



*ВОСЬМЫЕ КУРДЮМОВСКИЕ ЧТЕНИЯ:*

**СИНЕРГЕТИКА  
В ЕСТЕСТВЕННЫХ  
НАУКАХ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ  
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ  
НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ДЛЯ МОЛОДЕЖИ**

*18 – 22 апреля 2012 г.  
Тверь*

ТВЕРЬ 2012

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова»

Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН

ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет»

ФГБОУ ВПО «Тверской государственный технический университет»

Центр «Стратегии динамического развития» им. С. П. Курдюмова

Межрегиональная общественная организация «Женщины в науке и  
образовании»

Тверское региональное отделение межрегиональной общественной организации  
«Женщины в науке и образовании»

***ВОСЬМЫЕ КУРДЮМОВСКИЕ ЧТЕНИЯ***  
**«СИНЕРГЕТИКА В ЕСТЕСТВЕННЫХ**  
**НАУКАХ»**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ**  
**МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ**  
**НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ НАУЧНОЙ**  
**ШКОЛЫ ДЛЯ МОЛОДЕЖИ**

*18 – 22 апреля 2012 г.*

*Тверь 2012*

***ТВЕРЬ 2012***

УДК 5 (082)  
ББК Бв 8629я431  
С38

Редакционная коллегия:

проф. Лапина Г.П. (ответственный редактор),  
проф. Малинецкий Г.Г.,  
проф. Ризниченко Г.Ю.,  
проф. Чернавский Д.С.,  
доц. Борисова Е.В.  
асс. Козловская Ю.В. (ответственный секретарь)

**С38 Восьмые Курдюмовские чтения «Синергетика в естественных науках»:** материалы Международной междисциплинарной научной конференции с элементами научной школы для молодежи / Ответственные за выпуск: Г. П. Лапина, Ю. В. Козловская. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2012. – 384с.

ISBN 978-5-7609-0738-7

В сборнике содержатся материалы докладов, представленных на конференцию по следующим направлениям:

- синергетика в математике и математическом моделировании;
- синергетика в физике;
- моделирование динамических систем в химии, биологии, экологии;
- моделирование социально-экономических процессов;
- синергетика в гуманитарном и естественно-научном образовании.

Сборник представляет интерес для научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов вузов.

Материалы докладов издаются в авторской редакции.

УДК 5 (082)  
ББК Бв 8629я431

ISBN 978-5-7609-0738-7

© Авторы статей, 2012  
© Тверской государственный университет, 2012

## **Организаторы конференции:**

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
Тверской государственный университет  
Тверской государственный технический университет  
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН (г. Москва)  
Центр «Стратегии динамического развития» им. С.П. Курдюмова  
Межрегиональная общественная организация «Женщины в науке и образовании»  
Тверское региональное отделение межрегиональной общественной организации «Женщины в науке и образовании»

### **Оргкомитет:**

А.В. Белоцерковский – **Председатель**, д.ф.-м.н, профессор, ректор ТвГУ  
Г.Ю. Ризниченко – **Сопредседатель**, д.ф.-м.н., профессор МГУ, председатель правления МОО «Женщины в науке и образовании»  
Г.Г. Малинецкий – **Сопредседатель**, д.ф.-м.н., профессор, зам. директора Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН  
Г.А. Толстихина – **Сопредседатель**, д.ф.-м.н., профессор, проректор по научной работе ТвГУ  
Л.Н. Скаковская – **Сопредседатель**, д.ф.н. профессор, проректор по учебно-воспитательной работе ТвГУ  
В.С. Курдюмов – **Сопредседатель**, зам. ген. директора Института экономических стратегий РАН  
С.М. Дементьева – **Сопредседатель**, декан биологического факультета ТвГУ

### **Программный комитет:**

И.Р. Бугаян, О.В. Губарь, И.С. Гудович, И.С. Емельянова, Е.А.Солодова, Г.В. Киотина, Е.Н. Князева, В.А. Кузнецова, В.С.Курдюмов, И.В. Мельникова, Н.И. Мерлина, О.А. Плечова, Д.С. Чернавский, Е.С. Никитина, Т.В.Потапова, А.С. Слепнев, Ф.А. Сурков, Н.Д. Гернет (Украина), Л.И.Дюженкова (Украина), И.И. Ковтун (Украина), И.Н. Катковская (Беларусь), Д.С. Чернавский, S. Rauche (Франция), L. Thurne (Швеция)

**Локальный комитет:** Л.В. Белкина, Е.В. Борисова (**Сопредседатель**), Е.Г. Виноградова, Ю.В. Козловская (**Секретарь**), Г.П. Лапина (**Председатель**), П.С. Лихуша, Д.А. Чумакова, П.И. Галат, А.В. Изотова.

