ (системный анализ развивающейся экономики).

Однако, как показывает практика моделирования, статистические данные используются только на этапе калибровки модели, когда исходная постановка уже претерпела значительные преобразования и упрощения (вплоть до линеаризации). Вопрос же о том, имеют ли место базовые соотношения модели в существующей статистике, остается без должного внимания. Более того, сама попытка собрать из разных источников требуемую информацию и проверить выполнение балансовых тождеств сталкивается с проблемой различия методологий, номенклатуры и временного шага, используемых в разных источниках статистической информации.

В этой связи представляется необходимым дополнить процесс построения макроэкономических моделей еще одним этапом – проверкой статистической совместимости выписываемых соотношений с точки зрения финансовых балансов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-11-00432).

**СЕГМЕНТАЦИЯ РЫНКОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА
РАЦИОНАЛЬНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

***Поспелова Л.Я., Шананин А.А.¹**

*ВЦ РАН, Россия, 119333, Москва, ул. Вавилова, 40,
+7(499)135-30-23, E-mail: poljak6@yandex.ru,*

*¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования “Московский физико-технический
институт (государственный университет)”,
Россия, 141700, МО, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9,
+7(495)939-51-35, E-mail: alexshan@yandex.ru*

В основу сегментирования рынков положен анализ рациональности поведения потребителей с помощью обобщенного непараметрического метода (ОНМ) [1-2]. При поиске целевых сегментов рынка проводилась конструктивная проверка существования функции полезности, такой, что наблюдавшиеся в сегментах рынка покупки грузовых вагонов максимизируют эту полезность при наблюдавшихся ценах и бюджетном ограничении. Если рынок находится в описательной стадии, то для объединения объектов наблюдения в группы традиционно применяются методики:

когнитивные, основанные на мнениях экспертов;
аналитические и графические;
статистические (методики кластеризации).

Алгоритмы объединения используют меру сходства (расстояние между объектами). Но для торговой статистики, которая задается временными рядами цен и объемов продаж (т.е. парой критериев сегментирования), методы кластерного анализа оказываются вообще неприменимыми, т.к. содержат мало описательных характеристик. Отличие ОНМ в том, что здесь сходство товаров исследуется на основе выявления отделимости товаров при анализе рационального поведения участников рынка. Отделимые группы объединяют товары, связанные свойствами взаимодополняемости и взаимозаменяемости. Поиск целевых сегментов конкретного приложения с помощью ОНМ сводится к поиску такой перестановки компонент вектора товаров, чтобы функция полезности представлялась в виде суперпозиции функций отделимых групп товаров. ОНМ, реализованный в оригинальной системе ИНДЕКС [3], помогает выявить «близкие» группы товаров.

Для рынка продаж 14-ти типов вагонов в разрезе 16 месяцев доказано существование нескольких вложенных сегментов «близких» типов вагонов. В каждом сегменте рынка поведение потребителей можно рассматривать, как рациональное, а сегмент рынка – вполне конкурентным

Список литературы

1. Varian H. The nonparametric approach to demand analysis // *Econometrica*, 1982. V. 50. № 4 (July). P. 945-973.
2. Шананин А.А. Непараметрические методы анализа структуры потребительского спроса // *Мат. Моделирование*. 1993. № 9. С. 3-17.
3. Кондраков И.А., Поспелова Л.Я., Шананин А.А. Обобщенный непараметрический метод. Применение к анализу товарных рынков. // *Труды МФТИ*. 2010. Т. 2. № 3. С. 32-45.

**НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА РАЦИОНАЛЬНОСТИ
БИРЖЕВОЙ СТАТИСТИКИ**

Рязанов В.В.

*Московский физико-технический институт (государственный университет)
141700, Московская область, г.Долгопрудный, Институтский переулок, д.9.
тел: 8-495-408-45-54, факс: 8-495-408-42-54, e-mail: vasyarv@mail.ru*

Для построения экономических индексов можно использовать обобщённый непараметрический метод (ОНМ) [1,2] анализа торговой статистики. Метод сводится к решению задачи минимизации показателя нерациональности w .

Параметр w является важной величиной, характеризующей меру нерациональности торговой статистики. При исследовании биржевой статистики, возникает ряд факторов, которые приводят к значительному нарушению гипотезы рационализируемости.

В данной работе предлагается исследовать биржевую торговую статистику, путем сравнения рациональности статистики в различных временных точках и выявления отдельных товаров, торги на которых повлекли к увеличению нерациональности. Ищется решение следующей оптимизационной задачи:

$$\prod_{t=1}^T w \longrightarrow \min$$

$$w_t \lambda_t P^t X^t \geq \lambda_t P^t X^t, \quad (\tau, t = 1, \dots, T), \lambda_1 > 0, \dots, \lambda_T > 0.$$

Далее происходит поиск выбросов, среди параметров w_t . В каждой выявленной временной точке t_i строится множество прогнозов на векторы спроса $\Gamma(P_{t_i})$, при сохранении текущих цен P_{t_i} и показателя нерациональности w , посчитанного для множества рациональных точек. Ищется нормированный вектор разности ΔX_{t_i} реального вектора спроса X_{t_i} и его проекции на множество $\Gamma(P_{t_i})$. Анализ ΔX_{t_i} на выбросы даёт множество товаров, на которых наблюдались нерациональные торги.

Были проведены эксперименты на торговой статистке основных мировых бирж за 2004-2011 гг. Результаты показали, что метод даёт результаты, которые подтверждаются новостными сводками. Анализ спроса и цен продаж показывает, что поведение статистики выявленных акций меняется в отмеченные моменты времени.

Список литературы

1. Пospelова Л.Я., Шананин А.А. Показатели нерациональности потребительского поведения и обобщенный непараметрический метод // Математическое моделирование, 1998, №4, с. 105 – 116.
2. Шананин А.А. Проблема интегрируемости и обобщенный непараметрический метод анализа потребительского спроса // Труды МФТИ, 2009, №4, с. 84 – 98.1. Иванов И.И., Сидоров С.С. Компьютерные технологии в образовании. – М.: Наука, 1999.

**ЗАДАЧА МОДЕЛИРОВАНИЯ МГНОВЕННОЙ И ТЕКУЩЕЙ
ЛИКВИДНОСТИ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА**

Симонов П.М., *Кореков А.В.¹

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Экономический факультет, кафедра информационных систем и
математических методов в экономике,*

Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, корп. 12, ауд. 105

Тел.: (342) 2396-849, (342) 2396-341, E-mail: simpm@mail.ru

¹Западно-Уральский банк ОАО «Сбербанк России»,

Россия, 614097, г. Пермь, ул. Строителей, д. 16а, кв. 90,

Тел.: (342) 210-29-94, E-mail: av.korekov@gmail.com

В контексте данной работы рассматривается коммерческий банк, осуществляющий деятельность на локальном рынке (рынке региона), с доступом на межбанковский рынок. Моделируемый процесс – управление мгновенной и текущей ликвидностью банка.

Цель исследования – разрешить оптимизационную задачу, минимизирующую затраты на управление ликвидностью банка, определить оптимальный объем ресурсов, возможный для перераспределения.

Моделирование проводится на двух уровнях. Во-первых, исходя из объемов дневных потоков платежей банка, определяется оптимальная величина ресурсов, которая может быть размещена на межбанковском рынке (должна быть привлечена, в случае отрицательного сальдо).

Для определения данного объема строится модель дневного потока платежей с декомпозицией по структуре платежей: по типу клиента (физические лица, банки-контрагенты, юридические лица, собственные платежи); по вероятности поступления: плановая часть – банковские и клиентские платежи (используется инструментарий платежных календарей), стохастическая часть – случайные по дате совершения платежа (внеплановые гашения кредитов, кредитные линии), неопределенные по сумме (поступления заработной платы, пенсионные поступления, налоговые списания и пр.).

Дополнительно на данном уровне рассмотрен вопрос о возможности привлечения средств клиентов по ставкам с премией к рынку, определяется возможность учета платежей негарантированных к зачислению в текущем. Моделирование проводится в разрезе по каждому из корреспондентских субсчетов (счетов НОСТРО).

На втором уровне разрешается задача перераспределения ресурсов на межбанковском рынке с учетом ограничений нормативов ликвидности. Рассматривается как вариант постоянного профицита/дефицита ресурсов, так и случай, когда в разных периодах сальдо может быть и положительным и отрицательным.

На данном этапе учитываются укрупненные статьи баланса, без декомпозиции по клиентам. Горизонт прогнозирования – 1 год.

Полученная модель позволяет ЛПР сформировать и разрешить задачу минимизации издержек банка по управлению ликвидностью.

**ВЫЧИСЛИМАЯ МОДЕЛЬ ОБЩЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО
РАВНОВЕСИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ**

***Симонов П.М., Шульц М.Н.¹**

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
экономический факультет, кафедра информационных систем и
математических методов в экономике,
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, корп. 12, Тел.: (342) 2396-849, (342)
2396-889, E-mail: simonov@econ.psu.ru*

*¹Западно-Уральский банк ОАО «Сбербанк России», Россия, 614007, г. Пермь,
ул. 25 Октября, д. 38, кв. 92, Тел.: (342) 210-19-24
E-mail: mshults@mail.ru*

Построение вычислимой модели общего равновесия — сравнительно молодой способ моделирования больших экономических систем. Данный метод зародился в середине прошлого века и за последние 60 лет успел зарекомендовать себя с хорошей стороны.

Модель общего равновесия описывает поведение агрегированных макроэкономических агентов в экономической системе, а также взаимосвязи и взаимозависимости между ними на рынках.

По своей структуре любая модель общего равновесия является системой нелинейных уравнений и неравенств, решением которой является общее экономическое равновесие, сводящееся, как правило, к уравновешиванию спроса и предложения на рынках товаров и услуг, представленных в модели.

Целью исследования является разработка вычислимой модели общего экономического равновесия для анализа отечественной экономики.

В модель включено пять макроагентов: домашние хозяйства, фирмы, государство, банки и внешний мир. Деятельность каждого из них на рынках экономической системы описывается с помощью одного из двух возможных подходов: построение оптимизационной задачи или составление балансового соотношения.

Первый метод характерен, например, для описания деятельности домашних хозяйств. Предполагается, что домохозяйства в целом рациональны и стараются максимизировать полезность от своей хозяйственной деятельности при соблюдении естественных ограничений на бюджет. Второй метод характерен для построения математической модели поведения государства в экономической системе. При моделировании исходим из предпосылки сбалансированного бюджета.

Построенная модель позволяет анализировать процессы в экономике России, вызванные изменениями в государственной политике, политике Центрального Банка, а также во внешней конъюнктуре. Существует возможность сценарного моделирования при заранее определённых параметрах.

Модель позволяет проводить учёт влияния различного рода факторов на экономическую систему России целиком, на отдельно взятые рынки и на отдельно рассматриваемых агентов.

**МНОГОПРОДУКТОВАЯ МОДЕЛЬНАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ
КОМПОНЕНТ ВАЛОВОГО ВНУТРЕННЕГО ПРОДУКТА РОССИИ**

Станкевич И.П.

*Национальный исследовательский университет – «Высшая школа экономики»
ф-т Экономики, каф. математической экономики и эконометрики
Адрес: Москва, 119049, ул. Шаболовка, дом 26, комната 4330
Тел.: (916)923-96-03, факс:;
E-mail: vpvstankevich@yandex.ru*

В докладе представлена методика многопродуктовой модельной декомпозиции макроэкономической статистики на примере официальных данных по ВВП России и его компонентам из разложения по использованию.

Подробно рассматривается вопрос подготовки данных к дальнейшему использованию, основным этапом которой является устранение сезонной составляющей из данных. Вводится система аксиом, описывающих свойства, которым должна удовлетворять произвольная процедура удаления сезонности. Показывается невозможность одновременного выполнения свойств аддитивности и инвариантности к дефлированию (мультипликативности), демонстрируется, что наиболее распространенные на сегодня процедуры удаления сезонности не обладают свойством мультипликативности и предлагается методика, удовлетворяющая ему по построению.

Предлагается методика многопродуктовой декомпозиции, основанная на предложенной в работе [1], главной отличительной характеристикой которой является отсутствие привязки модельных продуктов к экспорту и импорту, что позволяет искать решение в значительно более широком классе и снимает ограничения на поведение дефляторов экспорта и импорта. Приводится подробное теоретическое обоснование процедуры, описывается методика расчёта на реальных данных на примере двухпродуктового разложения и приводятся результаты работы процедуры декомпозиции на данных по компонентам ВВП России из разложения по использованию. Представленная двухпродуктовая декомпозиция интересна не только как промежуточный этап при построении макроэкономических моделей, но и позволяет сделать ряд содержательных выводов о поведении макроэкономических агентов. Рассчитанные предложенным способом модельные показатели очень точно воспроизводят реальную статистику: как показатели основного макроэкономического баланса в текущих и постоянных ценах, так и их дефляторы.

В работе также предлагается способ декомпозиции изменения запасов, что, в силу особенностей природы этого показателя, было одним из слабых мест предшествующих процедур декомпозиции. Для демонстрации гибкости предложенной процедуры приводится пример трехпродуктовой декомпозиции, построенной по той же схеме.

Список литературы

1. Вржещ В.П., Поспелов И.Г., Хохлов М.А. Модельное дезагрегирование макроэкономической статистики // «Экономический журнал Высшей школы экономики», 2010, том 14, №1, с. 88 – 104.

**ОСОБЕННОСТИ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Федоров А.В.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
экономический ф-т, каф. информационных систем и математических методов
в экономике,*

Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15,

Тел.: (342) 239-63-41, 239-68-49

E-mail: fedorovav@prognoz.ru

В настоящее время существует множество подходов, позволяющих оценивать целесообразность и экономическую эффективность инвестиций в различных направлениях бизнеса. Настоящие подходы и методики позволяют оценить количественные и качественные характеристики эффективности, но зачастую не учитывают особенностей того или иного рода инвестиций.

Инвестиции в информационные технологии (ИТ) не производят экономического эффекта на показатели деятельности компании напрямую, они влияют на компанию опосредованно, путем создания определенного потенциала для дальнейшего развития. Информационные технологии можно отнести к технологиям общего назначения, аналогично электричеству, они открывают широкий спектр направлений их дальнейшего использования [1]. В связи с этим, подходы, оценивающие эффективность инвестиций напрямую, неприменимы к информационным технологиям.

Для учета и оценки значимости информационных технологий в выпуске фирмы возможно использование производственной функции (1), которая будет включать, помимо стандартных ресурсов, компьютерный капитал, то есть совокупность используемых компаний ИТ-активов [2].

$$(1) \quad Q = A(i, j, t) K^{\beta_K} L^{\beta_L} C^{\beta_C},$$

где: Q – выпуск фирмы; A – переменная, характеризующая неучтенные факторы производства; i, j, t – индексы фирмы, отрасли и времени соответственно; K, L, C – капитал, труд и компьютерный капитал соответственно.

Кроме этого, при оценке эффективности инвестиций в ИТ следует учитывать множество комплементарных активов, которые в совокупности с ИТ дают значительно больший эффект. Экономическая эффективность ИТ в фирме обусловлена подкреплением внедрения ИТ адекватными институциональными изменениями [3].

Таким образом, при использовании текущих подходов к оценке экономической эффективности инвестиций в ИТ и при формировании новых следует учитывать данные особенности.

Список литературы

1. David P. The dynamo and the computer: an historical perspective to the modern productivity paradox // American Economic Review. 1990. V. 80, № 2. P. 355-361.
2. Brynjolfsson E., Saunders A. Wired for innovation: how information technology is reshaping economy. – Cambridge (Massachusetts): MIT Press, 2010. 154 p.
3. Milgrom P., Roberts J. The economics of modern manufacturing: technology, strategy and organization // American Economic Review. 1990. V. 80, № 3. P. 511-528.

**ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ С ФАЗОВЫМИ
ОГРАНИЧЕНИЯМИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ
КРИВЫХ ХУББЕРТА**

Флёрова А.Ю.

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова 40

Тел.: (499)783-33-28, факс: (499)135-61-59,

МФТИ

E-mail: a.flerova@mail.ru

В середине прошлого века М. Хубберт построил кривую, описывающую процесс нефтедобычи [1]. Развитие технологий в нефтяной отрасли привели к необходимости модифицировать теорию Хубберта. В данной работе для исследования возможности прогноза количества извлекаемой нефти построена математическая модель нефтедобычи в виде задачи оптимального управления. Время разработки месторождения T нефиксировано и является в задаче определяемым параметром. Через $x(t)$ обозначим долю извлекаемых запасов, $0 \leq x(t) \leq 1$, уровень начала добычи $x(0) = x_0$ не фиксирован. Технологический уровень месторождения определяется функцией $b(t)$. Пусть производитель максимизирует свой доход за время жизни месторождения. В данной модели цены на нефть считаем постоянными.

$$N(T) \rightarrow \max$$

$$\dot{N}(t) = e^{-rt} (v - cu^2 - c_0), \quad N(0) = 0,$$

$$\dot{x}(t) = v(t),$$

$$\dot{b}(t) = u(t),$$

$$b(0) = b_0, \quad N(0) = 0,$$

$$v(t) \leq b(t)x(t)(1 - x(t)),$$

$$u(t) \geq 0, \quad 0 \leq v(t) \leq M.$$

В этой задаче управляющими параметрами являются $u(t)$ и $v(t)$. Первый характеризует рост технологических возможностей, а второй – текущую добычу нефти. Текущая добыча имеет верхний предел и не может превышать M . Параметры c и c_0 определяют стоимость добычи нефти.

Данная задача является задачей оптимального управления с фазовым ограничением, для такой задачи сформулирован и доказан принцип максимума Понтрягина [2], применение которого приводит описанию различных режимов управления, зависящих от параметров модели.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 14-07-00075-а).

Список литературы

1. Петров В.В., Поляков Г.А., Полякова Т.В., Сергеев В.М. Долгосрочные перспективы российской нефти (анализы, тренды, сценарии). – М.: ФАЗИС, 2003.
2. Милотин А.А., Дмитрук А.В., Осмоловский Н.П. Принцип максимума в оптимальном управлении. М., Издательство Центра прикладных исследований при механико-математическом факультете МГУ, 2004.

**МОДЕЛЬ СУБЪЕКТА РФ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И
СТРАТЕГИРОВАНИЯ**

Цыбатов В.А.

*Самарский государственный экономический университет
Россия, 443001, г. Самара, ул. Галактионовская 181а, Лаборатория КРИ
Тел.: (846) 337-04-29, +7(927)706-34-64, факс: (846) 337-49-53,
E-mail: tva82@yandex.ru*

Модель субъекта РФ разработана в классе моделей, рассматривающих развитие экономики как результат деятельности экономических агентов - основных субъектов региона. Экономика региона разбита на совокупность экономических агентов по границам разделов и подразделов ОКВЭД с добавлением сектора домашних хозяйств, оказывающего трудовые услуги (всего 33 экономических агента). Модельное описание экономического агента содержит описание его ресурсов (природных, трудовых, капитальных, финансовых) и поведения. Для спецификации поведения экономических агентов описаны следующие компоненты их деятельности:

- 1 – целевые траектории и задачи агентов в экономике (что агенты хотят);
- 2 – функциональные возможности агентов с учетом технологических и ресурсных ограничений (что агенты могут);
- 3 – институциональные правила и ограничения, регулирующие экономические взаимоотношения и описывающие роли агентов в экономике (что агенты должны делать в рамках воспроизводственного процесса).

Экономические агенты производят один или несколько условных продуктов из базового набора, которые продаются внутри региона или вывозятся. При этом приобретаются необходимые продукты как внутри региона, так и за его пределами с учетом ресурсных и бюджетных ограничений. Используется следующая линейка базовых условных продуктов: 1 - промежуточные товары и услуги (продукт m); 2 - инвестиционные товары и услуги (продукт k); 3 - потребительские товары и услуги (продукт c); 4 - государственные услуги (продукт g); 5 - трудовые услуги (продукт h).

Деятельность агента описывает двунаправленная обобщенная производственная функция, которая, с одной стороны, формирует предложение агента на соответствующих рынках, а с другой - порождает спрос на промежуточные продукты (m) и производственные факторы (k , h) в соответствии с технологической матрицей агента. Равновесие на рынках обеспечивает продуктово-секторный баланс, который, в отличие от межотраслевого баланса, описывает экономику во всех четырех квадрантах. Поскольку агенты порождают двунаправленные потоки продуктов и оплаченного спроса на эти продукты, то для описания этих потоков численными методами формируется одновременно два баланса: ПСБ в натуральной форме (для условных продуктов) и ПСБ в стоимостной форме. Связь между этими балансами осуществляется через цены продуктов. Прогнозная траектория представляет собой последовательность взаимосвязанных равновесных состояний многопродуктового рассредоточенного рынка, эволюционирующую в направлении движения экономических агентов в сторону меняющихся целевых ориентиров.

Модель откалибрована по доступным данным Росстата и используется в правительствах пяти субъектов РФ (Санкт-Петербург, Красноярский и Алтайский край, Республика Коми, Самарская область). Имеется федеральная версия модели. В докладе планируется показ «живых» моделей субъектов РФ и экономики РФ.

**КАЧЕСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОЙ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ****Чуканов С.В.***ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, Вавилова 40**Тел.: (499) 1351209, факс: (499)135-61-59,**E-mail: chukanov47@mail.ru*

Ограничимся обсуждением класса моделей оптимальной экономической динамики с *непрерывным временем*, таких как классические модели Рамсея, Леонтьева, Неймана-Гейла и их обобщения. Важным и, надо сказать, удивительным свойством присущим *широкому* классу такого рода моделей оказалось наличие простой асимптотики оптимальных траекторий – близости в том или ином смысле к некоторому единственному (квази) стационарному режиму (магистрале). Не менее удивительным оказалось и то, что «магистральные свойства» оптимальных траекторий можно гарантировать лишь при малых значениях параметра дисконтирования. По мере роста указанного параметра в окрестности магистрали в результате бифуркации Хопфа может возникнуть устойчивый режим автоколебаний, принимающий на себя роль аттрактора (Бенхабиб и Нишимура), либо произойти раздвоение магистрали на два локально устойчивых решения со своими областями притяжения. Известно также, что для задач на бесконечно временном интервале при достаточно больших значениях параметра дисконтирования в качестве системы уравнений оптимального синтеза можно получить практически любую динамическую систему и тем самым сколь угодно сложную динамику вплоть до хаотической (Болдрин и Монтруччи). Есть и аналитический пример задачи оптимального управления не относящийся, правда, к рассматриваемому классу экономических моделей, в котором в качестве уравнений оптимального синтеза выступает известная система Лоренца (Папагеоргиус).

Настоящие исследования мотивировались нашими предшествующими работами по изучению переходных процессов в нестационарных (содержательных) моделях, демонстрировавших признаки динамической сложности. Здесь удалось найти границу устойчивости стационарного режима (магистрали) и отметить, что уже по мере приближения к этой границе наблюдается значительное усложнение динамики в форме слабозатухающих многочастотных колебаний и резкое увеличение трудоемкости вычислений. Сопоставление рассматриваемого класса задач с вариационными задачами классической механики показало, что аналогом коэффициента дисконтирования можно считать коэффициент трения (диссипации) *со знаком минус*, что отчасти проясняет роль дисконтирования в появлении автомодельных, квазипериодических и хаотических режимов. Предложено достаточно богатое параметрическое семейство выпуклых вариационных задач, «родственных» моделям оптимальной экономической динамики, в которых исследование удастся свести к анализу систем уравнений оптимального синтеза. Для численных экспериментов разработан и реализован в среде Maple комплекс программ, объединяющий прикладные методики современной теории динамических систем. В него вошли методы расчета ляпуновских показателей и вычисления корреляционной размерности аттракторов, процедуры расчета спектральных характеристик динамических переменных и визуализации (естественных) инвариантных мер на аттракторе. Проведен ряд модельных расчетов с акцентом на высшие бифуркации (Наймарка-Сакера) и переход к хаосу через квазипериодичность («сценарий» Рюэля-Такенса-Ньюхауса).

**РОЛЬ НЕЦЕНОВОЙ КОНКУРЕНЦИИ В ПРОЦЕССЕ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОНЪЮНКТУРЫ КРЕДИТНОГО РЫНКА**

Шимановский Д.В.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 614010, г. Пермь, ул. Чкалова 48, кв.51,
Тел.: 89824956838,
E-mail: shimanovskyd@prognoz.ru*

Согласно представлениям неоклассической экономической теории основными экономическими агентами, участвующими в общем экономическом равновесии, являются домашние хозяйства, фирмы и государство. Однако далеко не всегда в этот список включаются финансовые посредники как независимые экономические агенты. Между тем они являются ключевыми участниками финансовых рынков, функционирование которых существенно отличается от товарных.

Кредитный рынок является крупнейшим сегментом российской финансово-кредитной системы. Достоверное прогнозирование важнейших макроэкономических показателей невозможно без прогнозирования конъюнктуры кредитного рынка. Для учета неценовых показателей кредитного рынка Банк России с 2009 года публикует ряд показателей, называемых индексами неценовых условий банковского кредитования (далее - УБК).

Мною была составлена модель открытой векторной авторегрессии (открытая VAR - модель), позволяющая прогнозировать два основных показателя кредитного рынка – процентную ставку по кредитам и темп прироста задолженности по кредитам юридическим лицам. Так как статистика УБК является относительно новой для России, в русскоязычной литературе практически отсутствует информация о попытках включения индексов УБК в эконометрические модели, прогнозирующие основные макроэкономические показатели.

Между тем использование VAR-моделей, включающих индексы УБК, с целью прогнозирования показателей кредитного рынка предпринималось американскими авторами К. Лоун и Д. Морганом в англоязычной статье, опубликованной в 2006 году [1].

Список литературы

1. Lown C., Morgan D. P. The credit cycle and the business cycle: new finding using the loan officer opinion survey // *Journal of Money, Credit and Banking*. 2006. Vol. 38, № 6.

СЕКЦИЯ II

Имитационное моделирование и автоматизация проектирования

Председатели секции член-корр. РАН Павловский Ю.Н., доц. Оленёв Н.Н.

Современное имитационное моделирование возникло на основе соединения традиционного математического моделирования с новыми информационными технологиями, возникшими на базе ЭВМ. Это соединение, обеспечивая инструментами информатики программирование вычислений по модели, ее идентификацию и эксплуатацию, сделало практически реализуемыми и экономически целесообразными гораздо более сложные модели, чем это было возможно в рамках старой, «домашинной» информационной технологии. Новые возможности в построении и практическом использовании математических моделей сложных технических и социально-экономических систем открывают применение параллельных вычислительных технологий.

Высокопроизводительные вычисления на кластерных, распределенных и многоядерных архитектурах делают возможным решение задач косвенной идентификации нелинейных экономических моделей с большим числом внешних параметров, в частности, моделей обладающих естественной параллельностью по регионам, стратам, отраслям. В построении имитационных моделей сложных технических и социально-экономических систем, а также в идентификации этих моделей оказываются востребованными методы оптимального управления и параллельные методы глобальной оптимизации.

Опыт разработки систем автоматизированного проектирования прошедших двух-трех десятилетий состоит в том, что развитие ПО САПР происходило с неуклонным существенным увеличением и усложнением программного кода. При этом усложнение исходных текстов прикладных программ лишь частично связано с развитием и усложнением математических моделей, положенных в основу решения инженерных задач. В основном, сложность современных программ обусловлена желанием, а в большей части, необходимостью обеспечить их работу в современной вычислительной среде. Наиболее рациональным путем в решении обозначенной проблемы является создание инструментального программного обеспечения для реализации зарекомендовавших себя в реальном проектировании программ на новых вычислительных платформах. Указанной проблематике и посвящен раздел автоматизации проектирования.

Имитационное моделирование и автоматизация проектирования

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | <i>Арсеньев-Образцов С.С., Коваленко О.Г.</i> Разработка ядра гидродинамического симулятора на основе некоммерческого программного обеспечения. | 49 |
| 2. | <i>Архипов Б.В., Рычков С.Л., Солбаков В.В., Соловьев М.Б., Шапочкин Д.А., Шатров А.В.</i> Математическая модель затопления и переноса загрязнений в Кирово-Чепецкой пойме р. Вятка. | 50 |
| 3. | <i>Белотелов Н.В.</i> Модель динамики популяции с учетом пищевого и поведенческого таксисов. | 51 |
| 4. | <i>Бродский Ю.И.</i> Модельный синтез и модельно-ориентированное программирование – технология описания, разработки и реализации имитационных моделей сложных систем. | 52 |
| 5. | <i>Быков Н.В., Нестеренко Е.А.</i> Автоматизированный выбор проектных параметров баллистических установок с гидродинамическим эффектом на основе генетического алгоритма. | 53 |
| 6. | <i>Воротынцев А.В.</i> Ряд приближенных моделей переноса тепла и влаги в растительном покрове. | 54 |
| 7. | <i>Гончар Д.Р., Фуругян М.Г.</i> Эффективные алгоритмы планирования вычислений в многопроцессорных системах реального времени. | 55 |
| 8. | <i>Гончар Д.Р., Юрезанская Ю.С.</i> Математическое моделирование применения культуро- и природосообразного подходов в общеобразовательной школе. | 56 |
| 9. | <i>Дэмбэрэл С., Оленев Н.Н.</i> Двухсекторная модель экономики Монголии. | 57 |
| 10. | <i>Захарченко П.В.</i> Моделирование развития экономики на основе теории пересечения хаосов и механизма грани хаоса. | 58 |
| 11. | <i>Костюк Ф.В.</i> Решение ряда вероятностных сетевых задач с использованием метода моделирования до отказа с преобразованием структуры сети. | 59 |
| 12. | <i>Лялякин О.П., Саранча Д.А., Юрезанская Ю.С.</i> Об использовании индивидуально-ориентированного моделирования в одной экологической задаче. | 60 |
| 13. | <i>Мартышевский И.А., Поносов А.А.</i> Постановка, анализ и коррекция задачи оптимального управления эколого-экономическим развитием региона в среде моделирования «Prognoz Platform». | 61 |
| 14. | <i>Матвеев В.Д.</i> Модели экономики с промежуточными товарами и агрегированием. | 62 |
| 15. | <i>Овсянников Л.Л.</i> Средняя продолжительность жизни особей популяции как эволюционно оптимальный параметр. | 63 |
| 16. | <i>Огарков С.А.</i> Прогнозирование методом инвестиционного навигатора. | 64 |

ЭКОМОД-2014

| | | | |
|-----|--|--|----|
| 17. | <i>Оленев Н.Н., Печенкин Р.В., Чернецов А.М.</i> | Параллельные вычисления в Matlab и Simulink при моделировании экономики. | 65 |
| 18. | <i>Трапцеев Р.В., Саранча Д.А.</i> | Приближенное параметрическое исследование имитационной модели, описывающей динамику популяции леммингов. | 66 |
| 19. | <i>Флёров Ю.А., Вышинский Л.Л., Широков Н.И.</i> | Автоматизированная система весовых расчетов ЛА. | 67 |
| 20. | <i>Цыбатов В.А.</i> | Оценивание достижимости целевых ориентиров в задачах стратегирования регионального развития. | 68 |
| 21. | <i>Шевченко В.В.</i> | О проблеме точного определения понятия «операция». | 69 |

**РАЗРАБОТКА ЯДРА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО СИМУЛЯТОРА НА
ОСНОВЕ НЕКОММЕРЧЕСКОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Арсеньев-Образцов С.С., *Коваленко О.Г.

Stanford University, USA

Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина

Факультет А и ВТ, каф. прикладной математики,

Россия, 119991, ГСП -1, В-296, Москва, Ленинский проспект, 65

Тел.: (499)135-71-36. E-mail: arseniev@gubkin.ru

Мировая экономическая рецессия существенно сказалась на деятельности ведущих нефтегазовых компаний. В условиях нестабильности рынка углеводородов, повышения конкуренции на нем, увеличения доли трудноизвлекаемых запасов, дефицита квалифицированных кадров нефтегазовым компаниям требуется комплексная, полная, достоверная и актуальная картина происходящего с возможностью прогнозирования развития рынков и глубокого анализа процессов разработки и обустройства месторождений.

Для решения поставленных задач в области добычи углеводородного сырья необходимо выполнение широкого спектра исследовательских и проектных работ, включающих разработку новых (инновационных) и совершенствование существующих технологий добычи. Это обуславливает необходимость создания гидродинамических симуляторов с открытым кодом, допускающих быструю адаптацию к специфическим условиям конкретного месторождения с учетом инновационных методов воздействия на продуктивные пласты. Следует отметить, что специфика нефтегазодобывающей отрасли характеризуется уникальностью каждого объекта разработки, высокой неопределенностью исходной информации и значительным ущербом от нерациональных решений.

Для этого необходимо разработать или адаптировать имеющееся программное обеспечение с ориентацией на использование вычислительных кластеров высокой производительности, что обусловлено необходимостью моделирования процесса фильтрации флюидов с высокой степенью разрешения, диктуемого спецификой вводимых в строй месторождений. Отметим, что число степеней свободы уже составляет сотни миллионов, а отдельные месторождения, как отмечают некоторые исследователи, требуют детализации порядка 10^{10} - 10^{15} расчетных блоков. Открытость кода также позволяет разрабатывать эффективные алгоритмы решения задач оптимального управления [1] и динамической адаптации гидродинамических моделей по истории разработки.

На основе свободно распространяемой библиотеки OpenFOAM [2] разработана гибкая, адаптируемая структура параллельного гидродинамического симулятора, а также создается среда, позволяющая осуществлять параллельный вычислительный эксперимент, являющийся основным инструментом решения приведенных выше задач.

Список литературы

1. Arsenyev-Obraztsov S.S., Ermolaev A.I., Kuvichko A.M., Naevdal G., Shafieirad A., "Improvement of Oil and Gas Recovery by Optimal Well Placement", presented at the EAGE 16th European Symposium Improved Oil Recovery, 2011.
2. OpenFOAM, <http://www.openfoam.com/>.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАТОПЛЕНИЯ И ПЕРЕНОСА
ЗАГРЯЗНЕНИЙ В КИРОВО-ЧЕПЕЦКОЙ ПОЙМЕ р. ВЯТКА**

**Архипов Б.В.¹, Рычков С.Л.², Солбаков В.В.¹,
Соловьев М.Б.¹, Шапочкин Д.А.¹, Шатров А.В.²**

¹*ВЦ РАН*

Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40, тел.: (499)135-51-39, E-mail:

arhip@ccas.ru

²*ФГБОУ ВПО «ВятГУ», каф. математического моделирования в экономике,
Россия, 610000, г. Киров, ул. Московская 36, Тел.: (8332)64-48-16, факс: (8332)35-
02-11,*

E-mail: avshatrov1@yandex.ru

Задача рассматривается в приближении уравнений мелкой воды [1,2]. Эта система представляет собой систему двумерных уравнений гидродинамики жидкости, записанных для водной среды, с учетом граничных условий на поверхностях раздела воздух-вода и вода-дно, открытой границе и боковых твердых поверхностях. Для моделирования русло-пойменного потока, включающего процесс затопления и/или осушения поймы, основными силами являются силы градиента давления и донного трения. Проведены расчеты с входными данными по расходу р. Вятки во время паводка на восточной границе и годографом (связи уровня с расходом) на западной границе, входные данные на южной границе, в месте втекания р. Просница, задавались 1% расходом относительно входных данных р. Вятка. Полученные в результате расчетов поля течений и концентраций ясно показывают канал поступления ЗВ в р. Вятка (озеро Ивановское, протока, озеро и карьер Березовые, цепочка озер Бобровых, озеро Просное, р. Б.Просница и р. Волошка). Т.о. полученные результаты моделирования с одной стороны дают информацию для мониторинга, а с другой стороны подсказывают места локализации искусственных сооружений, с помощью которых можно было бы перекрыть этот канал и уменьшить поступление ЗВ на водозабор г.Кирова.

Список литературы

1. Van Rijn, L.C., 1990. Principles of fluid flow and surface waves in rivers, estuaries, seas and oceans. Aqua Publications, The Netherlands, 1990
2. Peeters F., Wuest A., Piepke G, Imboden D.M. Horizontal mixed in lakes // J of Geophysical Research. – 1996, V.101, N C8, p 361-375.

Имитационное моделирование и автоматизация проектирования
**МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ С УЧЕТОМ ПИЩЕВОГО И
ПОВЕДЕНЧЕСКОГО ТАКСИСОВ**

Белотелов Н.В.

ВЦ РАН

Москва, Россия, belotel@mail.ru.

Одной из важнейших задач популяционной экологии является моделирование пространственно временной динамики популяции на основании характеристик отдельных особей. Существует целый ряд работ, так называемые индивидуально ориентированные модели, в которых авторы численно моделируют динамику популяции, например *gap* – модели лесной растительности. В данной работе мы, исходя из некоторых упрощенных эколого – физиологических представлений об энергетическом балансе особи с учетом возрастных особенностей, а также с учетом коллективного поведения особей, с помощью имитационного моделирования исследуем некоторые аспекты пространственно временной динамики популяции.

Рассматривается целочисленная решетка, на который равномерно произрастает ресурс (трава). На этой решетке находится некоторое множество подвижных особей, которые потребляют ресурс, размножаются и могут перемещаться из узла в узел. Считается, что особь имеет возраст. Гибель особи определяется условием недостатка «энергии» (ресурса), который необходим для поддержания затрат на основной метаболизм. Считается, что с возрастом, потребление ресурса уменьшается. По достижении определенного размера особь случайным образом делится (процесс рождения), при этом теряется часть «энергии». Перемещение особи определяется «длиной прыжка» за один временной такт и при этом теряется часть «энергии», имеющейся у особи. Особь характеризуется способностью «видеть» ресурс на расстоянии радиуса обзора. Направление движения особи определяется расположением ближайшего узла, в котором есть ресурс.

При описании взаимодействия между особями рассматриваются несколько стратегий поведения животных – притяжение к другим особям и отталкивание от них в зависимости: от взаимного расстояния между ними, от соотношения возрастов и масс между особями. Рассмотрены несколько алгоритмов коллективного поведения.

Получены различные динамические режимы пространственно временной динамики популяции – полное перемешивание, образование кластеров – стад, пульсирующие и волновые режимы. Проведено численное параметрическое исследование полученных режимов

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 13-01-00499 -а.

**МОДЕЛЬНЫЙ СИНТЕЗ И МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ
ПРОГРАММИРОВАНИЕ – ТЕХНОЛОГИЯ ОПИСАНИЯ, РАЗРАБОТКИ И
РЕАЛИЗАЦИИ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Бродский Ю.И.

ВЦ РАН

*Россия, 119333, Москва, ул. Вавилова, 40, +7(499)135-62-04,
yury_brodsky@mail.ru*

Предлагается формализация понятия имитационной модели сложной системы – определяется семейство моделей-компонент со стандартной организацией имитационных вычислений. Семейство оказывается замкнутым относительно объединения моделей-компонент в модель-комплекс, что позволяет синтезировать сложные фрактальные модели, не меняя организацию вычислений. Возникает новый подход к проектированию и реализации имитационных моделей сложных систем, – модельный синтез и модельно-ориентированное программирование, позволяющий исключить императивное программирование и получить исполняемый код высокой степени параллельности.

Выделен класс моделей, (а именно, удовлетворяющих в каждой точке гипотезе о замкнутости и имеющих кусочно-гладкую, непрерывную слева траекторию), для которых из локальной гипотезы о замкнутости модели будет следовать возможность успешного синтеза модели на конечном отрезке моделирования.

Предложена организация имитационных вычислений, ориентированная на модели с кусочно-гладкими траекториями, как инварианта относительно объединения моделей-компонент в модели-комплексы, позволяющая полностью решить задачу описания и синтеза имитационных моделей сложных многокомпонентных систем.

Все это позволяет формально определить класс имитационных моделей сложных многокомпонентных систем, как семейство родов структур «модель-компонента» в смысле Н. Бурбаки [1], и на основе такого определения построить новые концепции формального описания, синтеза и реализации имитационных моделей – модельный синтез и модельно-ориентированное программирование [2], являющиеся альтернативой повсеместно используемых объектного анализа и объектно-ориентированного программирования [3], прежде всего для задач имитационного моделирования сложных многокомпонентных систем.

Изложенная концепция модельного синтеза применима в первую очередь, для синтеза моделей сложных многокомпонентных систем. Однако можно надеяться, что подобный подход применим и для разработки сложных программных систем, организация которых атомистична, и укладывается в требования гипотезы о замкнутости, а также требования однозначности и детерминированности вычислений.

Список литературы

1. Бурбаки Н. Теория множеств М.: Мир, 1965, 456 стр.
2. Бродский Ю.И. Модельный синтез и модельно-ориентированное программирование М.: ВЦ РАН, 2013, 142 стр.
3. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Введение в UML от создателей языка М.: ДМК Пресс, 2012, 494 стр.

Имитационное моделирование и автоматизация проектирования
**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ
БАЛЛИСТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ
ЭФФЕКТОМ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА**

***Быков Н.В., Нестеренко Е.А.¹**

ВЦ РАН

Россия, 119333, Москва, Вавилова 40,

Тел. (499)135-20-09

E-mail: nik.bkv@gmail.com

¹*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1,*

Тел. (499)263-66-51

E-mail: nesterenko_ea@bk.ru

Задачи математического моделирования движения различных сплошных сред по каналам, которые могут иметь изменяющуюся по длине площадь поперечного сечения возникают во многих областях науки и техники. В частности, в военной и космической отраслях существует насущная потребность в создании средств разгона тел до высоких скоростей в направляющих каналах. В качестве источника энергии в таких средствах разгона как правило используются высокоэнергетические материалы; наиболее часто в этой роли выступают пороховые составы, реже – взрывчатые [1]. Существует также большой класс установок, в котором используется электромагнитная энергия [2].

Одной из перспективных баллистических схем является схема с коническим каналом, использующая гидродинамический эффект [3]. Основная особенность рассматриваемых процессов состоит в наличии подвижных границ раздела сред, что является определяющим фактором при выборе численных методов расчета. Достаточно просто учет движения границы осуществляется в массовых лагранжевых координатах, однако методы, которые используют это описание обладают рядом недостатков. Существующие способы учета подвижных границ расчетной области на неподвижных эйлеровых сетках, которые разрабатывались, например, в рамках метода крупных частиц, обладают рядом недостатков, к которым, в первую очередь относится сложность алгоритмов пересечения границ ячеек контактной границей. В то же время методы, сопряженные с использованием движущихся сеток лишены этих недостатков в силу того, что контактная граница постоянно совмещена с узлом расчетной сетки. Поэтому для расчета используется метод конечных объемов с вычислением потоков по схеме AUSM+ на подвижной сетке. Для автоматизированного поиска оптимальных проектных параметров баллистических установок используется генетический алгоритм поиска.

Список литературы

1. Высокоскоростные ударные явления // Под ред. Р. Кинслоу. М.: Мир, 1973.
2. McNab I.R. Launch to space with an electromagnetic railgun // IEEE Transactions on mag-netics, vol. 39, No.1, January 2003.
3. Быков Н.В., Зеленцов В.В., Карнейчик А.С. Баллистическая бикалиберная установка с деформируемым поршнем // Инженерный журнал: наука и инновации, 2013. №9(21). URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/rocket/945.html>.

РЯД ПРИБЛИЖЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА И ВЛАГИ В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ

Воротынцев А.В.

ВЦ РАН

Россия, 119333, Москва, ул. Вавилова, 40;

Тел.: (499)135-30-23, (965)135-39-31,

E-mail: Alexander.Vorotyntsev@mail.ru

Для дифференциально-алгебраической системы уравнений сопряженного переноса тепла и влаги в растительном покрове и почве с учетом баланса энергии, [1], получено интегральное уравнение, позволившее описать перенос в покрове алгебраическими выражениями, зависящими от решения этого уравнения, [2].

Для хорошо вентилируемого покрова получена приближенная замкнутая система уравнений, описывающая перенос в почве под покровом. Из решения этой системы и найденных алгебраических выражений легко определяются значения переменных переноса в покрове для метеорежима, заданного на верхней границе покрова.

При дополнительных условиях малых коэффициентов проводимости для потоков водяного пара в сравнении с коэффициентами проводимости для потоков тепла на границах лист-воздух и почва-воздух получена последующая приближенная модель переноса в покрове. Переменные y этой модели представлены линейными комбинациями аналогичных переменных y_1 и y_2 вида

$$y = \frac{y_1 + \beta y_2}{1 + \beta}, \quad 0 < \beta < \infty,$$

для двух крайних ситуаций и переноса: 1) для почвы, лишенной растительности, и 2) для почвы, залитой водой. Линейные комбинации имеют один и тот же параметр β , причем аккумулирующий все зависимости переноса от таких параметров растений, как листовая и корневая индексы, параметры устойчивого аппарата. Для модели удалось сформулировать простые критерии ее проверки.

Таким образом, исходная система уравнений сопряженного переноса сведена к двум модифицированным уравнениям переноса влаги и тепла в почве под растительным покровом, которые решаются последовательно. Полученные уравнения гораздо проще идентифицировать и использовать для прогнозирования урожайности и оценок мелиоративных мероприятий.

Список литературы

1. Полуэктов Р.А. Динамические модели агроэкосистем. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. 312 с.
2. Воротынцев А.В. Исследование модели переноса тепла и влаги в системе почва-растение // Математическая биология и биоинформатика. 2012, Том 7, № 1. С. 45-53.

**ЭФФЕКТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ В
МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

Гончар Д. Р., *Фуругян М. Г.

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40

Тел.: (499)135-40-29, факс: (499)135-61-59, E-mail: rtscas@ya.ru

Одна из основных задач, возникающих при разработке программного обеспечения многопроцессорных вычислительных систем жесткого реального времени (МПВРСВ, систем, в которых заданиям сопоставляются директивные сроки, не подлежащие нарушению), заключается, во-первых, в создании математической модели, адекватной реальной вычислительной системе, и, во-вторых, в расчете с помощью этой модели режима функционирования системы, в результате которого получается расписание, показывающее, когда и какой программе должны быть выделены те или иные ресурсы ЭВМ. Это необходимо для обеспечения работоспособности и надежности таких систем. Потребность в быстрых алгоритмах, составляющих многопроцессорные расписания, часто возникает в задачах оперативного управления на основе обработки и анализа поступающих в реальном времени данных. В качестве примеров можно привести задачи управления работой ядерных реакторов, управления испытаниями летательных аппаратов и многие другие практические задачи управления, в которых для принятия адекватных решений нужно успевать обрабатывать данные в темпе поступления.

Корректность систем реального времени зависит не только от правильности результатов ее вычислений, но и от времени, за которое эти результаты были получены. В секторе проектирования систем реального времени ВЦ РАН разрабатывается инструментальная система автоматизации проектирования вычислительных систем реального времени. Составление расписаний реального времени – важная часть подобных систем, так как все задания должны быть выполнены в срок. Авторами исследуется задача составления многопроцессорного расписания в системах реального времени. Рассмотрены следующие случаи.

1. Работы допускают прерывания и переключения с одного процессора на другой [1]. Вычислительная сложность предложенных алгоритмов значительно меньше сложности точного потокового алгоритма, что подтверждается также машинными экспериментами (выигрыш во времени составляет до нескольких тысяч раз). При этом процент некорректной работы алгоритмов незначительный (от 1 до 20% в зависимости от параметров задачи).

2. Прерывания и переключения не допускаются [2]. Разработан ряд точных и приближенных алгоритмов. Определяется их эффективность и проводится сравнительный анализ.

3. Часть работ допускает прерывания и переключения, а часть не допускает [3]. Разработан ряд приближенных алгоритмов, решающих задачу на быстрдействие, а также минимизирующих максимальное запаздывание. На основе машинных экспериментов проведен сравнительный анализ разработанных алгоритмов.

Список литературы

1. Фуругян М.Г. Некоторые алгоритмы анализа и синтеза многопроцессорных вычислительных систем реального времени // Программирование. – 2014. – №1. – С. 36–44.
2. Фуругян М.Г. Некоторые алгоритмы решения минимальной задачи составления многопроцессорного расписания // Изв. РАН, ТиСУ. – 2014. – №2. – С. 48–54.
3. Гончар Д.Р., Фуругян М.Г. Алгоритмы составления многопроцессорного расписания для неоднородного множества работ с директивными интервалами и произвольными процессорами // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – № 3.1(53). – С. 204–208.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КУЛЬТУРО-
И ПРИРОДОСООБРАЗНОГО ПОДХОДОВ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ШКОЛЕ**

Гончар Д.Р., Юрезанская Ю.С.

ВЦ РАН

Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова 40,

Тел.: (499)135-40-29,

E-mail: dgonchar@ccas.ru, july@ccas.ru

По ряду причин научное моделирование целого ряда важнейших сторон жизни общеобразовательной школы в СССР по сути не проводилось. В качестве основы для построения и выполнения учебного плана по прежнему используются упрощённые сверх всякой меры уравнивательные подходы предвоенного времени, по сути отрицающие основополагающие законы биологии (принцип биологического разнообразия), генетики, принципы кибернетики (обратной связи, необходимого разнообразия) и др. Продолжение применения таких чрезвычайных подходов в течение многих десятилетий и после окончания ВОВ имеет целый ряд отрицательных последствий не только в количестве и качестве действительно осваиваемых учащимися знаний, но и для их морального и физического здоровья [1, 2].

Авторы предлагают математическую модель учёта существенного разнообразия природных способностей учащихся (в том числе к освоению различных учебных предметов) и на основе неё сравнивают две известные концепции построения жизни общеобразовательной школы – культуросообразную (Ф.Герbart, Т.Д. Лысенко, Л.С. Выготский) и природосообразную (Я. Коменский, А. Дистервег, К.Д. Ушинский и др.).

Даны два учебных предмета, существенно различающихся по требованиям к составу природных способностей учащихся (условно назовём их «физика» и «лирика»). Учебная программа задаёт план освоения по физике и по лирике в неких условных учебных единицах. Если план выполнен, возможно дальнейшее обучение по данному предмету (само- и дополнительное образование).

Природные способности каждого из N учащихся задаются значением постоянных множителей, показывающих скорость освоения учебной единицы по физике и по лирике, соответственно.

Для $N = 200\,000$ учащихся, распределение природных способностей которых моделировалось как по нормальному, так и по равномерному закону, авторами проведены расчёты учебного вклада для ряда параметров модели [3].

Список литературы

1. Кумарин В.В. Педагогика стандартности или почему детям плохо в школе. М., 1996 г.
2. Постников М.М. Школа с уклоном в будущее // Литературная газета, 1987 г., 27 марта.
3. Гончар Д.Р., Юрезанская Ю.С. Математическое моделирование применения культуро- и природосообразного подходов в общеобразовательной школе. // Сообщения по прикладной математике. // М.: ВЦ РАН, 2013 г.

Имитационное моделирование и автоматизация проектирования
ДВУХСЕКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИКИ МОНГОЛИИ

***Дэмбэрэл С.¹, Оленев Н.Н.²**

¹*Исследовательский центр по астрономии и геофизике АНМ, Монголия*

²*ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, Вавилова 40*

Тел.: (499)783-33-28, факс: (499)135-61-59,

E-mails: demberel@rcag.ac.mn, nolenev@mail.ru

В работе рассмотрена двухсекторная модель экономики Монголии, в которой один сектор представляет собой пастбищное животноводство [1-2], а второй сектор – добывающий [3]. Для описания добывающего сектора экономики Монголии используется нормативная вычислимая математическая модель. Динамика материальных и финансовых балансов в ней выражается через изменения запасов природных ресурсов, факторов производства и денег. Используются следующие экономические агенты: сектор пастбищного животноводства, добывающий сектор, домашние хозяйства, банковская система, торговый посредник, внешний рынок.

В модели продукция каждого сектора считается однородной. Описание пастбищного животноводства следует работам [1-2]. Большая часть добытых природных ресурсов идет на экспорт.

Потоки благ в модели описаны дифференциальными уравнениями. Объем выпуска добывающего сектора описан производственной функцией типа Кобба-Дугласа, зависящей от труда, запасов природных ресурсов и капитала в отрасли.

Описана денежно-кредитная система и система налогообложения для секторов экономики и домашних хозяйств Монголии. Предполагается, что отрасли используют кредитные средства.

Для замыкания модели введен экономический агент – торговый посредник. Он несет функцию простого перераспределения благ и не получает дохода, поэтому не несет ответственности по налогам.

Для использования модели в расчетах необходимо провести идентификацию ее внешних параметров. Большая часть параметров не может быть оценена напрямую из данных экономической статистики, для их идентификации нужно сравнивать полученные при расчетах на модели временные ряды макропоказателей со статистическими временными рядами этих макропоказателей.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 12-01-00916, 13-07-01020), РНФ (код проекта 14-11-00432), ПФИ Президиума РАН № 15 и ПФИ ОМН РАН №3.

Список литературы

1. Дэмбэрэл С., Оленев Н. Н., Поспелов И. Г. Взаимодействие экономических и экологических процессов. М.: ВЦ РАН, 40 с. 2003.
2. Дэмбэрэл С., Оленев Н.Н., Поспелов И.Г. К математической модели взаимодействия экономических и экологических процессов // Математическое моделирование, 2003. М.: Том. 15, № 4, с.107-121.
3. Горбачев В.А., Оленев Н.Н. Идентификация модели добывающего сектора экономики Монголии // Advanced Science. №3. 2013. С.134-149.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ
ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ХАОСОВ И МЕХАНИЗМА ГРАНИ ХАОСА**

Захарченко П.В.

*Бердянский государственный педагогический университет,
Факультет экономики и управления, кафедра Экономической кибернетики и
финансов,
Украина, 71100, г. Бердянск, пр. Пролетарский 212, кв.42,
Тел.: +380972152662
E-mail: pvzz1957@gmail.com*

Целью исследований является разработка теоретико-методологического обеспечения экономико-математического моделирования механизмов устойчивого развития экономики и разработка системы математических методов и моделей для повышения эффективности хозяйственной деятельности Украины.

Это позволило получить следующие результаты, а именно:

разработано и теоретически обоснованно концепцию моделирования экономики на основе теории пересечения детерминированных хаосов и механизма ключевой грани хаоса, которая положена в основу соответствующей системы модели. Такой подход обеспечит обоснование механизмов экономического поведения системы, позволит определить параметры их устойчивого экономического функционирования, а также систему категории и понятий, необходимых для формирования новых методологических принципов и инструментария моделирования экономики;

предложено принципы синергетического подхода к исследованию особенностей и закономерностей поведения экономической системы в рыночной среде, которые развивают и дополняют системный подход к определению поведения сложных систем в условиях неустойчивости, неравновесия на грани хаоса и самоорганизации при наличии пересечения нескольких детерминированного хаоса, что позволяет, в отличие от существующих представлений, установить характер ключевых показателей экономики;

разработан бифуркационный подход относительно формирования механизмов адаптации экономической системы к условиям рыночной среды, а также методологию адаптивного планирования деятельности на основе адаптивной модели с учетом рационального использования природных ресурсов и оптимальной загрузки производственной базы, что, в отличие от существующих, базируется на определенных стадиях развития основной системообразующей подсистемы, и позволяет улучшить планирование и управление;

сформулированы методологические положения относительно построения механизмов образования интеграционных объединений, для решения сложной интеграционной проблемы предложена модель, которая позволяет принимать решения о целесообразности формирования стратегических альянсов с целью усовершенствования функционирования экономики на разных этапах деятельности и определять сценарии возникновения и влияния синергетического эффекта;

разработан методологический подход и инструментарий для моделирования конкурентного рынка в условиях многозначных функций спроса и предложения, что позволяет продуцировать своевременные и эффективные экономические решения, направленные на достижение избранной цели развития экономической системы.

**РЕШЕНИЕ РЯДА ВЕРОЯТНОСТНЫХ СЕТЕВЫХ ЗАДАЧ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДО ОТКАЗА С
ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ СТРУКТУРЫ СЕТИ**

Костюк Ф.В.

ВЦ РАН

Россия, 119333, Москва, Вавилова 40,

Тел.: +7-499-135-0170, факс: +7-499-135-0170, e-mail: fil@ccas.ru

Задача состоит в вычислении вероятности отказа системы, описываемой сетью $G=(V, E)$ с известными вероятностями отказа составляющих сеть дуг $p_i \in [0, 1]$, $i=1, \dots, m$, где m – это мощность множества дуг E . Критерий работоспособности cr описывается индикаторной функцией f , относительно которой дается предположение монотонности, и задаваемой на декартовом произведении множества X^m m -мерных булевых векторов x , взаимно-однозначно отображающемся на множество подсетей сети G , и конечного множества критериев CR функционирования системы.

$$(1) f: X^m \times CR \rightarrow \{0; 1\}, f(x, cr) = \begin{cases} 1, & \text{если для } x \text{ выполнен критерий } cr \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Задача определения вероятности события, заданном критерием cr , состоит в вычислении величины $R(cr)$:

$$(2) R(cr) = \sum_{x \in X^m, f(x, cr)=1} p(x) \equiv \sum_{x \in X^m} p(x) * f(x, cr), p(x) = \prod_{i=1}^m (1-p_i)^{x_i} p_i^{1-x_i}, x \in X^m$$

Для решения задачи (1)-(2) в [1] был предложен метод моделирования до отказа на той же сети G , но с целевой функцией, измененной с учетом вероятностей отказа элементов. Другой подход, рассматриваемый в данной работе, заключается в моделировании до отказа в сети, топология которой отличается от G , но целевая функция переопределяется на измененной сети и остается индикаторной.

В методе специальным образом строится случайная величина t_0 и задается СВ ξ :

$$\xi = \sum_{i=0}^{s^*-1} ps(i, \lambda), M\xi = \lim_{j \rightarrow \infty} Q_j = Q, s^* = s^*(t_0), t_j \xrightarrow{j \rightarrow \infty} t_0, \lambda = -\sum_{i=0}^m \log_2 q_i > 0,$$

являющаяся оценкой для $R(cr)$. Для доказательства, что эта оценка несмещенная, строится последовательность задач, эквивалентных задаче (1)-(2) по решению, и делается переход к бесконечности. Излагается реализация метода в пакете программ [2] и дается описание факторов, оказывающих влияние на его эффективность. Метод обладает высокой эффективностью на определенных классах задач и может быть полезен для расчетов монотонных высоконадежных систем.

Список литературы

1. Костюк Ф.В. Метод моделирования до отказа с пересчетом целевой функции в сетевых задачах // Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов. – М.: ВЦ РАН, 2013. Стр. 85-93.