Настоящая конференция проводится на средства РФФИ (проект № 12-06-06809\_моб\_г).

Дополнительную информацию о проведении конференции можно получить:  
по тел. (4822) 58-52-53 Лапина Галина Петровна

Козловская Юлия Владимировна

E-mail: [sinergetika-tver@yandex.ru](mailto:sinergetika-tver@yandex.ru)

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТРУДОВОЙ МИГРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ ТИПА «РЕСУРС-ПОТРЕБИТЕЛЬ»

М.Ю. Хавинсон, М.П. Кулаков, С.Н. Мищук

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
Биробиджан, Россия*

*E-mail: [havinson@list.ru](mailto:havinson@list.ru), [k\\_matvey@mail.ru](mailto:k_matvey@mail.ru), [svetamic79@mail.ru](mailto:svetamic79@mail.ru)*

Задача прогнозирования в современной экономике решается с помощью моделирования, в частности экономико-математических методов. Совершенствование научного инструмента эконометрического моделирования позволило перейти от анализа и прогнозирования отдельных аспектов развития экономики к построению структурированных моделей типа RIM и QUMMIR, в рамках которых рассматриваются блоки занятости, безработицы и миграции [1]. Отдельного внимания в исследованиях рынка труда и миграционных процессов заслуживают экономические приложения моделей математической физики и биологии, позволяющие описать поведение сложных систем с позиций нелинейной динамики [2-5].

Реализуемые нами подходы моделирования базируются на принципе парных взаимодействий, который впервые был применен в химической кинетике [6] и популяционной биологии [7], а в современной науке успешно используется в социально-экономических науках [8]. Применительно к рынку труда модели типа «ресурс-потребитель» использованы А.Г. Коровкиным для изучения согласования спроса и предложения рабочей силы [9]. В настоящем исследовании рассматривается динамика численности занятого населения, международных трудовых мигрантов и безработного населения в регионе.

При построении уравнений модели взаимодействия местной и иностранной рабочей силы приняты следующие допущения:

- численность занятых линейно пополняется в зависимости от самой численности занятых и от численности безработных (ежегодно некоторые безработные становятся трудоустроенными);
- взаимодействие местной и иностранной рабочей силы оказывает влияние на динамику занятости местного и иностранного населения на территории региона;
- численность местных и иностранных рабочих без взаимного влияния растет по логистическому закону (ограниченный рост, характеризующийся высокими темпами при малой численности и низкими при большой численности);
- для местных и иностранных занятых характерен эффект мальтузианской ловушки (рост численности населения опережает экономический рост).

Уравнения динамической системы имеют следующий вид:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = b_1x - a_1xy + c_1z - k_1x^2 \\ \frac{dy}{dt} = b_2y - a_2xy - k_2y^2 \\ \frac{dz}{dt} = b_3x - c_2z \end{cases},$$

где  $x$  – численность местных занятых,  $y$  – численность иностранной рабочей силы,  $z$  – численность безработных,  $t$  – переменная времени,  $a_1$ ,  $a_2$  – коэффициенты социальных взаимодействий,  $b_1$ ,  $b_2$  – коэффициенты роста численности местных и иностранных занятых,  $c_1$  – коэффициент трудоустройства безработных,  $k_1$ ,  $k_2$  – коэффициенты, описывающие эффект мальтузианской ловушки,  $b_3$  – коэффициент безработицы,  $c_2$  – коэффициент сокращения безработицы.

В результате численно-аналитического исследования модели получены следующие содержательные результаты:

– взаимодействие занятого населения и трудовых мигрантов может привести возникновению колебаний занятости;

– активное привлечение трудовых мигрантов может спровоцировать усиление колебаний численности занятого и безработного населения;

– в некоторых случаях затухающие колебания численности занятого населения и иностранной рабочей силы легко устранимы, например, с помощью небольшого изменения сальдо миграции трудоспособного населения;

– при дефиците трудовых ресурсов иностранные партнеры могут потерять интерес к работе в регионе либо будут поддерживать ресурсное направление освоения области, постепенно превращая ее территорию в сырьевой придаток.