2. Костюк Ф.В. Программа для расчета устойчивости функционирования сетей «Мимоза». Свидетельство № 2013615063 о государственной регистрации от 27.05.13

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНДИВИДУАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОДНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ**

***Люлякин О.П., Саранча Д.А., Юрезанская Ю.С.**

ВЦ РАН

Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова 40,

Тел.: (499)135-24-09, факс: (499)135-61-59,

E-mail: saran@ccas.ru

Проведенные ранее исследования модели тундрового сообщества «растительность-лемминги-песцы» [1, 2] позволили перейти на новый уровень описания, на использование метода индивидуально ориентированного моделирования (ИОМ) [3]. В качестве объекта применения ИОМ выбрана популяция копытных леммингов (*Dicrostonyx torquatus chionoryes*) Западного Таймыра.

Динамика индивидуума определяется набором поведенческих правил, определяющих его поведение, взаимодействующего с окружающей средой и/или другими индивидуумами. Подробное описание свойств ИОМ дано в статье [1]. Проведенные вычислительные эксперименты с ИОМ позволили воспроизвести колебания численности близкие к реальным. Получены распределения особей по территории, возрасту, потенциалу жизнестойкости. И зависимость этих распределений от времени и суммарной плотности популяции. Проанализированы влияния на поведение популяции растительности и генетических характеристик.

В результате анализа результатов вычислительных экспериментов удалось выделить параметры, при которых существуют стабильные трехлетние и четырехлетние циклы.

Работа поддержана программой ОМН-3, бюджетной программой Казахстана 055, проектом РФФИ № 14-01-90011.

Список литературы

1. Sarancha D.A., Lyulyakin O.P., Trashcheev R.V. Interaction of simulation and analytic methods in modelling of ecological and biological objects // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. 2012. Vol. 27. No. 5. pp. 479-492.
2. Глушков В.Н., Саранча Д.А. Комплексный метод математического моделирования биологических объектов // Автоматика и телемеханика. 2013. №2. Стр. 94-108.
3. Люлякин О.П., Саранча Д.А., Трашеев Р.В., Юрезанская Ю.С. Математическое моделирование экологических сообществ // Сообщения по прикладной математике. – М.: ВЦ РАН, 2013.

**ПОСТАНОВКА, АНАЛИЗ И КОРРЕКЦИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО
УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ РЕГИОНА
В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ «PROGNOZ PLATFORM»**

***Мартышевский И.А., Поносов А.А.**

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
экон. ф-т, каф. информационных систем и мат. методов в экономике,
Россия, 614990, г Пермь, ул. Букирева, 15, Тел.: (342) 2-396-889,
E-mail: martyszewski@gmail.com, ponosov.aa@gmail.com*

Для работы с непрерывно-дискретными системами уравнений [1] в среде моделирования «Prognoz Platform» разработаны процедуры, позволяющие идентифицировать параметры модели, строить траекторию развития системы, а также решать задачи оптимального управления.

На основе данных процедур строится конкретная непрерывно-дискретная модель эколого-экономического развития Пермского края. В общем виде данная модель представляет собой «гибридную» систему состоящую из уравнений и переменных как с дискретным так и с непрерывным временем. Для полученной модели ставится задача оптимального управления, которая в общем виде записывается следующим образом:

$$(1) \quad \dot{x}(t) = Ax(t) + \sum_{j_j < t} B_j y(t_j) + f(t), \quad t \in [0, T],$$

$$(2) \quad y(t_j) = \sum_{j_j < t} C_j x(t_j) + \sum_{j_j < t} D_j y(t_j) + \sum_{j_j < t} E_j u(t_j) + g(t_j), \quad i = 1, 2, \dots, \mu,$$

$$(3) \quad x(0) = x_0, \quad y(0) = y_0, \quad \Lambda_1(y, u) = \gamma_1, \quad \Lambda_2(y, u) \leq \gamma_2,$$

$$(4) \quad Z(x, y, u) = \sum_{i=1}^{\mu} F_i x(t_i) + \sum_{i=1}^{\mu} G_i y(t_i) + \sum_{i=1}^{\mu} H_i u(t_i), \quad Z \rightarrow \max,$$

где (1) – подсистема с непрерывным временем, а (2) – подсистема с дискретным временем ($0 = t_0 < t_1 < \dots < t_{\mu} = T$). Здесь A, B, C, D, E, F, G, H – матрицы соответствующих размерностей, Λ_1, Λ_2 – линейные функционалы для задания нелокальных ограничений.

Подсистемы (1)–(2) связаны между собой по состояниям. Управление $u(t_i) \in R^r, i = 1, 2, \dots, \mu$ входит только в дискретную подсистему, определяя поведение ее траекторий в зависимости от сечений $x(t_j)$ траекторий непрерывной подсистемы и воздействуя на нее с помощью компонент $y(t_j)$ [2]. Задача управления (1)–(4) исследуется на разрешимость. В ситуации, когда ограничения (1)–(3) не совместны, вводятся дополнительные ресурсы управления, либо ставится и решается задача коррекции на основе подхода, рассмотренного в работе [3].

Список литературы

1. Максимов В.П., Чадов А.Л. Гибридные модели в задачах экономической динамики // Вестник Пермского Университета. Экономика. 2011, №2, с. 13-24.
2. Максимов В.П., Чадов А.Л. Об одном классе уравнений для функционально-дифференциальной непрерывно-дискретной системы // Известия высших учебных заведений. Математика. 2012, №9, с. 72-76.
3. Андрианов Д.Л., Поносов А.А., Поносов Д.А. Целевое управление процессом развития текстильно-швейной отрасли Российской Федерации // Вестник Пермского университета. Экономика, 2011. Вып. 4(11). с. 92-101.

МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ТОВАРАМИ И АГРЕГИРОВАНИЕМ

Матвеевко В.Д.

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» в Санкт-Петербурге,
Россия, 193171, г. Санкт-Петербург ул. Седова, д. 55, корп. 2,
Тел. (812)560-01-01, факс (812)560-71-75,
E-mail: vmatveenko@hse.ru*

Современный мир в возрастающей степени характеризуется высокой степенью взаимозависимости на различных уровнях. Изучение динамики сложно структурированных экономических систем с взаимной зависимостью было начато в моделях Дж.Неймана и В.Леонтьева, в которых экономика характеризуется сложными связями производства промежуточных товаров. В нашей стране такого рода модели интенсивно исследовались научными школами В.Л.Макарова-А.М.Рубинова и А.А.Петрова-И.Г.Поспелова.

На современном этапе глобализации, степень взаимозависимости агентов в экономике существенно возросла, что связано, в частности, с интеграцией в мировую экономику стран с относительно дешевым трудом (Китай, Индия, страны Восточной Европы и бывшего СССР). Соответственно, в мировых исследованиях прослеживается возврат к позициям Неймана и Леонтьева, но уже в рамках современных моделей. Снова становятся популярными идеология «затраты-выпуск» и связанный с ней взгляд на экономику как на сеть (например, Jones, 2011, Acemoglu et al. 2012).

В докладе обсуждаются подходы к моделированию взаимозависимостей в экономике с производством промежуточных товаров, показаны сложности, которые возникают при анализе такого рода моделей. Представлен ряд полученных автором результатов, относящихся к зависимости состояния экономики от структуры экономической системы. В частности, применительно к модели экономического роста и международной торговли Вентуры, модели формирования агрегированной эластичности замещения Мягивы-Папагеоргиу, модели экономического развития Джонса, показано, что вывод о положительной зависимости выпуска и темпа роста экономики от эластичности замещения справедлив лишь при определенной спецификации производственной функции, тогда как для более общего класса производственных CES-функций сделать однозначный вывод о характере зависимости экономического роста от эластичности замещения производственной функции нельзя: отсутствует робастность по функциональной форме.

Поскольку достаточно полные (в том числе, эмпирические) исследования вида функции агрегирования промежуточных товаров, по-видимому, не проводились, полученный результат является достаточно серьезным предупреждением. Он означает, что в теоретических макроэкономических исследованиях могут быть сделаны необоснованные, неполные и не всегда верные выводы, когда используются те или иные конкретные предположения относительно вида производственных функций. Значения параметров производственной функции, по-видимому, зависят от институтов и политик, и вопрос о такого рода зависимости нуждается в тщательном изучении.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 14-01-00448).

**СРЕДНЯЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ ОСОБЕЙ ПОПУЛЯЦИИ
КАК ЭВОЛЮЦИОННО ОПТИМАЛЬНЫЙ ПАРАМЕТР**

Овсянников Л.Л.

*Первый Московский государственный медицинский университет
им. И.М. Сеченова.*

*Медико-профилактический ф-т,
каф. Медицинской информатики и статистики.
Россия, Москва, 119951, ул. Трубецкая д. 8, с. 2.
Тел. 8-916-696-51-57.*

Предлагается модель экосистемы «ресурс-потребитель»:

$$(1) \quad dN_i / dt = (\lambda_i - \mu_i) * N_i,$$

$$(2) \quad dP_i / dt = (W_r - W_o^i - W_m^i) / m,$$

$$(3) \quad dR / dt = b * R * (R_m - R) - k * R * \sum_i N_i / S,$$

где N_i – численность i -й популяции потребителя; P_i – вес тела особи i -й популяции, R – плотность пищевого ресурса, W_r – энергия, получаемая с ресурсом $W_r = k_1 * R$; W_o^i – энергозатраты на основной и активный обмены, $W_o^i = \alpha_0 * P_i$; W_m^i – энергозатраты на воспроизводство, $W_m^i = \lambda_i * P_i$; m – удельная калорийность тела особи; R_m – максимальная плотность ресурса; S – площадь ареала.

В работах [1], [2] показано, что в результате конкуренции за ресурс n популяций выживет только одна, та коэффициент рождаемости которой обеспечивает минимум равновесной плотности ресурса, равной:

$$(4) \quad \hat{R} = (aD / \lambda + c\lambda) / k_1.$$

Очевидно, эволюционно оптимальная величина коэффициента рождаемости будет:

$$(5) \quad \lambda^* = \sqrt{aD / c},$$

т.е. является функцией фактора внешней среды D и физиологических параметров α и c .

Не трудно доказать, что средняя продолжительность жизни особи равна обратной величине смертности. Так как в равновесном состоянии смертность равна рождаемости ($\lambda^* = \mu$), то средняя видовая продолжительность жизни равна обратной величине эволюционно оптимальной плодовитости:

$$(6) \quad T = 1 / \lambda^* = \sqrt{\frac{c}{aD}}.$$

Список литературы

1. Овсянников Л.Л., Свирижев Ю.М. Эволюция плодовитости и критерий Фишера. Журн. общ. биол. 1983г. Т. 44, №5, с. 621-626.
2. Овсянников Л.Л., Пасекон В.П. Энергетика и эволюционная оптимальность признаков организма. Журн. общ. биол. 1990 Т. 51, № 5, с. 709-716.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕТОДОМ ИНВЕСТИЦИОННОГО
НАВИГАТОРА**

Огарков С.А.

*Московский финансово-юридический университет МФЮА, ф-т экономики,
права и информационных технологий, каф. экономики и финансов.*

Россия, 117447, г. Москва, ул. Б. Черемушкинская, д. 17А, стр.6

Тел.:(499) 979-00-99, E-mail: ogarkovsa@mail.ru

Механизм инвестирования содержит страновые особенности. Цель - вложиться в кластер, определить ближайшего и дальнего соперника (страну, бизнес), союзника по решению проблемы. Цена места (позиции), расходы бюджета или инвестиции в текущем году. Путь между позициями сопровождается оценкой стоимости мероприятий. Инвестиционный климат – условия экономического пространства для организации инвестирования. Инвестиционный навигатор прогнозирует расположение мест, создает горизонт планирования, анализируются ресурсы, необходимые для достижения заданных вершин, определяются узкие места в экономике для направления инвестиций и разрабатываются соответствующие инвестиционные инструменты, выстраиваются отношения между субъектами. Отведенное место субъекта в рейтинге рассматривается как проблема или явление в экономике, привлекающее внимание инвесторов. Движение по сети навигатора представляет инвестиционную стратегию, опирающуюся на цели и возможности при которых возможно развитие объектов в экономике институциональной среды и отдельных хозяйствующих субъектов. В инвестиционном навигаторе реализуется идея системного комплексного применения интегральных оценок.

Весь маршрут к достижению цели предполагает программу развития и инвестиций. Прогноз, концепция и инструменты решения проблемы наполняют сущность программы. Сроки реализации программы, темпы и пропорции выполняют функцию движения. Трудности решения вопросов и дефицит ресурсов отражают узкие места решения проблемы, в которых ее ход буксует, отстает во времени и падает их эффективность. Выбрав модель экономического роста и задавшись темпами и пропорциям развития экономического пространства происходит ориентация в экономическом пространстве по интегральным оценкам, что помогает своевременно сосредоточить ограниченные ресурсы на решении неотложных задач, привлечь международный капитала, определить границы интеграции, свойственные ей черты. Навигационная матрица интегральных оценок измеряет связь между явлениями и состоянием экономического пространства в процессе его развития.

Список литературы

1. Огарков С.А. Моделирование развития российской экономики посредством инвестиционного навигатора// Электронный журнал «Экономика плюс».2013г <http://econ-plus.ru/node/468>

2. Огарков С.А. Метод инвестиционного навигатора для планирования развития экономики// Математика, информатика, естествознание в экономике и обществе. (МИЕСЭКО 2014). Труды Всероссийской научной конференции / Отв. ред.Байков А.Ю. – Москва, МФЮА, 2014. – 336 с. Стр.292-296

3. Огарков С.А. Метод инвестиционного навигатора экономики// Образование. Наука. Культура. Роль в модернизации России. Материалы международной научно-практической конференции/Под ред. Н.Г. Яковлевой. М.: Культурная революция, 2014.-481 с., Стр.269-287.

Имитационное моделирование и автоматизация проектирования

**ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В MATLAB И SIMULINK ПРИ
МОДЕЛИРОВАНИИ ЭКОНОМИКИ**

Оленев Н.Н., *Печенкин Р.В., Чернецов А.М.

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, Вавилова 40

Тел.: (499)783-33-28, факс: (499)135-61-59,

E-mails: nolenev@mail.ru, rouslan.pechonkin@gmail.com, chernetsovam@mail.ru

Решение крупномасштабных задач в математическом моделировании экономики, примером которых служат разработка алгоритмов расчета, идентификация внешних параметров модели, численные эксперименты с идентифицированной моделью, требует много времени и большого объема машинной памяти. Высокопроизводительные вычислительные ресурсы (многоядерные компьютеры, кластерные суперкомпьютеры, сети, облачные среды) можно использовать для значительного ускорения в выполнении этих задач. Продукты MATLAB и Simulink компании MathWorks при решении указанных задач облегчают использование этих ресурсов, поскольку избавляют от необходимости вносить значительные изменения в имеющуюся вычислительную среду и используемые рабочие процессы.

Выполнение многократных параллельных вычислений при идентификации моделей экономики, обработка больших массивов статистических временных рядов может быть осуществлена в среде MATLAB без модификации обычных программ или при их минимальной модификации за счет средств Parallel Computing Toolbox (циклы for, распределенные массивы, функции с поддержкой вычислений на графических процессорах). Приложения MATLAB, использующие параллельные вычисления, могут выполняться без изменений в различных вычислительных средах (Parallel Computing Toolbox на многоядерной персоналке и MATLAB Distributed Server при использовании кластера, грида или облачных вычислений). Эти же параллельные инструменты позволяют ускорить работу по генерации кода из моделей Simulink, содержащих большую иерархию ссылок на другие модели.

В качестве примера приложения параллельных средств MATLAB рассмотрена задача построения и идентификации модели экономики России с производственной функцией, учитывающей изменение технологической структуры производства [3].

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 12-01-00916, 13-07-01020), РНФ (код проекта 14-11-00432), ПФИ Президиума РАН № 15 и ПФИ ОМН РАН №3.

Список литературы

1. Оленев Н.Н., Печенкин Р.В., Чернецов А.М. Параллельное программирование в MATLAB и его приложения. М.: ВЦ РАН. 2007. 120 с.
2. Оленев Н.Н. Параллельные вычисления в MATLAB при моделировании экономики// Сб.тр. II всерос. научн. конф. «Математическое моделирование развивающейся экономики», посвященной 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Моисеева. ЭКОМОД-2007. Киров: ВятГУ, 2007. С.159-173.
3. Оленев Н.Н., Петров А.А., Поспелов И.Г. Модель процесса изменения мощности и производственная функция отрасли хозяйства// Математическое моделирование: Процессы в сложных экономических и экологич. системах. М.: Наука, 1986, С.46-60.

**ПРИБЛИЖЕННОЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ, ОПИСЫВАЮЩЕЙ ДИНАМИКУ
ПОПУЛЯЦИИ ЛЕММИНГОВ**

***Тращев Р.В., Саранча Д.А.¹**

*Институт фундаментальных проблем биологии РАН
Россия, 142290, Московская обл., г. Тушино, ул. Институтская, 2
E-mail: tslav85@mail.ru*

¹*ВЦ РАН
Россия, 119333, Москва, ул. Вавилова, 40
E-mail: saran@ccas.ru*

Стремление довести процесс моделирования сложных малоизученных эколого-биологических объектов, с неполной информацией об их свойствах, до генерации гипотез о ведущих механизмах изучаемого явления приводит к необходимости использования всех резервов моделирования, к комплексным исследованиям (КОИС) [1,2]. Такие исследования включают в себя полный набор операций: сбор и анализ исходной биологической информации; обоснование выбора объекта, переменных и уравнений для его описания; выбор явления для раскрытия свойств объекта - «тестирующего явления»; обоснование и построение детальных имитационных моделей; анализ их свойств и проведение с ними вычислительных экспериментов. Формирование имитационной системы – набора сопряженных моделей, как детальных, проясняющих и уточняющих отдельные аспекты изучаемого явления, так и упрощенных моделей для описания в целом свойств исходной (основной) имитационной модели. Формулирование гипотез о ведущих механизмах исследуемого явления.

Метод был разработан при построении модели «растительность-лемминги-песцы» (РЛП). Он включает в себя процедуру обоснования упрощенной модели в виде разностного уравнения, и формул, связывающих это уравнение с исходной имитационной моделью. Наличие таких формул позволяет проводить приближенное параметрическое исследование исходной имитационной модели. Проведены оценки параметров разностного уравнения по имеющимся данным динамики численности леммингов.

Работа поддержана программой ОМН-3 и грантом РФФИ 14-01-90011.

Список литературы

1. Глушков В.Н., Саранча Д.А. Комплексный метод математического моделирования биологических объектов // Автоматика и телемеханика. 2013, №2 стр. 94-108.
2. Sarancha D. A., Lyulyakin O. P., Trashcheev R. V. Interaction of simulation and analytic methods in modelling of ecological and biological objects // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling, 2012, Vol. 27, No. 5, pp. 479–492.

Флёров Ю.А., *Вышинский Л.Л., Широков Н.И.

ВЦ РАН,

Россия, 119333, Москва, Вавилова 40, тел. 8-499-135-60-02, wyshinsky@mail.ru

Автоматизированная система весовых расчетов, разработанная в ВЦ РАН, является одной из центральных подсистем САПР ЛА. Эта система предназначена для решения следующих важнейших задач весового проектирования летательных аппаратов:

- построение весовой модели изделия в виде многоуровневого дерева конструкции,
- расчет массово-инерционных и центровочных характеристик (МИХ И МЦД) ЛА,
- расчет влияния на МИХ И МЦД ЛА расхода топлива и сбрасываемой нагрузки,
- построение геометрической весовой модели изделия (геометрия масс),
- автоматизация весового контроля и весового анализа при проектировании ЛА.

Весовая модель изделия представляет собой древовидную структуру конструктивного членения изделия. Она по мере проработки проекта изделия строится сверху вниз от корня дерева к деталям. Массово-инерционные характеристики агрегатов вычисляются суммированием по нижестоящим вершинам, а для терминальных вершин вычисляются и вводятся на основании конструктивных схем и чертежей. В весовой модели на разных этапах проектирования используются различные оценки масс: лимитная, теоретическая, чертежная, фактическая, текущая. Правила манипулирования этими оценками массы отражают сложившуюся практику работы в конструкторском бюро.

Геометрическая весовая модель изделия необходима для построения динамически подобных геометрических моделей, применяемых в прочностных расчетах. Для построения геометрической весовой модели изделие разбивается на пространственные отсеки, заданные выпуклыми многогранниками. Вычисление массово-инерционных характеристик отсека заключается в переборе всех висячих вершин модели с проверкой на принадлежность ее к данному отсеку. После распределения вершин по отсекам производится суммирование рассчитанных МИХ всех входящих в отсек вершин.

Весовой анализ и контроль при проектировании летательных аппаратов представляет собой комплекс организационно – технических мероприятий, направленный на создание конструкции минимальной массы. Весовая модель представляет всю необходимую информацию для проведения различных расчетов и представления результатов расчетов в нужной для конструктора форме.

Расчетные характеристики весовой модели используются на всех стадиях проектирования при решении большинства проектных задач:

- в задачах компоновки ЛА,
- при прочностных расчетах,
- при расчетах динамики полета,
- при проектировании систем управления,
- при проектировании топливной системы,
- при расчетах нагрузок на взлете/посадке,
- при размещении полезной нагрузки,
- при расчетах моментов сброса нагрузки и др.

Система разработана с помощью инструментального комплекса «Генератор проектов».

ОЦЕНИВАНИЕ ДОСТИЖИМОСТИ ЦЕЛЕВЫХ ОРИЕНТИРОВ В ЗАДАЧАХ СТРАТЕГИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Цыбагов В.А.

Самарский государственный экономический университет

Россия, 443001, г. Самара, ул. Галактионовская 181а, Лаборатория КРИ

Тел.: (846) 337-04-29, +7(927)706-34-64, факс: (846) 337-49-53, E-mail: tva82@yandex.ru

Разрабатываемая стратегия имеет шанс быть реализованной, если ее целевые ориентиры сбалансированы и принципиально достижимы. В Лаборатории комплексных региональных исследований Самарского государственного экономического университета (ЛКРИ СГЭУ) разработан прогнозно-аналитический комплекс (ПАК «Стратегирование»), позволяющий автоматизировать технологию стратегирования регионального развития. Важнейшей функцией комплекса является оценивание достижимости заявленных целевых ориентиров на динамической модели социально-экономической деятельности региона. Особенность задачи заключается в том, что целевые ориентиры являются противоречивыми и обеспечение условия их достижения всей совокупностью индикаторов развития математически неразрешимо. Для формирования компромиссного решения вводится критерий Q , характеризующий общую «неудовлетворенность» из-за отклонения вектора индикаторов $Z(t)$ от целевых траекторий $Z^0(t)$. При этом задача достижимости целевых ориентиров сводится к следующей задаче оптимизации: «найти допустимый сценарий экономического развития $U(t) \subset D_U(t)$, минимизирующий общую «неудовлетворенность» от недостижения заявленных целевых ориентиров $Z^0(t)$, $t \in [t_1, t_2, \dots, t_T]$ »:

$$\min_{U(t) \in D_U} Q(U(t)) = \min_{U(t) \in D_U} \left\{ \sum_{i=1}^N \left\{ g_i \sum_{k=1}^T \left| \frac{z_i(U(t_k))}{z_i^0(t_k)} - 1 \right| \right\} \right\}.$$

В содержательном смысле задача (1) является обратной задаче сценарного прогнозирования, в которой по заданному сценарию развития $U(t)$ на динамической модели объекта $M(U(t))$ рассчитываются искомые траектории индикаторов:

$$Z(t) = M(U(t)), \quad U(t) \subset U_0, \quad t \in [t_1, t_2, \dots, t_T].$$

Задача (1) относится к классу обратных задач сверхбольшой размерности. Трудоемкость ее решения зависит от размерности вектора целей Z^0 , вектора сценарных параметров U , глубины горизонта прогнозирования T и сложности однократного решения задачи (2). В докладе предлагается метод поиска, который позволяет за приемлемое время решать обратные задачи класса (1) для десятков целей, сотен управляющих переменных и глубоких горизонтов прогнозирования. Разработанный на основе этого метода решатель формирует сценарии устойчивого развития, при которых индикаторы развития максимально близко приближаются к целевым ориентирам с учетом значимости этих индикаторов (весов g_i) и ограничений на управляющие воздействия. Метод прошел успешную апробацию при формировании стратегий Самарской области, Алтайского и Красноярского краев. Поиск наилучшего сценария на модели региона при $N=50$ целях, $m=150$ регуляторах на горизонте $T=20$ лет занимает 20 минут времени для персонального компьютера средней мощности.

Шевченко В.В.

*ВЦ РАН, Россия, 119991, г. Москва, ГСП-1 ул. Вавилова 40,
Тел.: (916)788-46-91, факс: (499)135-62-07, E-mail: vsh1953@mail.ru*

В работе [1] сформулировано представление об исследовании операций как обобщающем направлении научных исследований, включающем в себя целый ряд весьма разветвлённых направлений, таких как теория игр. Такое представление поддержано целым рядом авторов (Н.Н. Моисеев и др.) и к настоящему моменту вполне может считаться общепринятым. Однако вопрос о математически точном определении понятия «операция» остаётся открытым. Согласно [1] «операция есть совокупность действий, направленных на достижение некоторой цели». Точным такое определение можно признать лишь в том случае, если оно будет дополнено точными определениями понятий «действие» и «цель». В работе [1] предложено в самом общем случае понимать цель как обеспечение реализации выбранной ЛПР (лицом, принимающим решения) точки множества Парето в некоторой задаче многокритериальной оптимизации в процессе игрового характера с наличием неопределённости. При этом под действием понимается выбор игрока, соответствующего ЛПР (оперирующей стороне). При всей привлекательности такого определения понятия «операция» практическое использование основанной на этом определении концепции сталкивается с трудностями формализации реальных задач и со сложностью появляющихся теоретико-игровых постановок. В связи с чем, возник целый ряд направлений исследования операций ([2-6] и др.), в рамках которых требование точности определения понятия «операции» тем или иным образом обходится. Это помогает подступиться к решению некоторых прикладных задач экономического характера, но не снимает с повестки дня проблемы точного определения понятия «операция». Такого, в которое естественно вписывались бы военные, хозяйственные, хирургические и иные операции.

В работе [7] предлагается математически строгое определение операции, основанное на том, что: в проведении любой операции участвует некоторое подмножество множества рассматриваемых действующих лиц (агентов, игроков, активных систем) – множество ЛПР операции; взаимодействуя тем или иным образом с присутствием неопределённого фактора участники ЛПР вырабатывают некоторое управление операции; в результате проведения операции происходят зависящие от управления операции изменения в пространстве состояний рассматриваемого процесса. При этом процедура выработки управления операции описывается т.н. «функцией свёртки» операции, а изменения в пространстве состояний процесса формализуются в виде совокупности «проводок», изменяющих «счета», описывающие рассматриваемый процесс, и корректирующих параметры операций.

Список литературы

1. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций. М.: Наука. 1971. 384 с.
2. Петров А.А. Об экономике языком математики. М.: ФАЗИС, ВЦ РАН, 2003. 112 с.
3. Поспелов И.Г. Моделирование экономических структур. М.: ФАЗИС, ВЦ РАН, 2003. 191с.
4. Павловский Ю.Н. Имитационные модели и системы. М.: ФАЗИС, ВЦ РАН, 2000. 134 с.
5. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: МПСИ, 2005. 584 с.
6. Бурков В.Н. Теория активных систем и совершенствование хозяйственного механизма. М.: Наука, 1984.
7. Кононенко А.Ф., Шевченко В.В. Операционные игры. Теория и приложения. М.: ВЦ РАН, 2013. 136 с.

СЕКЦИЯ III

Математические проблемы принятия решений

Председатель секции проф. Лотов А.В.

Секция посвящена математическим методам, которые используются при поддержке принятия решений. В частности, будут заслушаны выступления, посвященные использованию скалярной, динамической и многокритериальной оптимизации, а также теории игр при принятии решений. Основное внимание будет уделено поддержке принятия решений в экономических проблемах.

1. *Алескеров Ф.Т., Мячин А.Л.* Применение новых методов анализа паттернов при исследовании экономических показателей РФ. 72
2. *Бондаренко А.С., Гасников А.В.* Рандомизированный покомпонентный алгоритм вычисления равновесия в многостадийной модели транспортных потоков. 73
3. *Бушенков В.А.* Применение методов аппроксимации границы Парето в задачах управления лесными ресурсами в Португалии. 74
4. *Голиков А.И.* Применение кусочно-квадратичных функций в задачах линейной оптимизации. 75
5. *Евтушенко Ю.Г., Посыпкин М.А.* Детерминированный глобальный метод аппроксимации эффективной оболочки множества. 76
6. *Жадан В.Г.* Допустимые мультипликативно-барьерные методы в полуопределенном программировании. 77
7. *Каменев Г.К.* Многокритериальный метод идентификации и прогнозирования. 78
8. *Мадера А.Г.* Принятие решений в многокритериальной среде в условиях интервальной неопределенности субъективных оценок. 79
9. *Мохонок Е.З.* Информационные процессы в повторяющихся играх с изменяющимися множествами выбора. 80
10. *Никулин В.Н., Горбушин А.А.* О непараметрическом критерии для определения количества факторов при использовании метода стохастического градиентного спуска. 81
11. *Сигал А.В.* Использование концепции комбинированного применения антагонистических и статистических игр для поддержки принятия решений в экономике. 82
12. *Токарев В.В., Бирюкова П.А.* Прогнозирование и планирование в ходе международных переговоров. 83

Математические проблемы принятия решений

- | | | |
|-----|--|----|
| 13. | <i>Трофимчук А.Н., Васянин В.А.</i> Задачи текущего планирования процессов обработки и распределения мелкопартионных потоков в коммуникационных сетях в автоматизированной информационно-аналитической системе поддержки принятия решений. | 84 |
| 14. | <i>Цурков В.И.</i> Методы понижения размерности в задачах оптимизации сложных систем. | 85 |
| 15. | <i>Швыдун С.В.</i> Двухступенчатые процедуры выбора, использующие мажоритарное отношение и их свойства. | 86 |

**ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ПАТТЕРНОВ ПРИ
ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РФ**

Алескеров Ф.Т., *Мячин А.Л.

*Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики,
Россия, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20,*

*Тел.: (495)772-95-90*26068,*

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

Россия, 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 65,

E-mail: alesk@hse.ru

E-mail: amyachin@hse.ru

Очень остро на сегодняшний день стоит проблема выбора подходящего метода совокупного анализа экономических показателей, на основе которого возможно объективно оценивать ситуацию и строить прогностические модели. В связи с большим накоплением данных, пригодных для различного рода анализа, происходит рост возможных решений.

В качестве предложенного метода анализа, позволяющего, с одной стороны, находить неявные взаимосвязи параметров исследуемых объектов, с другой, использовать как можно меньше ресурсов для подобного анализа, в работе применяются новые методы анализа паттернов, такие, как линейная паттерн-классификация и порядково-инвариантная паттерн-кластеризация. В качестве базовой системы показателей выбраны такие параметры, как: валовой региональный продукт на душу населения, доля русского населения (от общей численности населения страны), удельный вес городского населения, индекс потребительских цен, уровень безработицы, ввод в действие жилых домов на 1000 человек, ввод в действие квартир (единиц на 1000 человек), оборот розничной торговли на душу населения, объем бытовых услуг, объем платных услуг на душу населения, объем услуг связи, оказанных населению в расчёт на одного жителя, численность исследователей с учёными степенями, число зарегистрированных преступлений на 100 человек населения, а также число персональных компьютеров на 100 работников с доступом в интернет.

Подобный анализ базируется на нахождение близких по внутренней структуре регионов, поиске их взаимосвязей и исследованием развития регионов во времени. Ранее, метод анализа паттернов успешно зарекомендовал себя при решении ряда задач из [1,2,3].

Список литературы

1. Aleskerov F., Alper С.Е. A clustering approach to some monetary facts: a long-run analysis of cross-country data // The Japanese Economic Review, v.51, no.4, 2000, 555-567.
2. Aleskerov F., Ersel H., Gundes С., Yolalan R. A Multicriterial Method for Personnel Allocation among Bank Branches // Yapi Kredi Discussion Paper Series, No:98-01, 1998, Istanbul, Turkey.
3. Aleskerov F., Ersel H., Yolalan R. Multicriterial Ranking Approach for Evaluating Bank Branch Performance // International Journal of Information Technology and Decision Making, v.3, no.2, 2004, 321-335.

**РАНДОМИЗИРОВАННЫЙ ПОКОМПОНЕНТНЫЙ АЛГОРИТМ
ВЫЧИСЛЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ В МНОГОСТАДИЙНОЙ МОДЕЛИ
ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ**

Бондаренко А.С., *Гасников А.В.

Московский физико-технический институт,
Факультет управления и прикладной математики,
Россия, 141700, г. Долгопрудный (МО), Институтский пр-т. 9, кафедра МОУ,
Тел.: (095)408-72-90, E-mail: gasnikov@yandex.ru

В работе [1] была предложена многостадийная модель равновесного распределения транспортных потоков. Поиск равновесия сводился к решению задачи:

$$\max_{\{\lambda_i^L, \lambda_j^W\}} \max_{\bar{t} \leq t \leq \bar{t}} \min_{\{d_{ij}\} \in S_{|W|}(1)} \left[\sum_{i \in O} \lambda_i^L \cdot \left(\sum_{j \in (i,j) \in W} d_{ij} - L_i \right) + \sum_{j \in D} \lambda_j^W \cdot \left(\sum_{i \in (i,j) \in W} d_{ij} - W_j \right) + \sum_{(i,j) \in W} d_{ij} T_{ij}(t) - \langle \bar{f}, t - \bar{t} \rangle + \gamma \sum_{(i,j) \in W} d_{ij} \ln(d_{ij}/N) \right],$$

где $S_{|W|}(1)$ - единичный симплекс в $\mathbb{R}^{|W|}$; $\gamma \geq 0$; $|O| \leq n$, $|D| \leq n$, $|W| \leq n^2$ ($n \sim 10^4$); $T_{ij}(t)$ - кратчайшее расстояние (негладкая вогнутая функция) от источника i до стока j на транспортном графе, взвешенном вектором t . Поскольку нет ограничений компактифицирующих λ , то описанный далее метод будет запускаться при дополнительном ограничении $\|\lambda^{L,W}\|_2^2 \leq R^2$, где R будет увеличиваться вдвое если метод не выдает решение.

Таких перезапусков будет не больше $O(\log_2(1/\varepsilon))$, где ε - желаемая (относительная) точность решения. Метод заключается в рандомизированном расчете направления шага итерации по t . Ключевое место в рандомизации: с вероятностью d_{ij} рассчитывается суперградиент $T_{ij}(t)$ (кратчайший путь). Занимает все это ((пере-)разыгрывание + алгоритм Дейкстры) $O(n \ln n)$. По $\{d_{ij}\}$ осуществляется спуск по компонентам $\{d_i\}$, где i - возникло при рандомизации на шаге по t . В виду специфики алгоритма Дейкстры набор $\{T_i(t)\}$ у нас уже есть (то есть его не надо дополнительно считать). По λ осуществляем шаг итерации градиентного метода. При правильном (согласованном) выборе размера шагов, описанный рандомизированный алгоритм выдает решение с относительной точностью по функции ε и с вероятностью $\geq 1 - \sigma$ после $O(n\varepsilon^{-2} \ln(\sigma^{-1}))$ итераций, где каждая итерация занимает $O(n \ln n)$.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 13-01-12007-офи_м; Лаборатории структурных методов анализа данных в предсказательном моделировании ФУПМ МФТИ, грант правительства РФ дог. 11.G34.31.0073; гранта Президента РФ № МК-5285.2013.9.

Список литературы

1. Гасников А.В., Дорн Ю.В., Нестеров Ю.Е., Шпирко С.В. О трехстадийной версии модели стационарной динамики транспортных потоков // Математическое моделирование. 2014. Т. 26. arXiv:1405.7630

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АППРОКСИМАЦИИ ГРАНИЦЫ ПАРЕТО В
ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМИ РЕСУРСАМИ В ПОРТУГАЛИИ**

Бушенков В.А.

*Университет г. Эвора, Португалия
Departamento de Matemática, CIMA-UE,
Португалия, 7000-671, г. Эвора, ул. Ромао Рамалью 59,
Тел.: (+351)266-745-370, факс: (+351)266-745-393,
E-mail: bushen@uevora.pt*

Задачи, возникающие при планировании лесного хозяйства, обычно наряду с экономическими включают также экологические показатели, и поэтому являются многокритериальными. Переменные в моделях могут быть как непрерывными, так и целочисленными, и их количество в реальных задачах может быть довольно большим. В сообщении приводятся постановки задач планирования лесного хозяйства в Португалии и опыт их решения, основанный на аппроксимации Паретовской границы большой размерности (более двух критериев).

Список литературы

1. Borges J.G., Garcia-Gonzalo J., Bushenkov V.A., McDill M.E., Marques S., Oliveira M.M. Addressing multi-criteria forest management with Pareto Frontier methods: an application in Portugal // Forest Science, 2014, vol 60, no 1, pp. 63-72.
2. Garcia-Gonzalo J., Palma J., Freire J., Tome M., Mateus R., Rodriguez L.C.E., Bushenkov V., Borges J.G. A decision support system for a multi stakeholder's decision process in a Portuguese National Forest // Forest Systems, 2013, vol 22, no 2, pp. 359-373.

**ПРИМЕНЕНИЕ КУСОЧНО-КВАДРАТИЧНЫХ ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧАХ
ЛИНЕЙНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ**

Голиков А.И.

ВЦ РАН

Россия, 119333, Москва, Вавилова 40, Тел.: (499) 135-61-61, E-mail: gol-a@yandex.ru

Рассматривается применение выпуклых кусочно-квадратичных функций для решения различных задач линейной оптимизации. Безусловная минимизация этих функций применяется в задачах нахождения проекции заданной точки на множество решений систем линейных уравнений и/или неравенств с использованием теорем об альтернативах; построения разделяющей гиперплоскости двух полиэдров; определения направления наискорейшего спуска в методах выпуклого программирования; в методе опорных гиперплоскостей распознавания образов; нахождения разреженных решений систем линейных равенств и/или неравенств с использованием l_1 нормы; нахождения проекции заданной точки на множество решений задачи линейного программирования; решения некоторых регуляризованных задач линейной оптимизации и т.д.

Вспомогательная выпуклая кусочно-квадратичная функция один раз дифференцируема. Для нее не существует матрица Гессе, но легко определяется обобщенная матрица Гессе. Поэтому для минимизации такой вспомогательной функции используется обобщенный метод Ньютона с использованием правила Армийо для выбора длины шага спуска. В данном случае этот обобщенный метод Ньютона глобально сходится за конечное число шагов. Обобщенный метод Ньютона хорошо поддается распараллеливанию. Было реализовано несколько параллельных схем предложенного метода в зависимости от вида разбиения исходной матрицы, определяющей кусочно-квадратичную функцию, на блоки. Каждая из предложенных схем имеет свои достоинства и недостатки, чем и определяется область их применения.

Приведем некоторые результаты вычислительного эксперимента с тремя параллельными вариантами обобщенного метода Ньютона минимизации выпуклой кусочно-квадратичной функции для решения задач линейного программирования (ЛП). Расчеты проводились на кластере МВС-6000IM, состоящем из двухпроцессорных узлов на основе Intel Itanium 2 с частотой 1.6 GHz, соединенными сетью Myrinet 2000. При решении задач ЛП с одним миллионом неизвестных и при десяти тысячах ограничений с помощью клеточной схемы разбиения матрицы ограничений на 144 процессорах было достигнуто ускорение расчетов примерно в 50 раз, время счета составило 28 сек. Задача ЛП с двумя миллионами переменных при двухстах тысячах ограничений на 80 процессорах была решена с помощью "безматричной" схемы менее, чем за 40 минут. С помощью столбцовой схемы разбиения матрицы ограничений задача ЛП с максимальным количеством переменных 60 млн. при четырех тысячах ограничений была решена на 128 процессорах за 140 сек.

Сравнение с некоторыми известными коммерческими (например, CPLEX) и исследовательскими программами показали полное преимущество программной реализации нового метода решения задач ЛП в системе MATLAB на однопроцессорных компьютерах при решении задач большой размерности (несколько десятков миллионов переменных и несколько тысяч ограничений) и близкие результаты по времени решения задач невысокой размерности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ грант № 14-07-00805 и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН П-15. <mailto:wcan@ccas.ru>

**ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ ГЛОБАЛЬНЫЙ МЕТОД АППРОКСИМАЦИИ
ЭФФЕКТИВНОЙ ОБОЛОЧКИ МНОЖЕСТВА**

Евтушенко Ю.Г., *Посыпкин М.А.

ВЦ РАН

119333, Москва, Вавилова 40,

Тел.: (499) 135-24-89, факс: (499) 135-61-59,

E-mail: mposypkin@gmail.com

В работе определяются понятие эффективной оболочки множества и понятие эффективной границы множества, обобщающее понятия границы Парето[1] и оболочки Эджворта-Парето[2]. Показано, что эффективная оболочка компактного множества содержится в его выпуклой оболочке. Также доказано, что граница строго-выпуклого множества совпадает с его эффективной границей.

Точное численное построение эффективной оболочки множества возможно лишь в самых простых случаях. Вводится понятие аппроксимации эффективной оболочки с заданной точностью. Предлагается алгоритм построения этой аппроксимации для случая, когда множество является образом компактного подмножества пространства R^n при отображении, заданным конечным набором непрерывных функций. В основе алгоритма лежит метод неравномерных покрытий, приведенный в [3].

Рассматриваются вопросы эффективной реализации предложенного алгоритма и его применение для построения рабочей области многосекционного робота-манипулятора.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ 13-07-00291.

Список литературы

1. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Физматлит, 2007.
2. Лотов А.В. Согласование экономических моделей с использованием множеств достижимости // Матем.методы анализа взаимодействия отраслевых и региональных систем (под ред. Е.Л. Берлянда и С.Б. Барабаша). Новосибирск: Наука, 1983.
3. Евтушенко Ю.Г., Потапов М.А. Методы численного решения многокритериальных задач. Докл. АН СССР. 1986. Т. 291. № 1. С. 25–39.

**ДОПУСТИМЫЕ МУЛЬТИПЛИКАТИВНО-БАРЬЕРНЫЕ МЕТОДЫ В
ПОЛУОПРЕДЕЛЕННОМ ПРОГРАММИРОВАНИИ**

Жадан В.Г.

ВЦ РАН

*Отдел прикладных проблем оптимизации,
Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 40,
Тел.: (499)135-25-39, факс: (499)135-61-59,
E-mail: zhadan@ccas.ru*

Пусть имеется пространство S^n симметричных матриц порядка n и пусть S_+^n — конус положительно полуопределенных матриц в S^n . Линейная задача полуопределенного программирования заключается в нахождении

$$(1) \min C \bullet X, \quad A_i \bullet X = b^i, \quad 1 \leq i \leq m, \quad X \in S_+^n.$$

Здесь C и $A_i, 1 \leq i \leq m$, — матрицы из S^n , знак \bullet между матрицами M_1 и M_2 означает их скалярное произведение по Фробениусу, определяемое как $\text{tr } M_1^T M_2$, т.е. сумму всех покомпонентных произведений матриц M_1 и M_2 .

За последнее время для решения задачи (1) предложено много численных методов, главным образом, методов внутренней точки. Большинство из них является обобщением соответствующих методов линейного программирования. В настоящем сообщении рассматриваются прямые, двойственные и прямо-двойственные методы аффинно-масштабирующего типа. Все они строятся с использованием условий оптимальности для пары взаимодвойственных задач. Как показано в [1,2], прямые и двойственные методы обладают локальной сходимостью при предположении, что для решений прямой задачи (1) и двойственной к ней выполнено условие строгой дополнителности. Особое внимание уделяется допустимым вариантам методов, в которых шаг выбирается на основе наискорейшего спуска. Обсуждается вопрос, как следует модифицировать правые части методов, чтобы в итерационном процессе могли участвовать граничные точки допустимых множеств, а не только строго внутренние, что характерно для большинства аффинно-масштабирующих методов [3].

Исследование поддержано РФФИ, грант № 14-07-00805, а также Программой научных школ НШ-4640.2014.1 и Программой президиума РАН П-15.

Список литературы

1. Бабынин М.С., Жадан В.Г. Прямой метод внутренней точки для линейной задачи полуопределенного программирования // Журнал вычисл. матем. и матем. физики. 2008. Т. 48, № 10. Стр. 1780–1801.
2. Жадан В.Г., Орлов А.А. Двойственные методы внутренней точки для линейной задачи полуопределенного программирования // Журнал вычисл. матем. и матем. физики. 2011. Т. 51, № 12. Стр. 2158–2180.
3. Жадан В.Г. Об одном варианте допустимого аффинно-масштабирующего метода для полуопределенного программирования // Труды Института математики и механики УрО РАН. 2014. Т. 20, № 2. Стр. 145–160.

**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ МЕТОД
ИДЕНТИФИКАЦИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ**

Каменев Г.К.

ВЦ РАН

Россия, 119991, г. Москва, ул. Вавилова, 40

Тел.: (499) 1351209, факс (499) 1356159

E-mail: gkk@ccas.ru

Одной из важнейших в математическом моделировании является проблема идентификации, под которой обычно понимается выбор структуры модели и совокупности значений параметров, соответствующих выбранной структуре. Неоднозначность решения задачи идентификации ведет к неоднозначности прогнозирования поведения моделируемой системы. Критерием качества идентификации обычно служит минимизация некоторой свертки многокомпонентных ошибок идентификации (функции ошибок). Традиционно идентификация состоит в поиске вектора неизвестных параметров, на котором значение функции ошибок минимально. В том случае, когда существуют достаточно отдаленные от такого решения допустимые векторы параметров, для которых значение функции ошибок близко к оптимальному, проблема идентификации требует дополнительного исследования. Кроме того, использование единственной (скалярной) функции ошибок идентификации не всегда оправдано. В этих случаях может быть использован метод множеств идентификации – многокритериальный подход, развиваемый в ВЦ РАН с начала 90-х годов прошлого века [1-2]. ММИ основан на построении и визуализации многомерного графика функции ошибок, а также множеств квазиоптимальных параметров. При этом используются алгоритмы построения явного описания (аппроксимации) образов многомерных метрических множеств и технология их визуализации с помощью диалоговых карт решений. Анализ множеств идентификации позволяет исследовать устойчивость решения задачи идентификации и прогнозирования в многокритериальной постановке. Опыт использования ММИ в моделировании управляемых систем (например, [3]) показывает, что, обеспечивая сравнительно высокую точность аппроксимации данных наблюдений, квазиоптимальные варианты идентификации могут давать совершенно разный прогноз поведения системы в кризисных сценариях.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты 12-01-00916, 13-01-00235), ПФИ ОМН №3, ПФИ Президиума РАН П-15 и П-18.

Список литературы

1. Каменев Г.К. Визуальный метод идентификации параметров // Доклады Академии наук. 1998. Т.359. № 3. С. 319-322.
2. Каменев Г.К. Об одном подходе к исследованию неопределенности, возникающей при идентификации моделей // Математическое моделирование. 2010. Т 22, №9. С.116-128.
3. Каменев Г.К., Оленев Н.Н. Исследование устойчивости идентификации и прогнозирования российской экономики // Математическое моделирование. 2014. Т 26.

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ СРЕДЕ В
УСЛОВИЯХ ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ
СУБЪЕКТИВНЫХ ОЦЕНОК**

Мадера А.Г.

*Научно-исследовательский институт системных исследований РАН,
Россия, 117218, г. Москва, Нахимовский проспект 36, корп. 1,
Тел.: (499)124-45-25,
E-mail: agmprof@mail.ru*

Оценки субъекта, лица, принимающего решение (ЛПР) как относительно абсолютных значений величин, так и превосходства (важности, значимости, интенсивности) одной величины над другой, как правило, носят неопределенный характер и изменяются в пределах некоторых, назначаемых ЛПР, интервалов. Причем ширина интервала оценки может быть довольно значительной, а сама оцениваемая величина с равной вероятностью может принимать любое значение из указанного ЛПР интервала. Поскольку суждения субъекта основываются на интервальных оценках, постольку и его выводы и решения как в однокритериальных, так и многокритериальных проблемах, также будут носить неопределенный интервальный характер. В настоящее время в системах поддержки принятия решений при неопределенности применяют условно два подхода. При первом подходе неопределенность попросту игнорируется и принимается, что все оценки критериев, альтернатив и их сравнений между собой, являются однозначными и точно определяемыми (точечными), а именно, детерминированными, как это принято, в частности, в классическом процессе аналитической иерархии (Analytic Hierarchy Process – АНП). При втором подходе неопределенность пытаются свести к полной определенности, то есть снова к детерминированному случаю, используя для этого разнообразие математические приемы, сводящие реально существующие неопределенности оценок к неким точечным оценкам с тем чтобы затем снова перейти к детерминированным методам принятия решений, применяемым в первом подходе.

В настоящей работе принимается, что неопределенность оценок ЛПР является неизбежным и неустранимым атрибутом реальности и присуща психологии принятия решений человеком. Поэтому для получения адекватных результатов необходимо рассматривать существующую неопределенность не как некоторую помеху, от которой непременно следует избавиться (что в принципе и невозможно), а как объективную данность. Такая концепция неопределенности требует иных подходов и методов как к анализу неопределенности, так и принятию решений в условиях неопределенности.

Предлагаемый в работе метод принятия многокритериальных решений в условиях интервальной неопределенности оценок, даваемых ЛПР, основывается на классическом детерминированном процессе аналитической иерархии АНП и является его расширением на условия интервальной неопределенности субъективных оценок. Полученные в работе конечные выражения позволяют определять значения статистических мер случайных собственных векторов интервальных матриц парных сравнений и случайных интервалов глобальных приоритетов различных, сравниваемых между собой, альтернатив. Приводятся критерии выбора наилучшей альтернативы в условиях, когда каждая альтернатива описывается глобальным приоритетом, носящим неопределенный интервальный характер. Применение разработанного метода показано на конкретных примерах многокритериальных проблем принятия решений в условиях интервальной неопределенности оценок ЛПР.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОВТОРЯЮЩИХСЯ ИГРАХ С
ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ МНОЖЕСТВАМИ ВЫБОРА**

Мохонько Е.З.

ВЦ РАН

Отдел информационно-вычислительных систем, к.462,

Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40

Тел.: 8-499-135-62-07, факс: 8-499-135-61-59

E-mail: mohon@ccas.ru

Одним из способов моделирования динамического неантагонистического конфликта является непрерывно повторяющаяся игра [1]. Если лицо, принимающее решение, в ходе управления динамическим процессом использует информацию, за которую нужно платить, то у него появляется заинтересованность в оптимальном ее получении. В [2] найден оптимальный режим получения информации в равновесии в стратегиях с памятью, когда множества выборов игроков не изменяются на протяжении всей игры.

В [3] были выяснены необходимые и достаточные условия существования ситуации равновесия в стратегиях с памятью в повторяющейся неантагонистической игре с непрерывным временем и такой, что в каждый момент времени игроки делают свой выбор из множеств, которые также зависят от времени. Этой зависимостью рассмотренная в [3] игра отличается от игры из [1].

А как определить оптимальные режимы получения информации в стратегиях с памятью в динамической неантагонистической игре с множествами выборов игроков, зависящими от времени? Так возникла постановка задачи, которая раньше не рассматривалась в повторяющихся играх.

В данной работе определены оптимальные режимы получения информации для ситуаций равновесия в стратегиях с памятью, если игроки в начале игры знают, в какие моменты времени и как изменяются множества выборов игроков. А также рассмотрен ряд более сложных случаев.

Список литературы

1. Кононенко А.Ф. Постановка задачи. Модель с непрерывным временем // Современное состояние теории исследования операций: Сб. науч. тр. М.: Наука, 1979. С.173-179.
2. Кононенко А.Ф. Структура оптимальных стратегий в динамических управляемых системах // Ж. вычисл. математ. и матем. физ. 1980.20, №5. С.1105-1116.
3. Мохонько Е.З. О равновесии в некоторых повторяющихся играх // Труды VII Московской международной конференции по исследованию операций (ORM2013). Москва, 15-19 октября, 2013. Том II. М.: ВЦ РАН, 2013. С.163-165.

**О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ КРИТЕРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
КОЛИЧЕСТВА ФАКТОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА
СТОХАСТИЧЕСКОГО ГРАДИЕНТНОГО СПУСКА**

Никулин В.Н., *Горбушин А.А.

*Вятский государственный университет,
ф-т экономики и менеджмента, кафедра ММЭ,
Россия, 610000, г.Киров, ул.Московская, д.36,
Тел.: (8332)64-48-16,
E-mail: vnikulin.uq@gmail.com*

Рекомендательные системы являются важным научным направлением в рамках анализа данных. Целью рекомендательных систем является предсказание предпочтений клиентов относительно определенной группы товаров или услуг. Такие системы имеют очень большое значение применительно к спорту, маркетингу и образованию. В последнем случае мы заинтересованы улучшить систему оценивания студентов, посредством предсказания насколько успешно студент справится с поставленной задачей. Этот прогноз поможет студентам выбрать правильные ориентацию и направление для последующего обучения.

Данные используемые для рекомендательных систем, зачастую имеют форму списка или неполной матрицы. По этой причине, стандартные факторизационные методы не применимы в этом случае. Однако методы стохастического градиентного спуска проявили себя очень эффективными при работе со списками данных, когда подавляющее большинство отношений отсутствует и может быть востребовано в качестве прогноза.

В настоящей статье мы рассматриваем определение количества факторов K как наиболее важного параметра. Наши эксперименты опираются на данные Grockit, которые использовались в 2012 году при проведении популярного соревнования на платформе Kaggle. Отметим, что Grockit это наиболее быстро растущая в мире система, доступная посредством интернета, для студентов, которые заинтересованы улучшить свою подготовку к разнообразным экзаменам и тестам.

Данные Grockit имеют довольно простую структуру: 1) индекс студента, 2) индекс задачи и 3) метка: оценка (по пятибалльной шкале) того насколько успешно студент справился с задачей. Отметим, что эмпирический риск (например, с квадратичной функцией потерь) является убывающей функцией K . Это убывание обусловлено двумя причинами 1) нахождением скрытых закономерностей, содержащихся в данных, либо 2) чисто механическим увеличением числа переменных, что не является интересным и может быть легко отфильтровано. Мы рассматриваем разницу рисков R , в которой уменьшаемое соответствует данным со случайно перемешанными метками, а вычитаемое соответствует оригинальным данным. Характерно отметить, что разница рисков R возрастает при малых значениях K в силу первой причины и убывает при больших значениях K в силу второй причины. Обоснованно предлагается использовать максимум разницы рисков в качестве критерия для определения количества факторов. Метод скользящего контроля используется для оценки качества.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ КОМБИНИРОВАННОГО
ПРИМЕНЕНИЯ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ И СТАТИСТИЧЕСКИХ ИГР
ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ**

Сигал А.В.

*Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского,
Экономический ф-т, каф. Экономической кибернетики,
Россия, 295007, Симферополь, просп. Акад. Вернадского, 4, ауд. 208А,
Тел.: +38(095)8812027, E-mail: ksavo3@gmail.com*

Особенности социально-экономических систем заставляют разработать такую теоретико-игровую концепцию поддержки принятия решений в экономике, которая позволяет учитывать неопределённость, неполноту информации, конфликтность и экономический риск. Для простоты ограничимся рассмотрением конечных игр.

Как отмечают Д. Блекуэлл и М. А. Гиршик, «игры против разумного противника и статистические игры имеют одну и ту же формальную структуру» [1, с. 116]. Это совпадение структур позволяет комбинированно применять антагонистические, т.е. матричные, и статистические игры. Комбинированное применение антагонистических и статистических игр состоит в поиске оптимальной стратегии статистика, т.е. лица, принимающего решения (ЛПР), на основе решения антагонистической игры (АИ), платёжная матрица которой совпадает с платёжной матрицей исходной статистической игры, моделирующей рассматриваемую ситуацию принятия решений. Подчеркнём, что при этом ЛПР должно отождествляться с первым игроком, а элементы платёжной матрицы игры должны характеризовать соответствующие выигрыши ЛПР. Этого всегда можно добиться за счёт умножения платёжной матрицы на число -1 и/или транспонирования этой матрицы. Использование предлагаемой концепции позволяет применять АИ и в тех случаях, когда она не является моделью рассматриваемой ситуации принятия решений. Однако это влечёт необходимость следить за корректностью применения АИ для принятия решений.

Принятие решений в экономике, основанное на концепции комбинированного применения антагонистических и статистических игр, позволяет экономить средства, адекватно учитывать неопределённость, неполноту информации, конфликтность и экономический риск, а также оптимизировать уровень экономического риска. Принятие решений в экономике, основанное на предлагаемой концепции, требует проверки математической корректности, экономической корректности, экономической целесообразности и экономической эффективности. Концепция комбинированного применения антагонистических и статистических игр существенно расширяет сферу использования АИ для поддержки принятия решений в экономике. Комбинированное применение антагонистических и статистических игр совместно с теорией вероятностей, математической статистикой, эконометрией, нечёткой математикой и другими разделами математики позволяет, в частности, успешно решать такие задачи принятия решений в экономике, как распределение ресурсов, поиск структуры эффективного портфеля, выбор потенциальных заёмщиков, обладающих наибольшим уровнем относительной репутации, выбор наиболее надёжных проектов и т.д. и т.п.

Список литературы

1. Блекуэлл Д., Гиршик М. А. Теория игр и статистических решений. Пер. с англ. – М. : ИЛ, 1958. – 374 стр.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ В ХОДЕ
МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕГОВОРОВ**

***Токарев В.В., Бирюкова П.А.**

*Институт системного анализа РАН,
Россия, 117312, Москва, проспект 60-летия Октября, 9, 902
Тел.: (499)135-25-22
E-mail: vldtokar@gmail.com*

В докладе предлагаются методы экспертно-статистического прогнозирования результатов многоэтапных международных переговоров по ключевым мировым проблемам. Затяжной характер переговоров с неизвестными заранее исходами вынуждает выбрать некоторую промежуточную цель развития экономики страны.

Эта цель должна обеспечить компромисс между мирным и оборонительным развитием, что достигается гарантирующим или вероятностно-гарантирующим планированием экономики.