Модельные уравнения применены для описания динамики взаимодействия местных занятых и китайских рабочих в ЕАО [10]. Для области выявлена связь между колебаниями численности занятых  $x$  и китайской рабочей силы  $y$  (по данным 2001-2009 гг. коэффициент корреляции между  $x$  и  $y$  составил – 0,79). Наличие связи между этими колебаниями дает основание применять модель для описания динамики данных показателей.

Коэффициенты модели оценены взвешенным методом наименьших квадратов: в среде MathCad минимизировался квадрат отклонений фактических данных от соответствующих точек интегральных кривых системы. При варьировании начальных приближений параметров решения оказались достаточно неоднозначными: по имеющемуся ряду данных невозможно получить единственную оценку параметров. Всевозможный перебор начальных приближений параметров системы позволил выделить

три принципиально разные группы сценариев динамики численности занятых, иностранной рабочей силы и безработных в ЕАО (рис.).

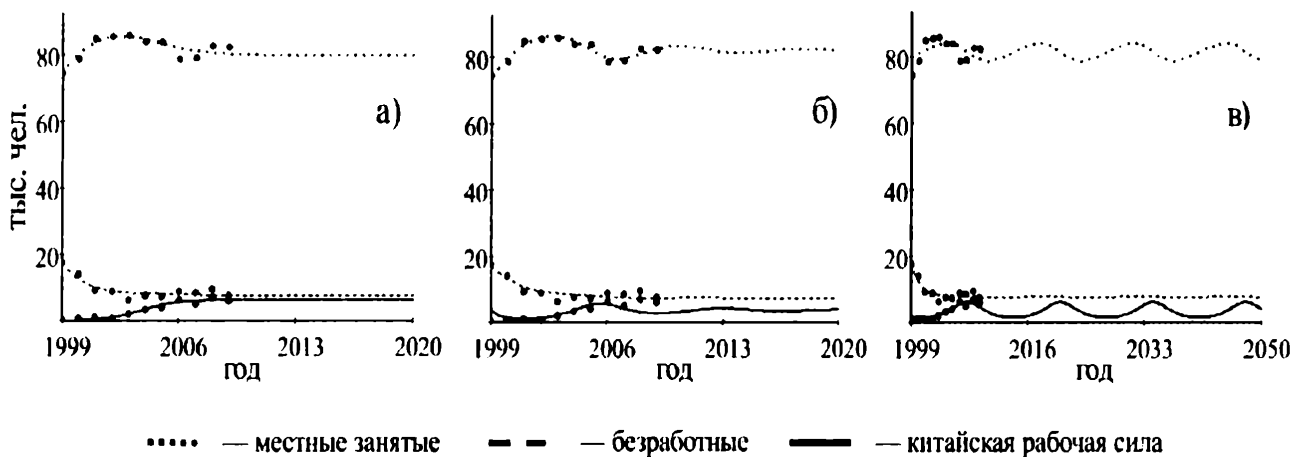


Рис. Стационарный (а), колебательный (б) и периодический (в) сценарии динамики численности местных занятых, китайской рабочей силы и безработных в ЕАО

Стационарный сценарий предполагает переход к постоянной численности местных и иностранных занятых. В экономике области наступает равновесное состояние, квоты на иностранную рабочую силу постоянны и заполняются полностью.

Колебательный режим устанавливается в ситуации, во-первых, более ограниченного воспроизводства трудовых ресурсов (сильнее социально-экономическая напряженность в области, в частности, на рынке труда), во-вторых, большего объема привлекаемой иностранной рабочей силы. Квоты на иностранную рабочую силу меняются, но всегда набираются полностью.

Периодический сценарий может реализоваться в случае крайне ограниченного воспроизводства трудовых ресурсов и неэффективности управленческих решений. Циклические колебания объясняются демографическими волнами, которые не гасятся должным восполнением трудовых ресурсов.

Исходя из экономической ситуации в ЕАО, наиболее вероятным следует признать стационарный сценарий с наибольшей численностью трудовых мигрантов.

Описанная в настоящей работе модель позволяет более тонко подойти к прогнозированию и возможностям управления численностью трудовых мигрантов на региональном рынке труда. Исследование предложенной системы дифференциальных уравнений показывает, что границы изменения типов устойчивости особых точек часто нетривиальны, а, следовательно, прогноз и управление численностью иностранных граждан в регионе не сводится лишь к простому определению квот.