В первой части на примере двухсекторной леонтьевской динамической модели построена двухэтапная схема оптимального управления с мин-максным терминальным критерием. Такой критерий гарантирует скорейшее достижение наиболее трудной из оборонительной или мирной целей. С помощью принципа максимума Понтрягина и принципа гарантированного результата получено аналитическое решение примера.

Во второй части вместо гарантирующего планирования, чтобы улучшить оценки результатов при априори ограниченном риске, рассмотрено вероятностно-гарантирующее. Необходимые для этого прогнозы вероятностей различных исходов предполагаются формируемыми экспертами. Экспертные прогнозы корректируются формальными статистическими методами в сравнении с результатами переговоров на предшествующих этапах. Общие положения иллюстрируются на той же двухсекторной динамической модели экономики.

Список литературы

1. Гермейер Ю.Н. Игры с противоположными интересами. М.: Наука, 1976.
2. Brams S., Kilgour M. Game Theory and National Security. Basil Blackwell, 1988.
3. Павловский Ю.Н. Имитационные модели и системы. М.: Фазис, 2000.
4. Токарев В.В. Модели и решения. М.: Физматлит, 2014.
5. Гермейер Ю.Н. Введение в теорию исследований операций. М.: Наука, 1971.
6. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко. М.: Физматгиз, 1961.
7. Токарев В.В. Методы оптимальных решений. – Т. 2. – М.: Физматлит, 1 – 3 изд., 2010 – 2012.
8. Петровский А.Б. Теория принятия решений. – М.: Издательский центр «Академия», 2009.
9. Алескеров Ф.Т. Влияние и структурная устойчивость в Российском парламенте (1905 – 1917 и 1993 – 2005г.г.) // Ф.Т. Алескеров, Н.Ю. Благовещенский, Г.А. Сатаров, А.В. Соколов, В.И. Якуба. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.
10. Гермейер Ю.Н. Введение в теорию исследований операций. – М.: Наука, 1971.

**ЗАДАЧИ ТЕКУЩЕГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ И
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕЛКОПАРТИОННЫХ ПОТОКОВ В
КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Трофимчук А.Н., *Васянин В.А.

*Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН
Украины; Украина, 03186, Киев, Чоколовский бульвар, 13; тел. (+38-044)-245-87-97,
itelua@kv.ukrtel.net, archukr@meta.ua*

Рассматриваются вопросы проектирования автоматизированной информационно-аналитической системы (АИАС) поддержки принятия решений для многопродуктовых коммуникационных сетей с мелкопартионными дискретными потоками с использованием технологий инфраструктуры пространственных данных (Spatial Data Infrastructure - SDI, Storage Area Network - SAN) и геоинформационных систем (geoinformational systems – GIS) [1]. Сетевая структура представлена тремя уровнями иерархии и включает четыре типа узлов [2]. Приводятся принципы функционирования иерархической структуры и комплекс взаимосвязанных задач текущего планирования, оперативного управления и перспективного развития на всех уровнях сети. Особенностью рассматриваемых задач является дискретность передаваемых по сети потоков, а также дискретность параметров элементов сети, что требует разработки специального математического обеспечения для решения таких задач [3]. Предложена примерная структурная схема АИАС для управления обработкой и распределением потоков в иерархической сети. Рассматриваются математические модели задач текущего планирования, которые составляют основу-ядро для решения задач оперативного управления нелинейными и нестационарными процессами обработки и распределения мелкопартионных потоков, а также для решения задач перспективного развития сети. Показана последовательность решения первоочередных задач текущего планирования, нацеленных на оптимизацию использования имеющихся ресурсов сети.

В заключении сформулированы основные выводы и определены направления дальнейших исследований по тематике работы.

Список литературы

1. Васянин В.А., Трофимчук А.Н. Автоматизация процессов принятия решений в многопродуктовых коммуникационных сетях с мелкопартионными дискретными потоками // *Екологічна безпека та природокористування*: Зб. наук. праць. — Київ, 2010. — Вип. 5. — С. 172-213.
2. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Оптимизация структуры многопродуктовой сети с дискретными мелкопартионными потоками // 15-th International conference on System Analysis and Information Technologies (SAIT2013), May 27-31, 2013, Kyiv: Proceedings. — Kyiv, Ukraine: ESC "IASA" NTUU "KPI", 2013. — P. 205-206.
3. Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Оптимизация процессов обработки и распределения потоков мелкопартионных грузов в иерархической многопродуктовой транспортной сети // *Sisteme de transport și logistică: Materialele Conferinței Internaționale, Chișinău, 11-13 decembrie 2013* / red. resp.: Dumitru Solomon; col. red.: Dumitru Gortolomei [et al.]. — Chișinău: Evrica, ATIC, 2013 (Tipogr. AȘM). — P. 317-331. — Antetit.: Academia de Transporturi, Informatică și Comunicații.

**МЕТОДЫ ПОНИЖЕНИЯ РАЗМЕРНОСТИ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Цурков В.И.

ВЦ РАН

Отдел сложных систем,

Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова 40

Тел.: (499)135-24-89, факс: (499)135-61-59,

E-mail: tsurkov@ccas.ru

Для широкого класса экстремальных задач разработан метод итеративного агрегирования/деагрегирования, позволяющий использовать структуру исходной постановки для получения методов декомпозиции. Метод применен для задач оптимизации и оптимального управления: выпуклого программирования, вариационного исчисления, оптимального управления системами с сосредоточенными и распределенными параметрами. Разработан метод итеративного агрегирования/ декомпозиции для задач оптимизации и управления системами с перекрестными связями различного вида: несепарабельных, частично-сепарабельных, с заданными оценками перекрестных связей, блочных и блочно-сепарабельных. Для иерархических блочно-сепарабельных задач управления разработан метод декомпозиции, в котором координация подсистем осуществляется путем усреднения (агрегирования) откликов подсистем, а не за счет решения оптимизационной задачи центра. Для обобщенной транспортной задачи получены априорные оценки погрешности агрегирования, установлена их корреляция с точной ошибкой агрегирования, и обоснована возможность использования таких оценок для выбора агрегированной модели.

Разработан комбинированный метод для блочных задач математического программирования с целочисленными переменными. Используется лагранжева релаксация для получения оценок по функционалу и локализации компонент оптимального решения. Используется последовательный анализ для усиления локализации и отсева бесперспективных подвариантов. Используются процедуры на основе метода генерации столбцов и метода расщепления в смешанном случае в координирующей части алгоритма.

Поставлена следующая задача оптимизации. Среди матриц с неотрицательными элементами и с заданными суммами по строкам и столбцам, при условии их баланса, найти такую, у которой максимальный элемент был бы минимальным. Это эквивалентно классической транспортной задаче с минимаксным критерием. Разработан эффективный алгоритм решения на основе характеристических уравнений, линейный по сложности. Рассматриваются другие минимаксные функционалы а также случай дискретных переменных, проводится обобщение на нелинейный случай с интегральными ограничениями.

Список литературы

1. Litvinchev I.S., Tsurkov V.I. Aggregation in large-scale optimization - Kluwer Academic Publishers, 2003.
2. Tsurkov V.I. Large-scale optimization - problems and methods - Kluwer Academic Publishers, 2001.
3. Mironov A.A., Tsurkov V.I. Minimax under transportation constrains - Kluwer Academic Publishers, 1999

**ДВУХСТУПЕНЧАТЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ВЫБОРА, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ
МАЖОРИТАРНОЕ ОТНОШЕНИЕ И ИХ СВОЙСТВА**

Швыдун С.В.

*Национальный Исследовательский Университет «Высшая школа экономики»,
Международная научно-учебная лаборатория анализа и выбора решений,
Россия, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая 20,
Тел.: (495)772-95-90, факс: (495)628-79-31,*

*Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН
Лаборатория № 25 «Теории выбора и анализа решений им. М.А. Айзермана»
Россия, 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная 65
Тел.: (495)334-89-10, факс: (495)334-93-40,*

E-mail: shvydun@hse.ru

Рассматривается суперпозиция существующих процедур выбора, использующих мажоритарное отношение. Особое внимание уделяется исследованию свойств данных процедур выбора, а именно определению того, насколько устойчив и постоянен конечный выбор «наилучших» вариантов. Исследование свойств рассматриваемых процедур выбора осуществляется с помощью нормативных условий, показывающих, каким образом изменяется конечный выбор при изменении предъявляемого множества вариантов, их оценок по критериям, набора критериев, по которым осуществляется выбор. В результате проведенного исследования была получена теорема о том, какие нормативные условия выполняются для рассматриваемых процедур выбора. Помимо определения свойств, была также рассчитана теоретическая вычислительная сложность данных процедур выбора, и был рассмотрен вопрос их применения на больших объемах данных.

Список литературы

1. Aizerman M., Aleskerov F. "Theory of Choice", Elsevier, North-Holland, 1995, 314 pp.
2. Aleskerov F., Cinar Y. 'q-Pareto-scalar' Two-stage Extremization Model and its Reducibility to One-stage Model,' Theory and Decision, 65, 2008, 291-304.
3. Алескеров Ф.Т., Хабина Э. Л., Шварц Д. А. "Бинарные отношения, графы и коллективные решения", М.: Издательский дом ГУ-ВШЭ, 2006. - 300 с.
4. Алескеров Ф.Т., Курбанов Э., "О степени манипулируемости правил коллективного выбора", Автомат. и телемех., 1998, № 10, 134–146.
5. Aleskerov F., Chistyakov V., Kalyagin V. 'Social threshold aggregations', Social Choice and Welfare, v. 35, # 4, 2010, 627-646.
6. Chistyakov, V.V., Kalyagin, V.A., 2008. A model of noncompensatory aggregation with an arbitrary collection of grades. Doklady Mathematics 78, 617–620.
7. Мулен Э. "Кооперативное принятие решений: Aksiомы и модели", Пер. с англ. – М: Мир, 1991, - 464 с. ISBN: 5-03-002131-0.
8. Алескеров Ф.Т., Юзбашев Д.В., Якуба В. И. Пороговое агрегирование трехградационных ранжировок // Автоматика и телемеханика. 2007. № 1. С. 147-152.

СЕКЦИЯ IV

Новые информационные технологии: теория и практика

Председатель секции проф. Хорошевский В.Ф.,
зав. сектором «Интеллектуальные прикладные системы» ВЦ РАН, д.т.н.

Секция ориентирована на обсуждение в контексте конференции ЭКОМОД-2014 научных и практических результатов в области новых информационных технологий и искусственного интеллекта – направлениях, которые активно развивались под руководством академика Г.С. Поспелова в течение многих лет на ВЦ РАН и в других организациях нашей страны и за рубежом.

Основные направления работы секции охватывают, но не исчерпываются:

- Модели, методы и системы поддержки принятия решений;
- Модели, методы и системы обработки текстов на естественных языках;
- Модели, методы и системы мониторинга состояния науки, образования и инноваций;
- Модели, методы и системы выявления новых научно-технических трендов;
- Интеллектуальные информационно-аналитические системы.

1. *Апраушева Н.Н., Сорокин С.В.* Исследование структуры множества наблюдений. 88
2. *Дулин С.К.* Интероперабельные геосистемы – проблемы и перспективы. 89
3. *Титов А.В.* Методологические проблемы математического моделирования задач прогнозирования и управления развитием сложных систем. 90
4. *Титов А.В.* Семантический подход к исследованию зависимости типа логического исчисления от структуры оценки. 91

*Апраушева Н.Н., ¹Сорокин С.В.

ВЦ РАН

Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40.

Тел.: *8(499)135-40-98, ¹8(499)135-14-98.E-mail: *plat@ccas.ru, ¹www2013@ccas.ru

Для данного множества наблюдений

$$X^{(n)} = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}, \quad n \geq 8, \quad X_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jp}), \quad 1 \leq p < \infty,$$

необходимо установить, однородно оно или состоит из k отдельных сгустков — кластеров. Предполагается, что $X^{(n)}$ — репрезентативная выборка из генеральной совокупности некоторой непрерывной случайной величины ξ . Краткое решение поставленной задачи сводится к следующим пунктам [1].

1. На множестве $X^{(n)}$ задаётся подходящая метрика $r(X_i, X_j)$, $i, j = 1, 2, \dots, n$. Для каждой точки X_i определяется ближайшая соседняя точка и строится вариационный ряд минимальных расстояний,

$$R_{\min} : r_{\min}^{(1)} \leq r_{\min}^{(2)} \leq \dots \leq r_{\min}^{(n)},$$

и множество отношений Θ ,

$$\Theta = \{\theta_i : \theta_i = r_{\min}^{(i+1)} / r_{\min}^i, \quad i = 1, 2, \dots, n-1\}.$$

2. Если в значениях элементов θ_i не наблюдаются скачки, то множество $X^{(n)}$ однородно или состоит из k кластеров с почти равными плотностями точек (ПРПТ). В противном случае множество $X^{(n)}$ содержит кластеры с резко различающимися плотностями точек. Тогда из множества $X^{(n)}$ выделяются подмножества $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_s$, $1 \leq s \leq k$, с ПРПТ.

3. Для каждого множества с ПРПТ строится основной вариационный ряд (ОВР). ОВР множества — это вариационный ряд расстояний между всеми его точками. По гистограмме ОВР множества оценивается число его кластеров, их центры, наибольший диаметр, степень их удалённости друг от друга [1].

Предлагаемый подход был успешно использован в определении распределения тяжёлых металлов в почве [2].

Список литературы

1. Апраушева Н.Н. Новый подход к обнаружению кластеров. — М.: ВЦ РАН, 1993, 65 с.
2. Zakirov A.P., Frolova L.L., Koroleva T.A. Method of inhomogenities discovery of heavy metals distribution in a soil. // The XVI Intern. Symposium of Soils. Montpellier, — 1998, pp. 1-5.

ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Дулин С.К.

ВЦ РАН, +7 (916) 869-11-04, s.dulin@ccas.ru

Проблема семантической геоинтероперабельности заключается в обеспечении согласованного взаимодействия специалистов для решения задач, требующих совместного использования георесурсов, при условии адекватного понимания ими семантики, заложенной в пространственные онтологии и/или геотезаурусы и классификаторы. Возможность совместного использования геопространственных данных было одним из основных требований, начиная с разработки первой ГИС. Существующие геоданные были получены независимо друг от друга разными организациями с помощью различных систем и используются во множестве приложений также независимо друг от друга, являясь несогласованными ресурсами.

В контексте географической информации интероперабельность непосредственно связана с ГИС, которая представляет собой основную среду для реализации геоинтероперабельности, обрабатывая пространственные данные, которые более сложны, чем обычные текстовые данные, сохраненные в реляционных базах данных. Исследования последних лет указывают на необходимость создания моделей интероперабельности, которые могут гарантировать, что интероперабельность устанавливается между системами в соответствии с различными целями и контекстами. Примерами моделей интероперабельности, которые были успешно применены в ГИС области, являются the Levels of Conceptual Interoperability Model (LCIM) и the Intermodel5. Эти модели используются на самых высоких уровнях интероперабельности из известных семи уровней: уровень нулевой интероперабельности, технический, синтаксический, семантический, прагматический, динамический и концептуальный уровни.

Попытки реализации некоторых аспектов геоинтероперабельности были предприняты автором при формировании геоинформационного портала ж/д отрасли. Основное внимание при этом было уделено формированию и обработке геоописаний, учитывающих семантику, заложенную заинтересованными в их использовании лицами. Обеспечение семантической геоинтероперабельности предопределило разработку архитектуры средств согласования понимания геоданных, которая должна осуществляться на основе сравнительного анализа существующих метасхем баз геоданных с учетом нескольких уровней взаимодействия и многофакторности взаимодействия пользователей, включая экспертов, на основе геоинформационных описаний и семантики, заложенной в пространственные онтологии и/или геотезаурусы и классификаторы. Для совместного и согласованного обмена геоданными при условии адекватного понимания пользователями семантики геоданных решается задача хранения и сопровождения большого объема геоинформации, включающей разнообразные тексты, документы, карты и схемы. Соответственно, одной из центральных задач здесь является извлечение релевантной геоинформации из этих геоданных с участием блока рассуждений на основе онтологий геоописаний.

Актуализация пространства геоописаний, поддерживаемого средой ГИС, в рамках парадигмы Semantic Web открывает принципиально новые перспективы для реализации семантической геоинтероперабельности, обеспечивая широкие возможности автоматической интерпретации, рассуждения и вывода.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЕМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Титов А.В.

*Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Россия, 105118, г.Москва, 3-я ул. Соколиной горы 1-110
Тел: (495) 779-03-79, E-mail: a.v.titov@mail.ru*

Моделирование процессов управления сложными объектами и прогнозирование их развития сталкивается с трудностями связанными с тем, что признанные классическими методы формального моделирования не всегда эффективны при описании динамики развития таких объектов.

К способам повышения степени эффективности моделей сложных объектов и процессов можно отнести «мягкое моделирование».

Мягкие модели могут оказаться полезным инструментом для моделирования сложных объектов, поскольку на основе использования мягких моделей, можно, делать выводы для целого ряда жестких моделей, получаемых с помощью исходной мягкой модели путем вариации значений коэффициентов модели, что, может отражать изменение степени весомости параметров влияющих на оценку состояния объекта описания. В частности, при изменении коэффициентов модели экспоненциальный рост может меняться в определенных «точках перегиба» на более медленный.

Эвристические модели применяются в задачах прогнозирования и управления развитием объектов при невозможности строгой формализации их описания и основаны на использовании интуитивных представлений специалистов-экспертов.

Эвристические модели основаны, в частности, на использовании интуитивно «ясного» критерия качества и правдоподобных рассуждениях о способах достижения его максимальных значений.

Для описания динамики состояний сложных объектов и перехода их в новые фазовые состояния полезными могут оказаться фрактальные модели в их сочетании с нечеткими и эвристическими моделями. В частности параметры модели развития: $Z_{n+1} = K(t)Z_n + C(t)$ могут иметь не только сложную структуру и нечеткий характер, но и обладать динамическими свойствами как в «мягких» моделях В.И. Арнольда.

Суть описания динамики развития состояний объекта управления в их **подобии** некоему исходному эталонному образу, т.е. в описании процесса самоподобия и определения зоны его устойчивости.

При моделировании состояний сложных объектов мы можем сталкиваться с ситуациями, в которых нарушаются законы классической формальной логики с законами исключенного третьего и противоречия. Следовательно, моделирование объектов сложной природы требует привлечения формальных методов моделирования основанных на разных типах логики. Адекватность выбранного метода формального моделирования во многом определяется пониманием взаимосвязи между формальными системами с различным типом логики.

Можно показать, что при определенных условиях тип логического исчисления связан со структурой, на которой принимает значение оценка формул этого исчисления [1].

Список литературы

1. А.В.Титов. К проблеме математического моделирования задач управления и прогнозирования развитием сложных систем.// Управление развитием крупномасштабных систем. Труды шестой международной конференции. Том2. –М.: ИПУ РАН 2012, сс.298-307.

**СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ЗАВИСИМОСТИ
ТИПА ЛОГИЧЕСКОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ОТ СТРУКТУРЫ ОЦЕНКИ**

Титов А.В.

Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

МГТУ им. Н.Э.Баумана

Россия, 105118, г.Москва, 3-я ул. Соколиной горы 1-110

Тел: (495) 779-03-79, E-mail: a.v.titov@mail.ru

Модели задач управления и прогнозирования динамики развития сложных систем, основанные на использовании классической логики с законами исключенного третьего и противоречия, в частности, булевой логики имеют ограниченную область использования. К попыткам преодоления этого ограничения и расширения области моделирования на объекты и системы высокой степени сложности можно отнести использование многозначной и нечеткой логики.

Однако как показано в [1], при использовании указанных логических исчислений нарушается принцип сохранения структуры в оценке как отображении (морфизме) алгебры логики на структуру значений оценки.

Например, в известном варианте многозначной пропозициональной логики в качестве значений истинности вместо двухэлементной булевой алгебры $\{0,1\}$ рассматриваются значения истинности из множества чисел $0 \leq x \leq 1$, на котором не сохраняется структура булевой алгебры. В результате при $\varphi(A)=1/2$ имеем $\varphi(A \vee \neg A)=1/2$, что плохо согласуется с интуицией.

Предлагается подход к разрешению возникшей «ситуации» на пути рассмотрения оценок как функторов сохраняющих дополнительную структуру.

В [2] показано, что в обобщенной форме силлогизмы логики Аристотеля могут быть выражены на языке импликативных решеток. В частности, фигура силлогизма

$A(M,P)$

$A(S,M)$

$A(S,P)$ на языке импликативных решеток принимает вид: $(S \Rightarrow M) \cap (S \Rightarrow M) \leq S \Rightarrow P$.

В этом случае рассмотрение оценок со значением на импликативных решетках позволяет проводить классификацию логических исчислений в зависимости от вида решетки. В частности, оценка на импликативной решетке с псевдодополнением и псевдоразностью позволяет индуцировать Н-В логическое исчисление [3]. В [1] показано, что аксиомы Н-В логики могут быть получены из свойств псевдобулевой алгебры и свойств алгебры двойственной псевдобулевой, при условии, что операции \rightarrow, \div Н-В логики $\langle A, \cap, \cup, \rightarrow, \div, \neg, \neg, \neg, 0, 1 \rangle$ интерпретируются на алгебре значений оценки $\langle A, \cap, \cup, \rightarrow, \div, \neg, \neg, 0, 1 \rangle$ как псевдодополнение (\Rightarrow) и псевдоразность (\div), соответственно, а два вида отрицания \neg и \neg , как \cap -дополнение: $\neg a = a \Rightarrow 0$, и \cup -дополнение $\neg a = 1 \div a$.

В описанном подходе рассматривались отображения алгебры формул на алгебру значений оценки, являющиеся гомоморфизмами, что оправдано в случае, когда областью прибытия отображения является семейство подмножеств без дополнительной структуры. Обобщением этого подхода на случай алгебры оценок с дополнительной структурой может служить подход, основанный на использовании теоретико-категорного представления.

Список литературы

1. А.В.Титов. Диалектика в развитии типов логических исчислений на основе структур значений оценки.-М.: URSS, 2014.
2. А.В.Титов. О зависимости типа логического исчисления от структуры оценки//Седьмые смировские чтения по логике. Материалы международной научной конференции.-М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2011.- сс.34-35
3. В.Л. Васюков. «Категорная логика».-М. АНО Институт логики. 2005.-194 с.

СЕКЦИЯ V

Проблемы и методы

прогнозирования российской экономики

Председатель секции академик РАН Ивантер В.В.

На секции будет обсуждаться проблематика, связанная со среднесрочным и долгосрочным прогнозированием социально-экономического развития России. Особое внимание будет сосредоточено на таких сюжетах как оценка потенциала экономического роста, факторы экономической динамики, возможные сценарии экономического развития, темпы и качество экономического роста, желательные структурные сдвиги и т.п., а также факторы, воздействующие на экономическую динамику. Будут обсуждаться методические вопросы, связанные с использованием различных модельных подходов к макроэкономическому анализу и прогнозированию.

1. *Васьковская Т.А., Володин Д.В.* Выделение локальных рынков, обусловленных влиянием сетевых ограничений, на рынке электроэнергии. 93
2. *Гималтдинов И.Ф.* Математические модели потребительского поведения в условиях несовершенного рынка кредитов и депозитов. 94

Проблемы и методы прогнозирования российской экономики
**ВЫДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ РЫНКОВ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ВЛИЯНИЕМ
СЕТЕВЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ, НА РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Васьковская Т.А.¹, *Володин Д.В.

*Московский Физико-Технический Институт (Государственный Университет),
Факультет Управления и Прикладной Математики, каф. Анализа систем и решений,
Россия, 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9,
Тел.: (495) 408-80-88, факс: (495) 408-52-11, E-mail: yolodin.d.v@gmail.com*

*НИУ Московский Энергетический Институт,
Институт электроэнергетики, каф. Теоретических основ электротехники,
Россия, 111250, г.Москва, ул. Красноказарменная, д.14.,
Тел.: (495) 673-42-51, факс: (495) 673-42-51, E-mail: tatiana.vaskovskaya@gmail.com*

Конкурентный оптовый рынок электроэнергии в России существует уже более десяти лет. Он встроен в непрерывный процесс планирования и управления электроэнергетическим режимом ЕЭС России. На оптовом рынке используется модель узлового ценообразования [2], в основе которого лежит идея об определении цены электроэнергии для каждого узла сети. Цены различны в каждом узле и рассчитываются в ходе решения задачи оптимизации электроэнергетического режима исходя из экономических критериев. Результатами расчета задачи оптимизации являются узловые равновесные цены, активная и реактивная мощность генерации и нагрузки в узлах, переатоки активной и реактивной мощности в ветвях.

Анализ полученных цен [4,5], позволяет выделить вклад сетевых ограничений, обусловленных ограничениями на переток активной мощности по группам ветвей (*сечений*) расчётной модели в задаче оптимизации. Когда такие ограничения становятся активными, они приводят к формированию зон, в которых наблюдается резкий скачок/падение равновесных цен.

Выделение зон влияния ограничений и их анализ актуален для решения ряда задач. Во-первых, регламентирование определения таких зон может значительно усилить контроль за случаями применения рыночной силы [3], как это сделано на многих зарубежных рынках с зональным ценообразованием [8], где определение границ зон не требуется. Во-вторых, поскольку само формирование зон обусловлено часто узкими местами энергосистемы, после дополнительных исследований возможно формирование предложений по развитию энергосистемы в целях увеличения пропускной способности сети. При этом для решения указанных задач нельзя использовать «сырые» данные, поскольку высокая волатильность показателей энергосистемы исключает ретроспективный анализ.

Математическая формализация задачи сводится к анализу матрицы коэффициентов влияния сечений на узлы расчётной модели [1]. Авторами предлагается алгоритм, позволяющий определить границы зон с помощью итерационного процесса кластеризации. Алгоритм рассчитан на потенциально бесконечный поток данных и подразумевает постоянное обновление кластеров. Для подбора параметров алгоритма использовалась статистика значений вкладов сечений в узлы за один календарный год.

Алгоритм был применён к данным о влияниях системных ограничений на рынке на сутки вперёд в России за 2012 и 2013 год. По результатам анализа были выявлены наиболее часто возникающие зоны. Данные результаты были представлены рыночному сообществу и на текущий момент ведутся исследования, направленные на их учёт в программе развития ЕЭС России в части строительства и модернизации объектов электросетевого хозяйства, а также возможных поведенческих ограничений для участников, использующих знания об ограниченности перетока в целях увеличения собственной прибыли.

Список литературы

1. Васьковская Т.А., Володин Д.В. «Определение зон влияния сетевых ограничений на узловые цены» // Известия РАН, Энергетика, 2014. №1 стр.74-83.
2. Давидсон М.Р., Догадушкина Ю.В., Крейнс Е.М., Новикова Н.М., Удальцов Ю.А., Ширяева Л.В. «Математическая модель конкурентного оптового рынка электроэнергии в России» // Известия РАН, Теория и системы управления, 2004. №3. С.72-83.
3. Васьковская Т.А. «Способы расчета рыночной силы и оценки конкурентной среды применительно к оптовому рынку электроэнергии в России» // Известия РАН, Энергетика. 2012. № 4. стр. 30–48
4. Schwepe F.C., Caramanis M.C., Tabors R.D., Bohn R.E. «Spot pricing of Electricity». – Boston: Kluwer, Academic Publishers, 1988
5. Cheng X., Overbye T.J. «An energy reference bus independent LMP decomposition algorithm» // IEEE Transactions on Power Systems, 2006. Volume:21 Issue:3, p.1041-1049
6. Крюков А.В. «Предельные режимы электроэнергетических систем». – Иркутск: Издательство ИРГУПС, 2012
7. Регламенты оптового рынка электроэнергии и мощности. (<http://www.np-sr.ru/regulation/joining/reglaments/index.htm>)
8. PJM Documentation. (<http://www.pjm.com/documents/manuals.aspx>)

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕСОВЕРШЕННОГО РЫНКА КРЕДИТОВ И ДЕПОЗИТОВ

Гималтдинов И.Ф.

*ОАО «Банк Москвы»,
Россия, 107996, Москва, ул. Рождественка, д. 8/15, стр. 3,
Тел.: (495)925-80-00,
E-mail: ilgiz.gimaltdinov@gmail.com*

В период с 2001 по 2014 годы на рынке депозитов и потребительских кредитов произошли существенные изменения: срочные депозиты домашних хозяйств по отношению к валовому внутреннему продукту (ВВП) выросли с 6% до 23%, а потребительские кредиты по отношению к ВВП – с 1% до 12%. Для построения модели поведения домашних хозяйств, пригодную для использования в моделях среднесрочного анализа российской экономики, применялась модифицированная модель Рамсея ([1]-[2]), учитывающая особенности, сложившиеся на постсоветском экономическом пространстве, и цели моделирования:

- большую разницу процентных ставок по депозитам и потребительским кредитам;
- ограничение ликвидности, необходимое для моделирования спроса на наличные деньги;
- описание поведения в форме синтеза оптимального управления в задаче с рациональным репрезентативным домашним хозяйством.

На основе исследования магистральных свойств задачи оптимального управления, получаемой из модифицированной модели Рамсея, получен синтез оптимального управления в аналитической форме. При этом исследованная задача оптимального управления на конечном временном горизонте с ограничением на правом конце переходит на бесконечном временном интервале в задачу оптимального управления с фазовым ограничением. Это фазовое ограничение определяет множество ликвидных состояний, находясь в которых домашнее хозяйство может расплатиться за потребительские кредиты. Построенный синтез позволяет в зависимости от коэффициента дисконтирования и коэффициента отвращения к риску разделить домашние хозяйства на классы бедных, которые не сберегают денежные средства, богатых, у которых основную часть доходов составляют доходы от сбережений, и средний слой.

Для описания динамики поведения домашних хозяйств предложена методика идентификации параметров модели на основе выделения из домашних хозяйств два репрезентативных хозяйства. Этот подход применен для анализа кредитно-сберегательного поведения домашних хозяйства России, Украины и Казахстана.

Список литературы

1. Гималтдинов И.Ф. Исследование спроса на потребительские кредиты и наличные деньги // Математическое моделирование, 2012, т. 24, №2, С. 84-98.
2. Гималтдинов И.Ф. Необходимые и достаточные условия существования репрезентативного потребителя в одной модели рамсеевского типа. // Вестник Московского Университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика, 2013, №2, стр. 25-32.

СЕКЦИЯ VI

Новые явления в экономике и экологии

Председатель секции

главный редактор журнала "Экология и жизнь" Самсонов А.Л.

Традиционное понимание функций экономики как организации массовых производств и распределения товаров остается в прошлом. Продукты и товары приобретают измерение жизненного цикла и входят как элементы в массовые сервисы, в которых могут распределяться ресурсы, природная рента, товары, услуги, в том числе по сбору и утилизации товаров. «Новая экономика» – это набор отраслей с высоким удельным весом нематериального, человеческого капитала, который одновременно служит объектом инвестиций.

Рассмотрение общих трендов показывает, что новые возможности не маргинальны, но часто основаны на альтернативных источниках и решениях, которые, по сути, представляют собой существенное дополнение уже известных ранее тенденций развития, и это задает необходимость существенной перестройки методов менеджмента в секторе новой экономики.

Планируется участие: Ремизов А. (НП Зеленое строительство), профессор маркетинга ВШЭ Комиссарова Т., директор НИПИ ГГЕНПЛАНА Нигматулина К., председатель совета директоров инвестиционного фонда IntroVision Куликов В., директор института биохимической физики Варфоломеев С.Д.

СЕКЦИЯ VII

Математические модели и методы финансовой инженерии

Председатели секции проф. Ерешко Ф.И., проф. Агасандян Г.А.

Секция посвящена разработке моделей и методов финансовой инженерии, как научно-практической дисциплины, ориентированной на проектирование финансовых технологий. Стремительное развитие финансовых рынков, генерирующих разнообразные финансовые инструменты, схемы, процессы, процедуры структурных трансформаций (слияний, поглощений, объединений) требуют разработки новых методических подходов, дескриптивных моделей и формализованных описаний с учётом организации потребных массивов информации и методов решения возникающих задач.

Основное внимание будет уделено проблемам устойчивости финансовых систем, методическим вопросам исследования финансовых операций, анализу стратегий на рынке опционов, управлению портфелем финансовых инструментов, в частности алгоритмическому трейдингу, построению рациональных кредитных политик финансовых институтов. При исследовании широко используются постановки теории исследования операций и имитационное моделирование.

1. *Агасандян Г.А.* CC-VaR на многопериодном рынке опционов. 98
2. *Агасандян Г.А.* Формирование базиса многомерного бинарного рынка и оптимальных по CC-VaR портфелей. 99
3. *Агасандян Г.А.* Эвристический метод определения базиса регрессии. 100
4. *Алексеева Е.И.* Примеры математического моделирования в непрерывной и дискретной среде финансовых рынков. 101
5. *Байрамов О.Б., Гасанов И.И.* Имитационное моделирование коалиции заёмщиков. 102
6. *Ерешко А.Ф.* Оперативное управление в моделях ипотечного кредитования. 103
7. *Ерешко А.Ф., Сытов А.Н.* Проекты организации ипотечного кредитования. 104
8. *Ерешко Ф.И., Гасанов И.И.* Обзор исследований по моделям ипотечного кредитования. 105
9. *Киселев В.Г.* Имитационное моделирование в агростраховании. 106
10. *Петропавловский С.В., Цынков С.В.* Эффективный параллельный численный метод расчета цены барьерных опционов. 107

Математические модели и методы финансовой инженерии

11. *Саркисов В.Г.* Портфель группы инвесторов с несовпадающими ограничениями на структуру портфеля. 108
12. *Сытов А.Н.* Имитация структуры организации кредитования. 109

Агасандян Г.А.

ВЦ РАН

Работа продолжает изучение применения континуального критерия СС-VaR на финансовых рынках [1]. Предлагается обобщение рассмотренных ранее автором для однопериодных рынков конструкций на *многопериодные* рынки опционов с *одним* базовым активом. В предположении, что на рынке присутствуют многопериодные инструменты особого вида (*зависящие от траектории опционы*), решение допускает почти буквальное воспроизведение результатов для *однопериодных многомерных рынков*.

Временной горизонт рынка опционов охватывает n периодов времени. Дискретное время пробегает множество $N \cup \{0\}$, где нуль приписывается начальному моменту времени, а $N = \{1, 2, \dots, n\}$ – множество конечных моментов времени соответствующих периодов, как и самих периодов. Изложение ограничивается опционами *европейского* стиля, исполнение которых наступает ровно в момент n .

Определение α -опционов аналогично *многомерному однопериодному* рынку, но с иной интерпретацией переменных. Они вводятся платежными функциями, аргументом которых служит вектор $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ последовательных цен базового актива. Вместо этого можно также работать с вектором $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ относительных (x_k/x_{k-1}) или разностных $(x_k - x_{k-1})$ цен базового актива за k -й период, $k = 1..n$, $x_0 = 1$. Следует лишь все вводимые характеристики соотносить с новыми переменными.

Плотности $p(\mathbf{x})$ и $c(\mathbf{x})$, $\mathbf{x} \in \mathbf{X}$, порождающие меры $P\{M\}$ и $C\{M\}$, $M \subset \mathbf{X}$, первая из которых – вероятностная мера на \mathbf{X} , являющаяся прогнозом инвестора на все n периодов, а вторая – стоимостная мера, которую предоставляет рынок, полностью определены в *нулевой* момент времени. Решение о выборе портфеля принимается также в нулевой момент, все его компоненты являются n -периодными, а доход определяется всей траекторией цены базового актива. Изложение иллюстрируется примерами рынков.

По аналогии с многомерным однопериодным рынком многопериодный рынок рассматривается не разделенным на отдельные периоды со своими процентными ставками. В ценах многопериодных инструментов не содержится никакой информации о промежуточных процентных ставках, в частности, о ставках безрисковых относительных доходов за начальные k периодов, $k < n$. Но при наличии альтернативных рынков такую информацию можно использовать для улучшения портфеля [2].

Для этого рассматриваются схемы: (i) в нулевой момент заданы (1,k)-спотовые и упрощенные $(k+1,n)$ -форвардные цены базисных δ -инструментов; (ii) динамика цен характеризуется марковским свойством; (iii) ценообразование описывается процессом с независимыми приращениями; (iv) работает соглашение о форвардной ставке, фактически устанавливающее будущую безрисковую ставку, не зависящую от предыстории.

Список литературы

1. Агасандян Г.А. Применение континуального критерия VaR на финансовых рынках. – М.: ВЦ РАН, 2011. 299 с.
2. Агасандян Г.А. Комбинированные рынки опционов и СС-VaR / Труды 7-й Московской международной конференции по исследованию операций (ORM2013). Москва, 15-19 октября 2013 г. М.: ВЦ РАН, 2013. С. 98-101.

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗИСА МНОГОМЕРНОГО БИНАРНОГО РЫНКА И ОПТИМАЛЬНЫХ ПО CC-VAR ПОРТФЕЛЕЙ

Агасян Г.А.

ВЦ РАН

Исследование продолжает предыдущие работы автора, посвященные построению оптимального по континуальному критерию VaR (CC-VAR) портфеля для инвестора однопериодного рынка со своим взглядом на свойства рынка и в соответствии со своими рисковыми предпочтениями [1]. Этот критерий требует, чтобы порождаемый искомым портфелем доход q удовлетворял неравенствам $P\{q \geq \phi(\varepsilon)\} \geq 1 - \varepsilon$ для *всех* $\varepsilon \in [0, 1]$ ($P\{M\}$ – вероятность множества M). Изучается многомерный рынок так называемых бинарных, или ζ -опционов. Одномерными бинарными коллами и путами являются соответственно инструменты U_s^+ и U_s^- со страйком s и платежными функциями

$$\pi(x; U_s^+) = \chi_{x \geq s}(x); \quad \pi(x; U_s^-) = \chi_{x < s}(x), \quad x, s \in X \subset \mathcal{R},$$

где $\chi_M(x)$ – характеристическая функция множества M .

Оптимизация проводится на дискретной (сценарной) версии двумерного рынка. При этом применяется аналогичная рассмотренной в [2] автоматизированная система формирования базисов и портфельных доходов. Генераторами многомерных однотипных базисных инструментов служат

$$\gamma_1^- = U_1^-, \quad \gamma_1^+ = 1 - U_1^+; \quad \gamma_v^- = 1 - U_{v-1}^-, \quad \gamma_v^+ = U_{v-1}^+;$$

$$\gamma_\zeta^- = U_\zeta^- - U_{\zeta-1}^-, \quad \gamma_\zeta^+ = U_{\zeta-1}^+ - U_\zeta^+, \quad \zeta = 2..v-1.$$

Слева представлены генераторы для крайних страйков (сценариев) каждого типа (-1 и $+1$), справа – для внутренних страйков ζ , $1 < \zeta < v$, v – количество сценариев. Двумерные базисы получаются попарным перемножением одномерных генераторов

$$\Gamma[\mathbf{D}_{ij}] = \gamma_{1,i} \gamma_{2,j}, \quad i \in I, j \in J,$$

и трансформацией слагаемых в получающейся сумме в двумерные ζ -опционы:

$$U_{1,i} U_{2,j} \rightarrow \mathbf{Z}_{ij}, \quad U_{1,i} \rightarrow \mathbf{Z}_i, \quad U_{2,j} \rightarrow \mathbf{Z}_j, \quad 1 \rightarrow \mathbf{U}.$$

После построения базиса и оптимизации портфеля производится преобразование инструментов в платежные функции (доходы от инструментов):

$$\mathbf{Z}_{ij} \rightarrow v_{1,i}(x) v_{2,j}(y); \quad \mathbf{Z}_i \rightarrow v_{1,i}(x); \quad \mathbf{Z}_j \rightarrow v_{2,j}(y); \quad \mathbf{U} \rightarrow 1,$$

$$v_{1,i}(x) = \chi_{\alpha_1(x - \kappa(\zeta_{1,i})) \geq 0}(x), \quad i = 1..v_1, \quad v_{2,j}(y) = \chi_{\alpha_2(y - \kappa(\zeta_{2,j})) \geq 0}(y), \quad j = 1..v_2.$$

Аналогично, но по несколько более сложным формулам получаются и смешанные представления базиса и оптимального портфеля. Конструируются двумерные базисы на основе разнообразных ζ -опционов. Построения иллюстрируются примером рынка, для которого в этих базисах формируются оптимальные портфели двумерных ζ -опционов с графиком доходов оптимального портфеля.

Список литературы

1. Агасян Г.А. Применение континуального критерия VaR на финансовых рынках. – М.: ВЦ РАН, 2011. 299 стр.
2. Агасян Г.А. Генераторы базисов для многомерных рынков опционов и CC-VaR / Труды 7-й Московской международной конференции по исследованию операций (ORM2013). Москва, 15-19 октября 2013 г. – М.: ВЦ РАН, 2013. Стр. 96-98.

Агасандян Г.А.

ВЦ РАН

Нахождение функции регрессии при фиксированном функциональном базисе во многих прикладных задачах из разных сфер научной деятельности является рутинной вычислительной процедурой, называемой методом наименьших квадратов (МНК) и хорошо освоенной исследователями. Однако задаче о выборе самого базиса уделяется значительно меньше внимания, хотя более важной представляется именно она, поскольку результаты исследования зависят от ее решения в большей степени, чем от прочих факторов. Здесь предлагается эвристический подход к выбору базиса регрессии, связанный с некоторым критерием сравнения разных базисов между собой.

В соответствии с процедурой МНК вместе с оценками вычисляется и остаточная (наименьшая) сумма квадратов S_{\min} . В предположениях нормальности и отсутствия систематических ошибок измерений оказывается, что величина S_{\min}/σ^2 , где σ^2 – известная дисперсия ошибок, распределена по закону $\chi^2(n-k)$ (χ^2 с $n-k$ степенями свободы), n – количество измерений, k – количество неизвестных параметров.

При проверке гипотезы о правильности выбора функционального базиса в целом в условиях известной дисперсии ошибок σ^2 не в пользу гипотезы свидетельствуют равным образом как слишком малые в сравнении с σ^2 значения оценки S^2 , так и слишком большие. Первые обычно возникают при неоправданно расширенном базисе, вторые – при излишне суженном. Это соображение играет основную роль при формировании эвристической процедуры нахождения "оптимального" базиса из произвольной заданной заранее системы базисов, каждый из которых является подмножеством некоторого достаточно широкого множества Φ функций регрессии. (Сразу отмечается суждение, что малые значения оценки служат свидетельством удачности регрессии.)

Метод дважды наименьших квадратов состоит в решении общей задачи в два этапа. На первом этапе по исторической выборке для каждого базиса находится оценка по МНК – оптимальный вектор параметров регрессии. На втором этапе эти векторы применяются к контрольной выборке, и для каждого из них рассчитывается контрольная остаточная сумма квадратов. Оптимальным принимается базис (вместе с соответствующим этому базису вектором параметров регрессии), для которого контрольная остаточная сумма квадратов минимальна.

Теоретическую основу эвристической процедуры составляет доказываемое при необременительных условиях утверждение, что математическое ожидание суммы квадратов, рассчитанной для контрольной выборке, принимает наименьшее значение на "истинном" латентном базисе вне зависимости от его принадлежности тестируемой системе базисов.

Вполне оправдано сочетание принципа минимальности с простотой системы; для этого следует определять не только минимальный, а, например, тройку (или даже более) наименьших элементов и выбирать из них отвечающий простейшему базису.

В качестве вариантов исходных множеств Φ , из которых строятся тестируемые базисы, в иллюстративных примерах рассматриваются наборы $\{1, x, \dots, x^{r-1}\}$, $\{1, x, y, \dots, x^{r-1}, x^{r-2}y, \dots, xy^{r-2}, y^{r-1}\}$, $\{1, \sin(x), \cos(x), \dots, \sin(2\pi(r-1)x), \cos(2\pi(r-1)x)\}$. Исследуются оба случая, когда латентный базис (i) принадлежит и (ii) не принадлежит тестируемой системе базисов. Результаты подтверждают эффективность метода.

**ПРИМЕРЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В
НЕПРЕРЫВНОЙ И ДИСКРЕТНОЙ СРЕДЕ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ**

Алексеева Е.И.

ВЦ РАН, Россия, 119333, Москва, ул. Вавилова, 40,

Тел.: (499)135-61-59939-19-63, факс: (499)135-61-59, E-mail: elenalx@ccas.ru

В этой работе мы продолжаем наше исследование поведения материально связанных динамических систем. В наших предыдущих работах мы обсуждали модели сети, состоящей из конечного количества локальных систем, связанных через структуру взаимодействия, включая миграцию, диффузию или другие формы материального обмена (см. например [1]).

В течение последних двух десятилетий финансовые рынки во всем мире испытали фундаментальную трансформацию под влиянием компьютерной технологии и новых правил. Факты показывают, что автоматизированная электронная торговля сокращает различный анализ торговых издержек (см. [2-4]). Возрастающее усложнение электронных финансовых рынков также стимулирует серьезное обсуждение общего влияния их структуры. Это обсуждение вместе с практической необходимостью направлять торговые решения в сложной обстановке вызвали активный интерес в моделировании лимитированного портфеля заказов [5].

В экономической сфере можно рассматривать отдельные компании или страны как локальные системы, взаимодействующие через обмен сырьем, товарами и капиталом. Здесь, естественно, возникает вопрос: при каких условиях (интенсификации, сокращения, перераспределения или перенаправления этих потоков) стабилизируются или дестабилизируются колебательные тенденции, имманентно присущие отдельным системам (товарные циклы, строительные циклы и т. д. – см., например [6]).

Рассмотренная А. Кукановым [5] модель динамики лимитированных заявок на электронных финансовых рынках в ее «жидкостной аппроксимации» описывает усредненную динамику стохастической модели массового обслуживания на интервалах времени, достаточно длинных по сравнению с типичным временем между заказами. Предполагается что вклад каждого поступления или отмены заказа мал в сравнении с размером очереди, и дискретные заказы заменяются непрерывной жидкостью, которая добавляется в очередь посредством поступления заказов и «отбирается» посредством рыночных заказов или отменой заказов. Полученные эмпирические результаты показывают, что структура очереди существенно влияет на задержки лимитированных заказов.

В этой работе мы рассмотрели модели как непрерывной, так и дискретной среды, которая содержит сеть из конечного числа локальных систем (элементов), соединенных посредством определенных связей между собой. Эти элементы распределены довольно плотной вдоль одномерного (или двумерного) континуума или определенного домена в нем. Каждый точечный элемент (или точечная система) находится в своем собственном состоянии и рассматривается как активный элемент, который влияет на окружающую среду, и наоборот. Близость этих элементов должна быть достаточна, чтобы изменения в среде, вызванные деятельностью одного элемента, могли влиять на соседние элементы. Элементы могут взаимодействовать посредством передачи "импульсов" на короткие расстояния, или на длинную дистанцию (с использованием "сигнальных каналов"). Общность постановки позволяет применять эту модель к ситуациям различного содержательного смысла (см., например, [5, 7]). Можно также говорить о переменных товар и деньги, «движущихся» по цепочке в противоположных направлениях.

Нами показано, что эта модель имеет весьма сложное динамическое поведение. При одинаковых параметрах, но разных начальных распределениях ресурсов траектория сходится к разным предельным устойчивым состояниям, а при некоторых распределениях ресурсов – к циклу. В частности, наблюдается сходимости к циклу при условии сильного неравновесия (неравномерности распределения ресурсов) в начальном состоянии.

Список литературы

1. Elena I. Alekseeva and Valery M. Kirzhner. Migration on networks and its stability consequences. System Dynamics Review, Vol. 10, no. 1 (Spring 1994): 63-65.
2. T. Hendershott, C. Jones, and A. Menkveld. Does Algorithmic Trading Improve Liquidity?// Journal of Finance, 66 (2011), pp. 1-33.
3. C. Jones. A century of stock market liquidity and trading costs. 2002.
4. K. Malinova, A. Park, and R. Riordan. Do Retail Traders Suffer from High Frequency Traders? 2012.
5. A. Kukanov. Stochastic Models of Limit Order Markets. Columbia University. 2013. 131p.
6. De Masi G., Fujiwara Y., Gallegati M., Greenwald B., Stiglitz J.E. An Analysis of the Japanese Credit Network// arXiv:0901.2384v1 [q-fin.ST] 16 Jan 2009. 21 P. <http://www.financialnetworkanalysis.com/about-the-blog>
7. Elena Alekseeva and Valery Kirzhner// Nonlinear Analysis, Theory, Methods & Applications. Elsevier Science Ltd. 1997. Vol. 30, No. 8, pp. 4799-4804.

*Байрамов О.Б., Гасанов И.И.

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40

Тел.: (499) 1355109, факс (499) 13513298, E-mail: fereshko@yandex.ru

Как неоднократно отмечалось в работах [1-3], на практике функционирование объединений ипотечных заёмщиков (в частности, в форме очереди) сопряжено с рисками, обусловленными неопределенностью в изменении рыночных ставок u_t, ζ_t, γ_t и цен на жилье C_t . Рассмотрим вопрос, как изменение этих параметров рынка влияет на финансовые показатели очереди ипотечных заёмщиков. Для этого построим некоторую модель динамики цен и рыночных ставок в виде стохастического процесса и проведем статистические испытания, рассчитывая финансовые показатели очереди при разных реализациях этого процесса. В основу изменения параметров рынка положим изменение темпа инфляции. Пусть

$$I_t = I^0 + \tilde{I}_t, \quad \tilde{I}_{t+1} = \tilde{I}_t + h_0 \cdot \xi_t + h_1 \cdot (\tilde{I}_t - \tilde{I}_{t-1}) + h_2 \cdot (\tilde{I}_{t-1} - \tilde{I}_{t-2}) - \text{sign}(\tilde{I}_t) \cdot h_3 \cdot \tilde{I}_t^2.$$

Здесь I^0 – среднее значение темпа инфляции, ξ_t – случайная величина со стандартным нормальным распределением, $h_0 - h_3$ константы, регулирующие амплитуду колебаний темпа инфляции.

Будем предполагать, что темп изменения цен на жилье a колеблется около темпа инфляции по следующему закону.

$$a_t = (1 + d_t) \cdot I_t, \quad d_t = h_4 \cdot d_{t-1} + h_5 \cdot \omega_t.$$

Здесь ω_t – случайная величина со стандартным нормальным распределением, h_4, h_5 – коэффициенты, регулирующие амплитуду колебаний величины d_t .

Параметры $h_0 - h_5$ настраивались методом Монте-Карло. Для этого использовался "полигон" П, составленный из реализаций случайных величин ξ_t, ω_t . После выбора коэффициентов $h_0 - h_5$, верифицированных для одного из вариантов параметра I^0 , вычисляются темпы инфляции и цены на жилье на принятый период. Таким образом определяются 500 реализаций случайного процесса динамики цен. С использованием этих реализаций проводилось 500 испытаний для рассматриваемого варианта функционирования очереди, и рассчитывались необходимые показатели.

Аналогично рассматривается случай, когда все участники начинают своё участие в Проекте в один и тот же момент времени.

Список литературы

1. Гасанов И.И., Ерешко Ф.И. Моделирование ипотечных механизмов с самофинансированием // Сообщения по прикладной математике ВЦ РАН. - М.: ВЦ РАН, 2007. 60с.
2. Байрамов О.Б. Расчёты ставок процентов для ипотечного проекта компании. Пятая международная конференция "Управление развитием крупномасштабных систем". MLSД'2011. Доклады. ИПУ РАН, 3-5 октября 2011г. С. 87-90.
3. Гасанов И.И., Ерешко А.Ф., Байрамов О.Б. О технологии вычислительных экспериментов в моделях ипотеки. Труды Института системного анализа РАН "Динамика неоднородных систем", Т. 53(4), 2010, стр. 164-174. М.: ЛЕНАНД, 2010.
4. Каменев Г.К. Визуальный метод идентификации параметров // Доклады Академии наук. 1998. Т.359. N 3. С. 319-322.

**ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В МОДЕЛЯХ ИПОТЕЧНОГО
КРЕДИТОВАНИЯ**

Ерешко А.Ф.

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40

Тел.: (499) 1351398, факс (499) 1351398, E-mail: fereshko@yandex.ru

В работе используется формальное описание пошаговой динамики формирования Коалиции ипотечных заёмщиков, позволяющее проводить необходимые вычислительные эксперименты.

С формальной точки зрения выбор внутренней ставки кредитования (и кредитных выплат) представляет собой поиск оптимального синтеза управления в динамической системе при пошаговом поступлении информации о неопределённых факторах (в данном случае, доходов и выбытий участников Коалиции). Критерием задачи выступает качественный показатель обеспечения самофинансирования Коалиции, т.е. обеспечение в последний момент равенства нулю собственного капитала Коалиции. К расчётам принят приближённый подход, при котором производится генерация конечной серии рациональных стратегий выбора кредитных выплат и последующая статистическая оценка устойчивости Коалиции при различных сценариях неопределённых факторов.

Во всех формах ипотечного кредитования, ключевой идеей является принцип возможного использования актива экономическим агентом до полной его оплаты при условии его залога и последующей выплаты финансовых средств, полученных в кредит. Таким образом, экономический агент сокращает время ожидания до потребления актива, но увеличивает собственные расходы на его приобретение. Как отмечается в работах по ипотечному кредитованию, многообразные факторы, сопутствующие процессу получения кредитов и его возврату требуют соответствующего вычислительного арсенала. С точки зрения банков – это обычный кредит с достаточной гарантией, для потребителя – возможность досрочного обладания активом.

Для всех участников процесса весьма важно оценить соотношение уровня потребления актива для агента, прибыли от операции для кредитной организации и риска операции. Далее развивается подход для решения этих проблем, учитывающий неопределённости, сопутствующие процессу формирования Коалиции в оперативном режиме.

Переменными модели являются активы, обязательства и собственный капитал коалиции, формируемые из активов и обязательств участников. Предусматривается возможность получения коалицией внешних кредитов и размещения временно свободных средств коалиции на внешних депозитах

Список литературы

1. Гасанов И.И., Ерешко Ф.И. Моделирование ипотечных механизмов с самофинансированием // Сообщения по прикладной математике ВЦ РАН. - М.: ВЦ РАН, 2007. 60с.

2. Ерешко Арт.Ф. О проблеме генерации сценариев при выборе стратегий в задаче организации коалиции заемщиков / Материалы Третьей международной конференции “Управление развитием крупномасштабных систем”. М.: ИПУ РАН, 2009.

3. Ерешко Ф.И., Сытов А.Н. Сравнительный анализ банковских технологий в проектах ипотеки. // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD’2011): Программа и пленарные доклады Пятой международной конференции (3-5 октября 2011 г., Москва, Россия). М.: Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2011. С. 162-171.

ПРОЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ

***Ерешко А.Ф., Сытов А.Н.**

*ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40
Тел.: (499) 1351398, факс (499) 1351398, E-mail: fereshko@yandex.ru*

В работах Отдела ИВС ВЦ РАН по анализу проблем ипотечного кредитования, представленных на серии Конференций ИПУ РАН, рассматривались задачи разработки инструментария для принятия решений о выборе рациональных схем кредитной политики банков. Хотя предметом исследований являлись ипотечные контракты, выводы имеют общий характер. Здесь описываются результаты дальнейшего рассмотрения различных организаций ипотечного кредитования в многокритериальной постановке: Банк – независимые Участники и Банк – Коалиция – Участники. В Проекте Банк – независимые Участники рассматривается случай стандартной ипотеки, когда Заёмщики взаимодействуют с Банком независимо друг от друга. При этом средства участников на депозитном интервале находятся в распоряжении Банка. В Проекте Банк – Коалиция – Участники рассматривается банковская технология организации ипотечного кредитования в формате Общего фонда банковского управления, - это случай, когда Заёмщики вступают в ОФБУ, организованный в рамках Банка, заключая необходимый контракт с Банком. При этом ОФБУ может обеспечивать Заёмщикам внутреннюю кредитную ставку строго меньше, чем в Проекте Банк – Участники и проводит финансовую политику при выборе ставки в интересах самофинансирования объединения участников, так что в конце проекта собственный капитал ОФБУ равняется нулю.

В общем случае предполагается, что Банк учитывает при своей деятельности показатели: конечную прибыль, размеры и эффективность инвестиций, длительность проектов, намерение заёмщиков воспользоваться услугами банка, неопределённые факторы (колебания цен на недвижимость, изменение процентных ставок, выбытие участников, изменения политики вкладов и выплат). Точно также в общем случае предполагается, что Заёмщики учитывают при своей деятельности показатели: размеры депозитных и кредитных выплат, сроки ожидания и накопления пороговых сумм, сроки выплаты кредитов, кредитные и депозитные ставки, момент получения жилья в пользование. При исследовании проектов необходимо учитывать реакции Заёмщиков на реализации неопределённых факторов, перечисленных выше. Полагаем, что основной показатель, который Коалиция заёмщиков (ССК) учитывает при своей деятельности, - это конечный собственный капитал. Естественно, при удовлетворении всех интересов Заёмщиков.

Список литературы

1. Гасанов И.И., Ерешко Ф.И. Моделирование ипотечных механизмов с самофинансированием // Сообщения по прикладной математике ВЦ РАН. - М.: ВЦ РАН, 2007. 60с.
2. Ерешко Арт.Ф. О проблеме генерации сценариев при выборе стратегий в задаче организации коалиции заемщиков / Материалы Третьей международной конференции “Управление развитием крупномасштабных систем”. М.: ИПУ РАН, 2009.
3. Ерешко Ф.И., Сытов А.Н. Сравнительный анализ банковских технологий в проектах ипотеки. // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2011): Программа и пленарные доклады Пятой международной конференции (3-5 октября 2011 г., Москва, Россия). М.: Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2011. С. 162-171.

Математические модели и методы финансовой инженерии
**ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МОДЕЛЯМ ИПОТЕЧНОГО
КРЕДИТОВАНИЯ**

***Ерешко Ф.И., Гасанов И.И.**

*ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40
Тел.: (499) 1351398, факс (499) 1351398, E-mail: fereshko@yandex.ru*

В данном материале приводятся результаты анализа моделей принятия решений Банком для нескольких схем кредитования проектов. Основным объектом исследований выступает Коалиция заемщиков, действующая как самостоятельно, так и в рамках внутреннего банковского проекта. В качестве показателей выступают конечные выигрыши участников операции, ставки внутренних кредитов при самофинансировании заемщиков и начальный капитал Банка, обеспечивающий неотрицательность кассы Банка в ипотечном проекте. Приводятся графики, иллюстрирующие результаты вычислительных экспериментов.

Список литературы

1. Маршалл М. ДЖ., Бансал В.К. Финансовая инженерия. Пер. с англ. - М.: Инфра-М, 1998. 784 с.
2. Аверченко В., Весели Р., Наумов Г., Файкс Э., Эртл И. Принципы жилищного кредитования. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 261 с.
3. Полтерович В.М., Старков О.Ю. Формирование ипотеки в догоняющих экономиках: проблема трансплантации институтов. - М.: Наука, 2007. 196 с.
4. Гасанов И.И., Ерешко Ф.И. Моделирование ипотечных механизмов с самофинансированием // Сообщения по прикладной математике ВЦ РАН. - М.: ВЦ РАН, 2008. 60с.
5. Гасанов И.И. Организация ссудно-сберегательной кассы по принципу очереди. - М.: ВЦ РАН, 2006. 45с.
6. Ерешко А.Ф. Расчет эффекта пула ипотек. // Труды ИСА РАН. Динамика неоднородных систем. Выпуск 10(2). - М.: ИСА РАН, 2006. С. 370-377.
7. Ерешко Арт.Ф., Сытов А.Н. Стохастическая финансовая задача коалиции заемщиков в динамике. // Труды Института системного анализа Российской Академии Наук. «Динамика линейных и нелинейных систем», том 31.1. - М.: КомКнига, 2007. 5 с.
8. Байрамов О.Б., Сытов А.Н. Анализ финансовых характеристик коалиции заемщиков в динамике // Современные сложные системы управления: материалы VIII Международной научно-практической конференции CCCY'2008 (6 – 7 мая 2008 г., Тверь, Россия). В 2 ч. Ч.1; под ред. Д.А. Новикова, В.Н. Кузнецова. - Тверь: ТГТУ, 2008. с. 12 – 18.
9. Козина О.С., Сытов А.Н. Численные расчёты для пула однородных очередей // Современные сложные системы управления: материалы VIII Международной научно-практической конференции CCCY'2008 (6 – 7 мая 2008 г., Тверь, Россия). В 2 ч. Ч.1; под ред. Д.А. Новикова, В.Н. Кузнецова. - Тверь: ТГТУ, 2008. с. 74 – 79.
10. Ерешко А.Ф. Устойчивость очереди ипотечных заемщиков. // Вторая международная конференция "Управление развитием крупномасштабных систем". MLSD'2008. Доклады. ИПУ РАН, 1-3 октября 2008г. т.2, стр.136-138.
11. Ерешко Ф.И. Финансовые модели и вычислительный инструментарий в организации систем ипотечного кредитования. Вторая международная конференция "Управление развитием крупномасштабных систем". MLSD'2008. Доклады. ИПУ РАН, 1-3 октября 2008г. т.1 стр.189-191.
12. Полтерович В.М., Старков О.Ю. Проектирование выхода из институциональной ловушки (на примере ипотеки в России): труды VI Московской международной конференция по исследованию операций (ORM2010). - М.: МГУ-ВЦ РАН, 2010.
13. Сытов А.Н. Имитационные эксперименты с общей финансовой моделью жилищной коалиции Вторая международная конференция "Управление развитием крупномасштабных систем". MLSD'2008. Доклады. ИПУ РАН, 1-3 октября 2008г. т.1 С.136-138
14. Ерешко Ф.И. Проблемы организации и управления межрегиональными системами ипотечного кредитования. Третья международная конференция "Управление развитием крупномасштабных систем".. Доклады. ИПУ РАН, 5-8 октября 2009г. т.1 С.146-158.
15. Ерешко А.Ф., Сытов А.Н. Вычислительные эксперименты по расчету кредитных ставок в коалиция заемщиков при оперативном управлении и неопределенной динамике входа и выхода участников. Труды Института системного анализа РАН "Динамика неоднородных систем", Т. 53(4), 2010, стр. 193-199. М.: ЛЕНАНД, 2010.
16. Ерешко Ф.И., Кочетков А.В., Сытов А.Н. Механизмы реализации программы ипотечного кредитования. Четвёртая международная конференция "Управление развитием крупномасштабных систем". Доклады. ИПУ РАН, 2-4 октября 2010г. т.1
17. Ерешко Ф.И., Сытов А.Н. Сравнительный анализ банковских технологий в проектах ипотеки. // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2011): Программа и пленарные доклады Пятой международной конференции (3-5 октября 2011 г., Москва, Россия). М.: Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2011. С. 162-171.
18. Ерешко Ф.И., Сытов А.Н. Многокритериальная задача выбора кредитной политики банка. Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2012). Материалы шестой международной конференции, 1-3 окт. 2012 г., Москва. М.: ИПУ РАН, 2012. т.1. С. 73-82.

Киселев В.Г.

ВЦ РАН

Россия, 119333 г. Москва, ул. Вавилова, 40

Тел.: (499)135-51-09

E-mail: vgkiselev@yandex.ru

Практически для всех видов страхования разработаны приемлемые методики, основанные на имеющихся в достаточной мере статистических данных и использующие современные достижения актуарной математики (последние достижения в актуарной математике приведены в переводной монографии [1]). Исключение составляет страхование в сельском хозяйстве и особенно в его растениеводческой отрасли.

В работах [2,3] отмечались основные особенности страхования сельскохозяйственного производства. Основная особенность заключается в том, что для обоснования различных программ агрострахования не хватает основного – достаточной информационной базы. Иногда необходимая информация просто отсутствует, например, когда речь идет о страховании интродуцируемых культур или о новых создаваемых агрофирмах.

Возникает вопрос: как соотносится существующая практика агрострахования с теорией, разработанной с использованием методов актуарной математики?

По-видимому, все, несколько идеализированные аналитические исследования, могут только помочь понять некоторые закономерности финансового состояния как страховой компании, так и агрофирм (например, как это было сделано в [4,5]), а реальные выводы необходимо делать, проводя эксперименты с помощью имитационного моделирования (смотри, например, [6,7]) на некоторых искусственно спрогнозированных рядах урожайности. Эти случайные ряды урожайности должны учитывать скорректированную предыдущую статистику, возможные тренды, связанные с привлечением новых технологий, новых сортов и так далее.

Список литературы

1. Бауэрс Н., Гербер Х., Джонс Д., Несбит С., Хикман Дж. Актуарная математика, М.: Янус-К, 2001. 655 с.
2. Киселев В.Г. Информационная база региональной системы агрострахования. // Труды 5-й международной конференции «Управление большими системами» М.: ИПУ РАН, 2011.
3. Киселев В.Г. Особенности информационного обеспечения системы страхования сельскохозяйственного производства. // Материалы международной научно-практической конференции «Математика и ее приложения. Экономическое прогнозирование: модели и методы». г.Орел, 2011, С.236-240.
4. Киселев В.Г. Актуарная математика в агростраховании. М.: ВЦ РАН. 2011, 29 с.
5. Киселев В.Г. Системный анализ основных систем агрострахования, М.: ВЦ РАН. 2012, 28с.
6. Павловский Ю.Н. Имитационные модели и системы. М.: Фазис, 2000. 166 с.
7. Павловский Ю.Н., Белотелов Н.В., Бродский Ю.И. Имитационное моделирование. М.: Академия, 2008. 236 с. (Университетский учебник)

**ЭФФЕКТИВНЫЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА
ЦЕНЫ БАРЬЕРНЫХ ОПЦИОНОВ**

***Петропавловский С.В., Цынков С.В.¹**

*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Россия, 125993, г. Москва, Ленинградский пр-т, д.49,
тел.: (499) 277-21-02, e-mail: spetropavlovsky@fa.ru*

*¹North Carolina State University, Department of Mathematics,
USA, 27695, Raleigh, 8205 Stinson Dr.,
тел.: (919) 515-18-77, e-mail: stsynkov@ncsu.edu*

В данной работе мы излагаем общий подход к численному решению эволюционных краевых задач с подвижными (меняющимися во времени) границами и применяем данный алгоритм для решения уравнения Блэка-Шоулза, описывающего динамику цены барьерного опциона. Аналитические решения для такой задачи известны только в случае неподвижных границ простой формы, что вынуждает использовать численные методы.

В данной работе мы предлагаем конечно-разностный алгоритм расчета стоимости барьерного опциона, который:

- позволяет рассчитывать опционный контракт с барьером произвольного вида, не проходящим в общем случае через узлы используемой регулярной структурированной сетки и не совпадающим с ее линиями;
- сохраняет скорость сходимости на решении с особенностью, порождаемой терминальными условиями для барьерного опциона;
- высокоэффективен с точки зрения параллелизации.

Основой алгоритма является метод разностных потенциалов (МРП) – подход, обобщающий потенциалы Кальдерона в теории уравнений с частными производными [1,2]. Его суть состоит в замене исходного уравнения, поставленного в герметически сложной (из-за произвольности формы барьера) пространственно-временной области, некоторым граничным уравнением для согласованной пары «функция + производная по нормали» на самом барьере. Данное граничное уравнение эффективно решается с использованием решений некоторого числа вспомогательных задач, рассчитываемых численно в геометрически простой области (прямоугольнике). Важно, что все эти задачи полностью независимы друг от друга и могут рассчитываться параллельно. Для обеспечения сходимости алгоритма на негладких решениях мы проводим предварительную аналитическую регуляризацию решения. В практической части работы мы демонстрируем и обсуждаем результаты расчетов, выполненных в FORTRAN 95 с использованием интерфейса параллельных вычислений OpenMP.

Работа поддержана грантами US ARO W911NF-11-1-0384 и W911NF-13-P-0020, а также AFOSR (грант FA9550-10-1-0092).

Список литературы

1. Ryaben'kii V. S. Method of Difference Potentials and Its Applications. – Berlin: Springer-Verlag, 2002.
2. Medvinsky M., Tsynkov S., Turkel E. The method of difference potentials for the Helmholtz equation using compact high order schemes // J. Sci. Comput. 2012. Vol. 53 (1). pp. 150-193.

**ПОРТФЕЛЬ ГРУППЫ ИНВЕТОРОВ С НЕСОВПАДАЮЩИМИ
ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА СТРУКТУРУ ПОРТФЕЛЯ**

Саркисов В.Г.

*Самарский государственный технический университет, Инженерно-экономический ф-т, каф. высшей математики и прикладной информатики,
Россия, 443086, г. Самара, ул. Ново-Садовая 181, кв. 25,
Тел.: +7(846)263-02-40, тел.моб.: +7(960)821-05-21,
E-mail: vigen.sarkisov@mail.ru*

В работе рассматривается вопрос оптимизации объединенного портфеля группы инвесторов, характеризующихся общим пониманием (одинаковыми критериями) доходности и риска и отличающихся друг от друга лишь уровнем неприятия риска [1] и ограничениями на допустимую структуру портфеля.

В случае одинаковых ограничений на структуру, объединение портфелей с последующей оптимизацией суммарного портфеля позволяет каждому из участников получить лучшее соотношение риска и доходности, чем у оптимального для него портфеля допустимого множества [2]. В настоящей работе производится обобщение данного результата на случай различных ограничений на структуру портфеля.

Введем обозначения: $x^k = (x_1^k, \dots, x_n^k) \in X^k$ – вектор, описывающий структуру портфеля k -го инвестора, где x_i^k – доля i -го инвестиционного инструмента в портфеле k -го инвестора, X^k – множество допустимых портфелей k -го инвестора. $E(x^k)$ – математическое ожидание доходности портфеля x^k , $V(x^k)$ – риск портфеля x^k . В ходе оптимизации для каждого инвестора может быть найден оптимальный (с учетом его уровня неприятия риска) портфель $x^{k*} \in X^{k*} \subset X^k$, где X^{k*} – эффективная граница множества X^k . Долю k -го инвестора в общем портфеле группы обозначим через a_k ($\sum a_k = 1$), тогда структура портфеля группы: $x = \sum a_k x^k = (\sum a_k x_1^k, \dots, \sum a_k x_n^k)$.

Портфель группы должен иметь характеристики риска и доходности не хуже, чем сумма оптимальных портфелей отдельных инвесторов. Таким образом, портфель группы должен быть оптимизирован в условиях ограничений: $x^k \in X^k$, $k=1..K$; $V(\sum a_k x^k) \leq V(\sum a_k x^{k*})$; $E(\sum a_k x^k) \geq E(\sum a_k x^{k*})$. Рассматриваемые ограничения определяют непустое множество портфелей, дающих преимущество от объединения инвесторов в группу. На этом множестве можно выделить эффективную границу и выбрать один из составляющих ее портфелей в качестве портфеля группы.

Индивидуальные портфели, составляющие в совокупности портфель группы, могут иметь характеристики, не соответствующие предпочтениям инвесторов, формально являющихся их владельцами. Это обстоятельство диктует необходимость создания системы перераспределения доходности и риска между инвесторами группы. Система обеспечивает такое перераспределение, чтобы каждый из инвесторов получил характеристики риска и доходности не хуже, чем у оптимального индивидуального портфеля x^{k*} .

Список литературы

1. Новоселов А.А. О неприятии риска и норме замещения риска доходностью // Труды Межрегиональной конференции "Математические модели природы и общества", Красноярск, КГТЭИ, 2002, с. 148-153
2. Саркисов В.Г. Управление объединенными портфелями инвесторов с различными предпочтениями // XII Всероссийское совещание по проблемам управления (16-19 июня 2014г.): Труды. М.: ИПУ им. В.А.Трапезникова РАН, 2014, стр. 5943-5949

Математические модели и методы финансовой инженерии
ИМИТАЦИЯ СТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ КРЕДИТОВАНИЯ

Сытов А.Н.

ВЦ РАН, Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40
Тел.: (499) 1351398, факс (499) 1351398, E-mail: fereshko@yandex.ru

В странах со слабо развитой банковской системой широкое распространение получили, так называемые, ассоциации поочередных сбережений и кредитования (ROSCA). В отличие от [1], выбор участников, которые получают кредит в определенный момент времени, в таких системах может происходить на основе жребия или аукциона. Далее основной упор делается на вопрос расчета устойчивости внутренних кредитных ставок и соответственно кредитных выплат в зависимости от непредвиденных выбытий участников в условиях постепенного формирования коалиции и поэтапного поступления информации. Рассматривается две задачи, связанные общей постановкой с изменяющейся структурой организации Коалиции вследствие наличия неопределенных факторов. Первая задача связана с построением модели Коалиции однородных заемщиков, с выбором участников для получения кредита и последующего приобретения им актива путем жребия. При этом предполагается, что цены на активы могут изменяться со временем [2]. Во второй задаче рассматривается формирование внутренних кредитных ставок и соответственно кредитных выплат в зависимости от непредвиденных выбытий участников в условиях постепенного формирования Коалиции и поэтапного поступления информации.

Досрочное выбытие участников описывается сценарно. Сценарий включает в себя задание списка выбывающих участников и определение момента досрочного выбытия для каждого участника из этого списка. Список выбывающих участников задается некоторой выборкой из списка всех участников коалиции. Рассматриваются как детерминированные, так и случайные механизмы такой выборки. Момент досрочного выбытия участников определяется по некоторому правилу, которое считается неизменным для всех выбывающих участников и в общем случае зависит от процентной ставки, по которой участник получает кредит.

В численных экспериментах при оперативном управлении методом Монте-Карло оценивались такие показатели, как вероятность неотрицательности собственного капитала коалиции в момент завершения ее функционирования, математическое ожидание и дисперсия собственного капитала в этот момент времени. Расчеты показывают приемлемость использования гарантирующей стратегии, построенной без учета досрочного выбытия участников, даже на случай, когда в действительности происходит непредвиденное выбытие участников.

Список литературы

1. Гасанов И.И., Ерешко Ф.И. Моделирование ипотечных механизмов с самофинансированием // Сообщения по прикладной математике ВЦ РАН. - М.: ВЦ РАН, 2007. 60с.
2. Beasley T., Coate S., Lorry G. The Economics of Rotating Savings and Credit Associations // The American Economic Review. 1993. Vol. 83. No. 4, 792-810
3. Сытов А.Н. Имитационные эксперименты с общей финансовой моделью жилищной коалиции Вторая международная конференция "Управление развитием крупномасштабных систем". MLSD'2008. Доклады. ИПУ РАН, 1-3 октября 2008г. т.1 С.136-138.

СЕКЦИЯ IV

Новые информационные технологии: теория и практика

Председатель секции проф. Хорошевский В.Ф.,
зав. сектором «Интеллектуальные прикладные системы» ВЦ РАН, д.т.н.

Секция ориентирована на обсуждение в контексте конференции ЭКОМОД-2014 научных и практических результатов в области новых информационных технологий и искусственного интеллекта – направлениях, которые активно развивались под руководством академика Г.С. Поспелова в течение многих лет на ВЦ РАН и в других организациях нашей страны и за рубежом.

Основные направления работы секции охватывают, но не исчерпываются:

- Модели, методы и системы поддержки принятия решений;
- Модели, методы и системы обработки текстов на естественных языках;
- Модели, методы и системы мониторинга состояния науки, образования и инноваций;
- Модели, методы и системы выявления новых научно-технических трендов;
- Интеллектуальные информационно-аналитические системы.

1. *Аверкин А.Н.* Гибридные интеллектуальные системы поддержки принятия решений. 112
2. *Аверкин А.Н., Дулин С.К., Хорошевский В.Ф., Эрлих А.И.* Научное наследие академика Г.С. Поспелова: от систем слепой посадки до новых информационных технологий. 114
3. *Апрашова Н.Н., Сорокин С.В.* Исследование структуры множества наблюдений. 116
4. *Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В.* Корпоративная память: структура и основные онтологии. 117
5. *Дулин С.К.* Интероперабельные геосистемы – проблемы и перспективы. 118
6. *Кобринский Б.А.* Лингво-образная модель в построении экспертных систем. 119
7. *Осипов Г.С.* Академик Г.С. Поспелов и история развития исследований в области искусственного интеллекта в СССР и России. 120
8. *Тарасов В.Б.* Системный анализ в искусственном интеллекте: развитие идей Г.С. Поспелова. 121

Новые информационные технологии: теория и практика

9. *Титов А.В.* Методологические проблемы математического моделирования задач прогнозирования и управления развитием сложных систем. 122
10. *Титов А.В.* Семантический подход к исследованию зависимости типа логического исчисления от структуры оценки. 123
11. *Хорошевский В.Ф.* Наукометрия направления «искусственный интеллект» 124

**ГИБРИДНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

А.Н.Аверкин

ВЦ РАН

Академик Г. С. Поспелов выделял четыре класса реальных систем, наделенных существенными свойствами искусственного интеллекта [1]:

- интеллектуальные информационно-поисковые системы
- расчетно-логические системы
- экспертные системы советующего или консультирующего типа
- интегрированные (гибридные) экспертные системы, являющиеся объединением экспертных систем с расчетно-логическими

В рамках последнего направления в ВЦ РАН разрабатывается большая группа гибридных систем, основанная на сочетании различных техник в рамках одной и той-же интеллектуальной системы, например сочетание техники экспертных систем с методами мягких вычислений.

Первые исследования в искусственном интеллекте были направлены на попытки моделирования и представления ситуации некоторым одним методом искусственного интеллекта, т.е. осуществлялось выделение из понятия "интеллект" какого-либо свойства для развития соответствующих формальных моделей. Колоссальные притязания ИИ 80-х годов, основанного на базах правил, потерпели неудачу, в том числе и потому, что практики отказываются понимать или признавать ограничения своего автономного метода, а место этого использовать различные инструментальные средства и модели. Поэтому в 1991 году М. Мински была сформулирована новая парадигма ИИ: «Исследования по ИИ должны переместиться из их традиционного фокуса на индивидуальных схемах. Многосторонность, в которой мы нуждаемся, может быть найдена только в универсальных архитектурах, использующих и управляющих преимуществами различных представлений одновременно. Тогда каждый может быть использован, чтобы преодолеть несовершенства других». Это позволяет считать интеграцию и децентрализацию знаний наиболее важными тенденциями ИИ в ближайшем будущем в целях решения задач СППР.

В последние годы критическим в теории систем поддержки принятия решений является направление "интеллектуального управления", смещающего акцент на эвристическую коррекцию формально-математического описания объекта управления для моделирования динамики системы. Различные аспекты проблемы обоснования и эвристической коррекции решений в системах рассматриваются как с помощью количественной оценки факторов в рамках моделей исследования операций, так и с помощью качественного анализа взаимовлияния системообразующих факторов исследуемой предметной области в рамках теории принятия решений. Основой решения подобных проблем является анализ ряда трудно формализуемых задач с использованием экспертной информации и возможности адаптации системы на логику эксперта и оптимизации процесса обработки экспертной информации. Для решения указанных задач интеллектуального управления нами используется подход, базирующийся на объединении различных моделей представления знаний и моделей мягких вычислений, который мы называем гибридной моделью представления знаний в системах поддержки принятия решений. Основной целью подхода, является построение гибридной модели представления знаний в системах поддержки принятия решений. На множестве моделей построена гибридная интеллектуальная система, в которой осуществляется интеграция

Новые информационные технологии: теория и практика

фундаментальных аналитических знаний со знаниями и технологиями искусственного интеллекта. Это включает такие задачи, как разработка принципов построения гибридной модели представления знаний в слабо структурированных предметных областях на основе нечеткого когнитивного и иерархического моделирования, разработка методов и алгоритмов анализа нечеткой иерархической модели ситуации и определения коэффициентов важности объектов по оценкам относительного влияния элементов одного уровня иерархической структуры на элементы вышележащего уровня. Нами построена гибридная интеллектуальная система, состоящая из нечетких иерархий Саати, нечетких когнитивных карт, моделей ранжирования альтернатив по многим критериям и сильно связанных квази-иерархических структур, позволяющая объединять аналитические знания и модели принятия решений с технологиями искусственного интеллекта[2].

Список литературы

1. Г.С. Поспелов «Искусственный интеллект — основа новой информационной технологии. — М.: Наука, 1988.
2. Аверкин А.Н., Аграфонова Т.В., Титова Н.В. Системы поддержки принятия решений на основе нечетких моделей // Известия РАН. Теория и системы управления, 2009, № 1.

**НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ АКАДЕМИКА Г.С. ПОСПЕЛОВА:
ОТ СИСТЕМ СЛЕПОЙ ПОСАДКИ
ДО НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

А.Н. Аверкин, С.К. Дулин, В.Ф. Хорошевский, А.И. Эрлих

ВЦ РАН

Россия, 119333, Москва, Вавилова 40

Тел.: (499) 135-61-93,

E-mail: averkin2003@inbox.ru, {s.dulin, khor, aehrlich}@ccas.ru

Г.С. Поспелов (1914–1998) прошел долгий и во многом характерный для ученых его поколения путь – ученик слесаря, студент вечернего отделения Электротехнического техникума, студент отделения автотракторного и авиационного оборудования МЭИ. После защиты диплома, который Советом был признан кандидатской диссертацией, ему оставалось сдать лишь кандидатские экзамены, но вскоре началась война, которую он прошел от Великих Лук до Берлина. После окончания войны служба в ВВА им. Жуковского, где Гермоген Сергеевич тоже прошел все ступени должностной лестницы – от ст. инженера лаборатории до начальника электротехнического факультета. Затем работа в качестве заместителя председателя секции Прикладных Проблем при Президиуме АН СССР. К этому времени он защитил кандидатскую (1949 г.) и докторскую (1956 г.) диссертации и несколько позже, в 1966 г., был избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению механики и процессов управления.

В исследованиях, выполненных Г.С. Поспеловым за весь период его научной деятельности, можно выделить пять основных направлений: исследования по теории линейных и нелинейных систем автоматического регулирования; исследования в области автоматизации управления полетом летательных аппаратов и теории управления системами большого масштаба; исследования в области управления большими производственно-экономическими системами, разработка принципов и математических моделей программно-целевого планирования и управления народным хозяйством; исследования в области искусственного интеллекта и интеллектуальных прикладных систем.

Исследования по теории линейных и нелинейных систем автоматического регулирования проводились Г.С. Поспеловым в 1946–1949 гг. и были связаны с разработками автопилотов, быстродействующих сервомеханизмов, следящих систем и инсепторных систем управления летательными аппаратами специального назначения [1]. За исследования по применению нелинейных уравнений в конечных разностях для описания динамики релейных систем, результаты которых были опубликованы в коллективной монографии «Теории автоматического регулирования» (1969г.), Г.С. Поспелову была присуждена Государственная премия СССР 1972 года.

Исследования в области автоматизации управления полетом самолета были начаты с решения проблемы автоматизации захода на посадку и снижения самолета к посадочной полосе в сложных метеоусловиях вне видимости земли. Теоретические исследования по автоматизации посадки и директорному управлению сопровождались моделированием в лабораторных условиях и были завершены удачными летными экспериментами. Работы Г.С. Поспелова в этой области стали теоретическим фундаментом, на базе которого были начаты опытные разработки, а затем и серийный выпуск аппаратуры для автоматизации маневров при посадке [2]. В настоящее время такой аппаратурой снабжаются все самолеты во всем мире.

Наряду с научной деятельностью Г.С. Поспелов с 1959 г. вел большую педагогическую работу, систематически читал лекции, руководил подготовкой аспирантов и докторантов. Им были поставлены циклы лекционных курсов в ВВА им. Жуковского и в МАИ им. Орджоникидзе.

Дальнейшая научная и педагогическая деятельность Г.С. Поспелова была неразрывно связана с Лабораторией теории и проектирования больших систем ВЦ АН СССР (затем ВЦ РАН) и базовой Кафедрой проектирования и организации систем Факультета управления и прикладной математики (ФУПИ) Московского физико-технического института.

Исследования в области управления большими производственно-экономическими системами были начаты Г.С. Поспеловым в связи с тем, что в АН СССР и АН союзных республик с середины 1960-х годов развернулись работы по математическим методам исследования операций, экономико-математическому моделированию и теории больших систем. Под руководством Г.С. Поспелова и при его непосредственном участии были разработаны модели и процедуры программно-целевого планирования развития как отдельных отраслей машиностроительного и приборостроительного типа, так и комплекса таких отраслей [3, 4].

С середины 1970-х годов и сам Гермоген Сергеевич и значительная часть его лаборатории в Вычислительном центре включились в исследования в области искусственного интеллекта и интеллектуальных прикладных систем. Это новое научное направление, в становление которого вклад Г.С. Поспелова трудно переоценить, определило последний период его жизни и научной деятельности. Гермоген Сергеевич четко понимал важность исследований в этой научной области для развития новейших информационных технологий [5].

Влияние Г.С. Поспелова на становление этого научного направления распространялось далеко за пределы лаборатории. Будучи заместителем председателя Координационного комитета АН СССР по вычислительной технике, членом Комитета по системному анализу при Президиуме АН СССР и председателем Совета по искусственному интеллекту этого комитета, Гермоген Сергеевич, опираясь на научный потенциал лаборатории, способствовал развитию исследований в области искусственного интеллекта в институтах АН СССР и союзных республик, в высшей школе, в научных учреждениях Министерства обороны и оборонных отраслей промышленности. Эта его деятельность в значительной мере обусловила создание в 1989 г. Советской ассоциации искусственного интеллекта, первым президентом которой был единогласно избран Гермоген Сергеевич.

В настоящем докладе ретроспективно представлены основные аспекты научной и научно-организационной деятельности академика Г.С. Поспелова, что с очевидностью показывает его вклад в развитие стратегически важных направлений развития отечественной науки и техники.

Список литературы

1. Поспелов Г.С. Основы автоматики. Изд-во ВВА им. Жуковского, 1954.
2. Поспелов Г.С. Автоматическое управление полетом самолета. Изд-во ВВА им. Жуковского, 1958.
3. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. М., Советское радио, 1976.
4. Поспелов Г.С., Ириков В.А., Курилов А.Е. Процедуры и алгоритмы формирования комплексных программ. М., Наука, 1985.
5. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. М., Наука, 1988.

*Апраушева Н.Н., ¹Сорокин С.В.

ВЦ РАН

Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40.

Тел.: *8(499)135-40-98, ¹8(499)135-14-98.E-mail: *plat@ccas.ru, ¹www2013@ccas.ru

Для данного множества наблюдений

$$X^{(n)} = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}, \quad n \geq 8, \quad X_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jp}), \quad 1 \leq p < \infty,$$

необходимо установить, однородно оно или состоит из k отдельных сгустков — кластеров. Предполагается, что $X^{(n)}$ — репрезентативная выборка из генеральной совокупности некоторой непрерывной случайной величины ξ . Краткое решение поставленной задачи сводится к следующим пунктам [1].

1. На множестве $X^{(n)}$ задаётся подходящая метрика $r(X_i, X_j)$, $i, j = 1, 2, \dots, n$. Для каждой точки X_i определяется ближайшая соседняя точка и строится вариационный ряд минимальных расстояний,

$$R_{\min} : r_{\min}^{(1)} \leq r_{\min}^{(2)} \leq \dots \leq r_{\min}^{(n)},$$

и множество отношений Θ ,

$$\Theta = \{\theta_i : \theta_i = r_{\min}^{(i+1)} / r_{\min}^{(i)}, \quad i = 1, 2, \dots, n-1\}.$$

2. Если в значениях элементов θ_i не наблюдаются скачки, то множество $X^{(n)}$ однородно или состоит из k кластеров с почти равными плотностями точек (ПРПТ). В противном случае множество $X^{(n)}$ содержит кластеры с резко различающимися плотностями точек. Тогда из множества $X^{(n)}$ выделяются подмножества $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_s$, $1 \leq s \leq k$, с ПРПТ.

3. Для каждого множества с ПРПТ строится основной вариационный ряд (ОВР). ОВР множества — это вариационный ряд расстояний между всеми его точками. По гистограмме ОВР множества оценивается число его кластеров, их центры, наибольший диаметр, степень их удалённости друг от друга [1].

Предлагаемый подход был успешно использован в определении распределения тяжёлых металлов в почве [2].

Список литературы

1. Апраушева Н.Н. Новый подход к обнаружению кластеров. — М.: ВЦ РАН, 1993, 65 с.

2. Zakirov A.P., Frolova L.L., Koroleva T.A. Method of inhomogeneities discovery of heavy metals distribution in a soil. // The XVI Intern. Symposium of Soils. Montpellier, — 1998, pp. 1-5.

**КОРПОРАТИВНАЯ ПАМЯТЬ:
СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ОНТОЛОГИИ**

Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В.

*Институт «Высшая школа менеджмента», СПбГУ,
Россия, 199004, г. Санкт-Петербург, Волховский пер., д.3*

Тел.: (812) 323-84-55, факс: (812) 329-32-34,

E-mail: {gavrilova, kudryavtsev}@gsom.pu.ru

Эффективный обмен знаниями в рамках одной компании обычно принимает форму создания портала знаний или «корпоративной памяти», обеспечивающей накопление и повторное использование знаний. Основная проблема, возникающая при попытках повторного использования знаний, заключается в сложности выбора успешных решений, опыт которых применим к конкретной задаче, поэтому обеспечение обмена знаний основано на структурировании и систематизации успешных решений [1]. Одной из форм структурирования знаний по успешным решениям в практике бизнеса являются онтологии [2].

В докладе описываются первые результаты проекта ИнС-ПОРТ (Интеллектуальные Сервисы поддержки ПОРТалов знаний на основе онтологий (ИнС-ПОРТ)). Проект ориентирован на разработку методологии ПРОТЕСИС (ПРОект-ТЕхнология-СИСтема), позволяющей создавать типовые порталы знаний путем объединения, редактирования и ликвидации онтологий предметных областей на основе структурно-визуального подхода к формированию корпоративных онтологий. Эта методология использует последние достижения в области инженерии знаний и концептуального структурирования и позволяет как проектировать так и поддерживать корпоративные порталы знаний в рамках систем управления знаниями.

В проекте разработана новая типовая структура корпоративного портала на онтологиях в форме «трехэтажной» структуры:

- 1) *Общие онтологии* (уровень организации: миссия, организационная структура, бизнес-модель, стратегия, партнеры и пр.);
- 2) *Проблемно-предметные онтологии* (уровень подразделений: продукция, производство, ремонт, финансы, маркетинг, управление персоналом и пр.);
- 3) *Проектные онтологии* (уровень сквозных проектов и бизнес-процессов: управление информационными системами, запуск новых продуктовых линий, открытие подразделений, ликвидация и реорганизация и пр.).

В рамках каждого «этажа» формируется система интеллектуальных сервисов, поддерживающих жизнеспособность онтологий и обеспечивающих общение с пользователями.

Работа поддержана грантом РФФИ 14-07-00294.

Список литературы

1. Кудрявцев Д.В. Системы управления знаниями и применение онтологий: Учеб. пособие. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010.
2. Hefke M., Jager K., Abecker A. Best Practice Cases for Knowledge Management and Their Portability to Other Organisations, 6th International Conference on Knowledge Management, 6-8 September, 2006, Graz, Austria.

ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Дулин С.К.

ВЦ РАН, +7 (916) 869-11-04, s.dulin@ccas.ru

Проблема семантической геоинтероперабельности заключается в обеспечении согласованного взаимодействия специалистов для решения задач, требующих совместного использования георесурсов, при условии адекватного понимания ими семантики, заложенной в пространственные онтологии и/или геотезаурусы и классификаторы. Возможность совместного использования геопространственных данных было одним из основных требований, начиная с разработки первой ГИС. Существующие геоданные были получены независимо друг от друга разными организациями с помощью различных систем и используются во множестве приложений также независимо друг от друга, являясь несогласованными ресурсами.

В контексте географической информации интероперабельность непосредственно связана с ГИС, которая представляет собой основную среду для реализации геоинтероперабельности, обрабатывая пространственные данные, которые более сложны, чем обычные текстовые данные, сохраненные в реляционных базах данных. Исследования последних лет указывают на необходимость создания моделей интероперабельности, которые могут гарантировать, что интероперабельность устанавливается между системами в соответствии с различными целями и контекстами. Примерами моделей интероперабельности, которые были успешно применены в ГИС области, являются the Levels of Conceptual Interoperability Model (LCIM) и the Intermodel5. Эти модели используются на самых высоких уровнях интероперабельности из известных семи уровней: уровень нулевой интероперабельности, технический, синтаксический, семантический, прагматический, динамический и концептуальный уровни.

Попытки реализации некоторых аспектов геоинтероперабельности были предприняты автором при формировании геоинформационного портала ж/д отрасли. Основное внимание при этом было уделено формированию и обработке геоописаний, учитывающих семантику, заложенную заинтересованными в их использовании лицами. Обеспечение семантической геоинтероперабельности предопределило разработку архитектуры средств согласования понимания геоданных, которая должна осуществляться на основе сравнительного анализа существующих метасхем баз геоданных с учетом нескольких уровней взаимодействия и многофакторности взаимодействия пользователей, включая экспертов, на основе геоинформационных описаний и семантики, заложенной в пространственные онтологии и/или геотезаурусы и классификаторы. Для совместного и согласованного обмена геоданными при условии адекватного понимания пользователями семантики геоданных решается задача хранения и сопровождения большого объема геоинформации, включающей разнообразные тексты, документы, карты и схемы. Соответственно, одной из центральных задач здесь является извлечение релевантной геоинформации из этих геоданных с участием блока рассуждений на основе онтологий геоописаний.

Актуализация пространства геоописаний, поддерживаемого средой ГИС, в рамках парадигмы Semantic Web открывает принципиально новые перспективы для реализации семантической геоинтероперабельности, обеспечивая широкие возможности автоматической интерпретации, рассуждения и вывода.

**ЛИНГВО-ОБРАЗНАЯ МОДЕЛЬ
В ПОСТРОЕНИИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ**

Кобринский Б.А.

*Российский национальный исследовательский
медицинский университет им. Н.И. Пирогова,
Обособленное структурное подразделение «Научно-исследовательский
клинический институт педиатрии»,
Кафедра медицинской кибернетики и информатики
Россия, 125412, г. Москва, ул. Талдомская, 2
Тел.: (495) 483-84-74, E-mail: bakob@pedklin.ru*

Визуальные образные представления позволяют опытному врачу при ряде заболеваний, в том числе наследственного характера, сформировать первичную диагностическую гипотезу. Это послужило основой для разработки модели образных рядов, представляющих собой corteжи изображений, в том числе нечетких [1]. Наряду с медициной этот подход может найти применение в археологии, живописи, где имеют место характерные фенотипические проявления при определенных заболеваниях, формы скульптурных изображений и др.

Визуальные образные ряды, включаемые во фреймовую или онтологическую модель представления знаний, могут использоваться на этапах формирования и подтверждения гипотез путем последовательного их представления пользователю экспертной системы.

Предлагаемый подход опирается на совокупный анализ взаимосвязанного лингвистического контекста и визуальных образов. Этим он отличается от реализованных в последние годы систем анализа фотографий больных без поддержки процесса на этапах формирования диагностических гипотез. Так, в США создан инструмент визуальной поддержки VisualDx, база данных которого включает более 24000 изображений для помощи при идентификации различных заболеваний, но уже после постановки предварительного диагноза врачом [2]. В Великобритании предложен способ анализа и кластеризации исключительно компьютерных образов при врожденной черепно-лицевой патологии с использованием машинного обучения по фотографиям в многомерном пространстве [3].

Создание нетрадиционных моделей представления знаний для ЭС предполагает, что в рамках единого формализма используются не только классические количественные и качественные характеристики знаний экспертов, но и когнитивные образные индикаторы экспертного знания. Это позволит включать в базы знаний плохо вербализуемые или невербализуемые понятия, соответствующие целостным (холистическим) образам. Данный подход можно рассматривать как новую парадигму в развитии интеллектуальных систем, что может быть востребовано в гуманитарной и естественнонаучной областях.

Список литературы

1. Кобринский Б.А. Образный ряд в интеллектуальной системе // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2009. – №2. – С.25-33.
2. Vardell E., Bou-Crick C. VisualDx: A Visual Diagnostic Decision Support Tool // Medical Reference Services Quarterly. – 2012. – Vol.31, Iss.4. – P.414-424.
3. Ferry Q., Steinberg J., Webber C. et al. Diagnostically relevant facial gestalt information from ordinary photos // eLife. – 2014. – Vol.3. – P.1-22.
URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4067075/>

**АКАДЕМИК Г.С. ПОСПЕЛОВ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СССР И РОССИИ**

Г.С. Осипов

gos@isa.ru

Рассматриваются основные события, приведшие к возникновению в СССР нового научного направления «Искусственный интеллект» и роль в этом Гермогена Сергеевича Поспелова. Среди них: создание в 1974 году при Комитете по системному анализу при президиуме АН СССР Научного совета по проблеме "Искусственный интеллект", который возглавил Г. С. Поспелов, образование в 1977 г. секции «Искусственный интеллект» в составе Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика». В 1974 и 1975 г. появились первая работа по ИИ в Вестнике Академии наук: «Искусственный интеллект: состояние и перспективы» и фундаментальная монография: «Искусственный интеллект», автором которых был Гермоген Сергеевич.

Благодаря активной позиции, энергии и влиянию Г.С.Поспелова начинают проводиться крупные, в том числе, международные мероприятия в области искусственного интеллекта, такие как Международный семинар по ИИ в Репино, 4 международная объединенная конференция по искусственному интеллекту (Тбилиси), 1 симпозиум IFAC по искусственному интеллекту.

Работа Г.С. Поспелова с 1981 по 1989г. в качестве главного редактора журнала «Известия АН СССР: Техническая кибернетика», способствовала началу выпуска специализированных номеров этого журнала, посвящённых вопросам искусственного интеллекта.

Благодаря усилиям Г.С. Поспелова 10 сентября 1986 г. при Президиуме АН СССР был создан Научный совет по проблеме «Искусственный интеллект, сыгравший важную роль в развитии исследований по искусственному интеллекту в СССР и России. В

1990 г. Советом под руководством Гермогена Сергеевича была разработана «Концепция развития работ в области искусственного интеллекта в СССР». Этот документ послужил основой Государственной программы «Перспективные информационные технологии» (ПИТ) в той ее части, которая касалась создания интеллектуальных технологий.

В 1986 г. в Переславле – Залесском начал работать постоянно действующий семинар по искусственному интеллекту, заседания которого проходили раз в квартал. Председателем бюро этого семинара стал Г.С.Поспелов. В 1988 году там же состоялась первая Всесоюзная конференция по искусственному интеллекту, а в 1989 г. в Коломне прошел учредительный съезд Советской ассоциации искусственного интеллекта. Председателем Совета ассоциации был избран Г.С.Поспелов.

Необходимо отметить заслуги Гермогена Сергеевича в организации научного сотрудничества специалистов по ИИ из социалистических стран, в частности, в рамках международных рабочих групп РГ-18 «Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах» и РГ-22 «Аппаратные и программные средства систем искусственного интеллекта», которыми он руководил.

В начале 1980-х годов при его активном участии в Братиславе была создана Международная базовая лаборатория по ИИ, где в течение почти десяти лет велись совместные проекты.

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ:
РАЗВИТИЕ ИДЕЙ Г.С. ПОСПЕЛОВА**

Тарасов В. Б.

МГТУ им. Н.Э.Баумана,

*Факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»,
кафедра «Компьютерные системы автоматизации производства»,*

Россия, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул.,5, стр.1

Тел.: (910)479-60-56, E-mail: Vbulbov@yahoo.com

Академик Г.С. Поспелов был одним из пионеров применения системного анализа в искусственном интеллекте (ИИ). Еще в 1980-м году он утверждал, что взаимное влияние этих направлений и их синтез позволят получить новые важные результаты в теории принятия решений, планировании, проектировании и создании сложных систем [1]. Методологическая общность системного анализа и ИИ заключается, прежде всего, в том, что в обоих случаях мы имеем дело со слабоструктурированными проблемами. Решение таких проблем предполагает переплетение процедур анализа и синтеза, методов нисходящего и восходящего проектирования. В то же время, Г.С.Поспелов четко обозначил различия между рассматриваемыми двумя областями: с позиций ИИ, где развивается формализация семантических категорий, математические модели системного анализа и исследования операций представляют собой модели синтаксического уровня. Иными словами, содержательный смысл в эти модели привносит пользователь, решающий на их основе задачи планирования и управления.

Классическим примером современного использования методов системного анализа в ИИ служит формальное представление онтологий с помощью графов и деревьев, реляционных и алгебраических систем, например, в виде $ONT = \langle C, R, \Omega \rangle$, где C – множество понятий, R – множество отношений между понятиями, Ω – множество операций над этими понятиями и/или отношениями.

Следует также отметить, что Г.С.Поспелов стал основоположником общей концепции развития ИИ как теории комплексного диалогового интерфейса «человек- компьютер» и одним из первых в нашей стране приступил к исследованию и разработке проблем распределенного искусственного интеллекта в планировании, проектировании и управлении [2]. Сегодня эти исследования продолжают рядом отечественных и зарубежных научных школ в русле многоагентных систем [3].

В докладе обсуждаются принципы системного подхода в ИИ, сформулированные нами в [3,4]: 1) принцип многоуровневости интеллекта, предполагающий его изучение в иерархии взаимодействующих структур; 2) принцип многомерности интеллекта и дополнительности различных методов описания интеллектуальных процессов и систем (принцип Н.Бора применительно к исследованию и моделированию интеллекта); 3) принцип единства интеллекта и деятельности; 4) принцип выделения системных единиц интеллекта; 5) принцип приоритета процессов координации над субординацией. Особое внимание уделено принципу грануляции информации когнитивным агентом [5].

Список литературы

1. Поспелов Г.С. Системный анализ и искусственный интеллект// Proceedings of International Conference on Artificial Intelligence and Information-Control Systems of Robots (Smolenice, June 30-July 4, 1980). P.1-24.
2. Поспелов Г.С., Ириков В.А., Курилов А.Е. Процедуры и алгоритмы формирования комплексных программ. – М.: Наука, 1985.
3. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям. – М.: Изд-во УРСС, 2002.
4. Тарасов В.Б. О системно-организационном подходе в искусственном интеллекте// Сборник научных трудов VI-й международной конференции «Знания-диалог-решение» (KDS-97, Ялта, 15-20 сентября 1997г.). Т.1. С.57-69.
5. Тарасов В.Б. Грануляция информации: основа мыслительных процессов и предпосылка создания интеллектуальных систем новых поколений// Подходы к моделированию мышления/ Под ред. В.Г.Редько. – М.: Изд-во УРСС, 2014.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЕМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Титов А.В.

*Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Россия, 105118, г.Москва, 3-я ул. Соколиной горы 1-110
Тел: (495) 779-03-79, E-mail: a.v.titov@mail.ru*

Моделирование процессов управления сложными объектами и прогнозирование их развития сталкивается с трудностями связанными с тем, что признанные классическими методы формального моделирования не всегда эффективны при описании динамики развития таких объектов.

К способам повышения степени эффективности моделей сложных объектов и процессов можно отнести «мягкое моделирование».

Мягкие модели могут оказаться полезным инструментом для моделирования сложных объектов, поскольку на основе использования мягких моделей, можно, делать выводы для целого ряда жестких моделей, получаемых с помощью исходной мягкой модели путем вариации значений коэффициентов модели, что, может отражать изменение степени весомости параметров влияющих на оценку состояния объекта описания. В частности, при изменении коэффициентов модели экспоненциальный рост может меняться в определенных «точках перегиба» на более медленный.

Эвристические модели применяются в задачах прогнозирования и управления развитием объектов при невозможности строгой формализации их описания и основаны на использовании интуитивных представлений специалистов-экспертов.

Эвристические модели основаны, в частности, на использовании интуитивно «ясного» критерия качества и правдоподобных рассуждениях о способах достижения его максимальных значений.

Для описания динамики состояний сложных объектов и перехода их в новые фазовые состояния полезными могут оказаться фрактальные модели в их сочетании с нечеткими и эвристическими моделями. В частности параметры модели развития: $Z_{n+1} = K(t)Z_n + C(t)$ могут иметь не только сложную структуру и нечеткий характер, но и обладать динамическими свойствами как в «мягких» моделях В.И. Арнольда.

Суть описания динамики развития состояний объекта управления в их **подобии** некоему исходному эталонному образу, т.е. в описании процесса самоподобия и определения зоны его устойчивости.

При моделировании состояний сложных объектов мы можем сталкиваться с ситуациями, в которых нарушаются законы классической формальной логики с законами исключенного третьего и противоречия. Следовательно, моделирование объектов сложной природы требует привлечения формальных методов моделирования основанных на разных типах логики. Адекватность выбранного метода формального моделирования во многом определяется пониманием взаимосвязи между формальными системами с различным типом логики.

Можно показать, что при определенных условиях тип логического исчисления связан со структурой, на которой принимает значение оценка формул этого исчисления [1].

Список литературы

1. А.В.Титов. К проблеме математического моделирования задач управления и прогнозирования развитием сложных систем.// Управление развитием крупномасштабных систем. Труды шестой международной конференции. Том2. –М.: ИПУ РАН 2012, сс.298-307.

**СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ЗАВИСИМОСТИ
ТИПА ЛОГИЧЕСКОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ОТ СТРУКТУРЫ ОЦЕНКИ**

Титов А.В.

Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

МГТУ им. Н.Э.Баумана

Россия, 105118, г.Москва, 3-я ул. Соколиной горы 1-110

Тел: (495) 779-03-79, E-mail: a.v.titov@mail.ru

Модели задач управления и прогнозирования динамики развития сложных систем, основанные на использовании классической логики с законами исключенного третьего и противоречия, в частности, булевой логики имеют ограниченную область использования. К попыткам преодоления этого ограничения и расширения области моделирования на объекты и системы высокой степени сложности можно отнести использование многозначной и нечеткой логики.

Однако как показано в [1], при использовании указанных логических исчислений нарушается принцип сохранения структуры в оценке как отображении (морфизме) алгебры логики на структуру значений оценки.

Например, в известном варианте многозначной пропозициональной логики в качестве значений истинности вместо двухэлементной булевой алгебры $\{0,1\}$ рассматриваются значения истинности из множества чисел $0 \leq x \leq 1$, на котором не сохраняется структура булевой алгебры. В результате при $\varphi(A)=1/2$ имеем $\varphi(A \vee \neg A)=1/2$, что плохо согласуется с интуицией.

Предлагается подход к разрешению возникшей «ситуации» на пути рассмотрения оценок как функторов сохраняющих дополнительную структуру.

В [2] показано, что в обобщенной форме силлогизмы логики Аристотеля могут быть выражены на языке импликативных решеток. В частности, фигура силлогизма

$A(M,P)$

$A(S,M)$

$A(S,P)$ на языке импликативных решеток принимает вид: $(S \Rightarrow M) \cap (S \Rightarrow M) \leq S \Rightarrow P$.

В этом случае рассмотрение оценок со значением на импликативных решетках позволяет проводить классификацию логических исчислений в зависимости от вида решетки. В частности, оценка на импликативной решетке с псевдодополнением и псевдоразностью позволяет индуцировать Н-В логическое исчисление [3]. В [1] показано, что аксиомы Н-В логики могут быть получены из свойств псевдобулевой алгебры и свойств алгебры двойственной псевдобулевой, при условии, что операции \rightarrow, \div Н-В логики $\langle A, \cap, \cup, \rightarrow, \div, \neg, \neg, \neg, 0, 1 \rangle$ интерпретируются на алгебре значений оценки $\langle A, \cap, \cup, \rightarrow, \div, \neg, \neg, 0, 1 \rangle$ как псевдодополнение (\Rightarrow) и псевдоразность (\div), соответственно, а два вида отрицания \neg и \neg , как \cap -дополнение: $\neg a = a \Rightarrow 0$, и \cup -дополнение $\neg a = 1 \div a$.

В описанном подходе рассматривались отображения алгебры формул на алгебру значений оценки, являющиеся гомоморфизмами, что оправдано в случае, когда областью прибытия отображения является семейство подмножеств без дополнительной структуры. Обобщением этого подхода на случай алгебры оценок с дополнительной структурой может служить подход, основанный на использовании теоретико-категорного представления.

Список литературы

1. А.В.Титов. Диалектика в развитии типов логических исчислений на основе структур значений оценки.-М.: URSS, 2014.
2. А.В.Титов. О зависимости типа логического исчисления от структуры оценки//Седьмые смировские чтения по логике. Материалы международной научной конференции.-М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2011.- сс.34-35
3. В.Л. Васюков. «Категорная логика».-М. АНО Институт логики. 2005.-194 с.

В.Ф. Хорошевский

ВЦ РАН

Россия, 119333, Москва, Вавилова 40

Тел.: (499) 135-61-93, E-mail: khor@ccas.ru

В настоящее время наукометрия и библиометрия становятся «горячими точками», где пересекаются интересы специалистов, работающих в различных областях науки и техники, менеджеров, занятых управлением наукой, и государства, заинтересованного в эффективном использовании средств, отпускаемых на развитие новых научных направлений. При этом для оценки ситуации в той или иной области, как правило, используются статистические методы библиометрического и (реже) наукометрического анализа публикаций [1, 2], которые далеко не всегда адекватны задачам построения действительно информативных карт науки.

Вместе с тем, в рамках научного направления «Искусственный интеллект» [3] уже давно разрабатываются и используются достаточно мощные методы анализа данных, с одной стороны, и методы извлечения информации из текстов на естественных языках – с другой, которые могут быть с успехом использованы для наукометрии [4, 5]. Как представляется, совместное использование этих методов может дать значимые и семантически интерпретируемые результаты в области построения карт научно-технических направлений.

Учитывая вышесказанное, в настоящем докладе обсуждаются вопросы построения карты научного направления «Искусственный интеллект» (ИИ), сформированной на основе анализа публикаций, представленных в российских научных журналах.

Список литературы

1. Shibata N., Kajikawa Yu., Takeda Y., Matsushima K.: Detecting emerging research fronts based on topological measures in citation networks of scientific publications, *Technovation*, Vol. 28, Issue 11, November 2008, pp. 758–775 (2008).
2. Erdi P., Makovi K., and et al. Prediction of emerging technologies based on analysis of the US patent citation network. *Scientometrics*, 2013, 95 (1), pp. 225-242 (2013).
3. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. М., Наука, 1988.
4. Хорошевский В.Ф., Извлечение информации из текстов на конференциях серии ДИАЛОГ: взгляд соседа по лестничной клетке. // Труды международной конференции "Диалог 2010" М. Наука, 2010.
5. Efimenko I., Khoroshevsky V. New Technology Trends Watch: an Approach and Case Study. In: Proc. of AIMSA-2014.

Алфавитный указатель авторов

А

| | |
|------------------------|-----------------|
| Абрамов А.П. | 13 |
| Аверкин А.Н. | 114 112 |
| Агасандян Г.А. | 98 99 100 |
| Алексеева Е.И. | 101 |
| Алескеров Ф.Т. | 72 |
| Апраушева Н.Н. | 88 116 |
| Арсеньев-Образцов С.С. | 49 |
| Архипов Б.В. | 50 |
| Асадуллин М.Р. | 14 |

Б

| | |
|-----------------|-----|
| Байрамов О.Б. | 102 |
| Белотелов Н.В. | 51 |
| Бирюкова П.А. | 83 |
| Бондаренко А.С. | 73 |
| Бродский Ю.И. | 52 |
| Бушенков В.А. | 74 |
| Быков Н.В. | 53 |

В

| | |
|------------------|----|
| Васильев С.Б. | 15 |
| Васьковская Т.А. | 93 |
| Васянин В.А. | 84 |
| Ващенко М.П. | 15 |
| Володин Д.В. | 93 |
| Воротынцев А.В. | 54 |
| Вржещ В.П. | 17 |
| Вышинский Л.Л. | 67 |

Г

| | |
|------------------|------------|
| Гаврилова Т.А. | 117 |
| Гасанов И.И. | 102 105 |
| Гасников А.В. | 73 |
| Гималтдинов И.Ф. | 94 |
| Голиков А.И. | 75 |
| Гончар Д.Р. | 55 56 |
| Горбушин А.А. | 81 |
| Горелов М.А. | 18 |

Д

| | |
|---------------|------------------|
| Дикусар В.В. | 19 |
| Дмитриев М.Г. | 20 |
| Дулин С.К. | 89 118 114 |
| Дэмбэрэл С. | 57 |

Е

| | |
|----------------|------------|
| Евтушенко Ю.Г. | 76 |
| Ерешко А.Ф. | 103 104 |
| Ерешко Ф.И. | 105 |

Ж

| | |
|-------------|----|
| Жадан В.Г. | 77 |
| Жукова А.А. | 21 |

З

| | |
|-----------------|----|
| Завадский Г.А. | 22 |
| Захарченко П.В. | 58 |

| | | | |
|-----------------------|-----|----------------------|-----|
| <u>К</u> | | | |
| Каменев Г.К. | 78 | Огарков С.А. | 64 |
| Киселев В.Г. | 106 | Оленев Н.Н. | 19 |
| Клемашев Н.И. | 23 | | 29 |
| Кобринский Б.А. | 119 | | 32 |
| Коваленко О.Г. | 49 | | 33 |
| <u>Кононенко А.Ф.</u> | 24 | | 57 |
| Кореков А.В. | 38 | | 65 |
| Королёв О.Л. | 25 | Ораббаев Е. | 15 |
| Костюк Ф.В. | 59 | Осипов Г.С. | 120 |
| Кудрявцев Д.В. | 117 | Остапов В.А. | 33 |
| Кукушкин Н.С. | 26 | | |
| Кусый М.Ю. | 27 | <u>П</u> | |
| | | Паламарчук Е.С. | 34 |
| <u>Л</u> | | Петров А.П. | 20 |
| Лотов А.В. | 7 | Петропавловский С.В. | 107 |
| Люлякин О.П. | 60 | Печенкин Р.В. | 65 |
| | | Пильник Н.П. | 15 |
| <u>М</u> | | | 35 |
| Мадера А.Г. | 79 | Поносов А.А. | 61 |
| Малахов Д.И. | 28 | Поспелов И.Г. | 21 |
| Мартышевский И.А. | 61 | Поспелова Л.Я. | 36 |
| Матвеев В.Д. | 29 | Посыпкин М.А. | 76 |
| | 62 | | |
| Меньшиков И.С. | 30 | <u>Р</u> | |
| Михайлов А.П. | 20 | Рычков С.Л. | 50 |
| Молчанов Е.Г. | 31 | Рязанов В.В. | 37 |
| Мохонько Е.З. | 80 | | |
| Мячин А.Л. | 72 | <u>С</u> | |
| | | Санникова И.В. | 17 |
| <u>Н</u> | | Саранча Д.А. | 60 |
| Нестеренко Е.А. | 53 | | 66 |
| Никулин В.Н. | 81 | Саркисов В.Г. | 108 |
| | | Сигал А.В. | 82 |
| <u>О</u> | | Симонов П.М. | 14 |
| Овсянников Л.Л. | 63 | | 38 |
| | | | 39 |
| | | Солбаков В.В. | 50 |

| | |
|----------------|-----|
| Соловьев М.Б. | 50 |
| Сорокин С.В. | 88 |
| | 116 |
| Станкевич И.П. | 40 |
| Сытов А.Н. | 104 |
| | 109 |

Т

| | |
|----------------|-----|
| Танган А.С. | 8 |
| Тарасов В.Б. | 121 |
| Титов А.В. | 90 |
| | 91 |
| | 122 |
| | 123 |
| Токарев В.В. | 83 |
| Трацеев Р.В. | 66 |
| Трофимчук А.Н. | 84 |

Ф

| | |
|------------------|-----|
| Федоров А.В. | 41 |
| Флёров Ю.А. | 67 |
| Флёрова А.Ю. | 42 |
| Фуругян М.Г. | 55 |
| Хорошевский В.Ф. | 114 |
| | 124 |

Ц

| | |
|-------------|----|
| Цурков В.И. | 85 |
|-------------|----|

| | |
|--------------|-----|
| Цыбатов В.А. | 43 |
| | 68 |
| Цынков С.В. | 107 |

Ч

| | |
|---------------|----|
| Чернецов А.М. | 65 |
| Чуканов С.В. | 44 |

Ш

| | |
|------------------|-----|
| Шананин А.А. | 9 |
| | 15 |
| | 23 |
| | 31 |
| | 36 |
| Шапочкин Д.А. | 50 |
| Шатров А.В. | 10 |
| | 29 |
| | 50 |
| Швыдун С.В. | 86 |
| Шевченко В.В. | 24 |
| | 69 |
| Шимановский Д.В. | 45 |
| Широков Н.И. | 67 |
| Шульц М.Н. | 39 |
| Эрлих А.И. | 114 |

Ю

| | |
|-----------------|----|
| Юрезанская Ю.С. | 56 |
| | 60 |