Материал подготовлен в рамках выполнения совместного проекта фундаментальных исследований 12-С-7-1007 «Факторы и механизмы акселерации социально-экономического развития регионов России» и проекта РГНФ 11-12-79003а/Т.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская межотраслевая модель // Сайт Лаборатории среднесрочного прогнозирования воспроизводственных процессов ИНП РАН. URL: <http://www.macroforecast.ru/> (дата обращения: 15.01.2012).
2. Эконофизика. Современная физика в поисках экономической теории / Под ред. В.В. Харитонова и А.А. Ежова. М.: МИФИ, 2007. 624 с.
3. Cockshott W.P., Cottrell A.F. Classical econophysics. Routledge, 2009. 364 p.
4. Орлов Ю.Н., Суслин В.М. Кинетический подход к описанию нелинейных демографических процессов. Препринт ИПМ № 47. Москва, 2001. 29 с.
5. Хавинсон М.Ю., Кулаков М.П. Математическая модель конкурентных отношений разновозрастных специалистов на региональном рынке труда (на примере Еврейской автономной области) // Региональные проблемы. 2009. № 11. С. 5-12.
6. Жаботинский А.М. Концентрационные автоколебания. М.: Наука, 1974. 179 с.
7. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование / Перевод с французского О.Н. Бондаренко, под редакцией Ю.М. Свирижева. М.: Наука, 1976. 288 с.
8. Короновский А.А., Трубецков Д.И. Нелинейная динамика в действии: Как идеи нелинейной динамики проникают в экологию, экономику и социальные науки. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2002. 324 с.
9. Коровкин А.Г. Динамика занятости и рынка труда. Вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования. М.: МАКС-Пресс, 2001. 320 с.
10. Мищук С.Н., Кулаков М.П., Хавинсон М.Ю. Иностранная рабочая сила на рынке труда Еврейской автономной области: анализ и прогноз // Проблемы Дальнего Востока. 2011. № 3. С. 111-116.



## СОДЕРЖАНИЕ

### Пленарные доклады

1. Р.Г. Баранцев	6
2. В.Э. Войцехович	9
3. А.Н.Кудинов, В.П.Цветков	12
4. Г.Г. Малинецкий	20

### Секция 1. Синергетика в математики и математическом моделирование

1. А.А. Алифов.	52, 54
2. А.Н. Балашов	54
3. В. В. Благовидов	55
4. Н.Н. Брушлинская	59
5. И.И. Ковтун, М.Н. Феллер	64
6. Лиманова Н.И., Журавлев Е.Ю., Жаренов Е.А., Мамзин Е.А.	68
7. Н.А. Митин, А.В. Подлазов, Д.П. Щетинина	72
8. Прогулова Т.Б., Власова Е.Д.	73
9. А.А. Сафонов	77
10. Ю.В. Чемарина	79

### Секция 2. Синергетика в физике

1. А.Б. Адилова, А.И. Кузнецов, А.В. Савин	83
2. В.Л. Барабанов	86
3. В.Е. Баранов, В.Г. Макарян	90
4. И.Л. Батаронов, В.В. Дежин	93
5. Е.В. Голубева, Ю.В. Чемарина	96
6. О.Б. Дементьева	100
7. С.Д. Захаров, Nguyen Hung Son	104
8. А. В. Коганов	105
9. А.А. Козлов	109
10. М. Е. Мазуров	113
11. Т.А. Ракчеева	117
12. Н.Ю. Сдобняков, А.С. Антонов, Т.Ю. Зыков, Д.Н. Соколов, Е.А. Воронова, О.В. Михайлова	120

### Секция 3. Моделирование динамических систем в химии, биологии, экологии, медицине

1. Ю.М. Апонин, Е.А. Апонина	124
2. Балькина Ю.Е., Колпак Е.П.	127
3. Л.А. Битюцкая, Т.В. Куцельк	130
4. В.А. Брынцев	134
5. Л.Ю. Васильева, И.А. Касперская, Е.Ю. Романова	139
6. Л.Ю. Васильева, Т.А. Федотова, М.М. Овчинников, В.С. Клочков	141
7. В.И. Ветохин, А.Г. Гетьман, Н.В. Белицкая	143

8.	Е.А. Горобец, С.И. Ушаков	147
9.	А.А. Гриневич, А.А. Рясик	148
10.	И.В. Измайлов, И.И. Колесникова, Б.Н.Пойзнер, Е.Е. Слядников	149
11.	Т.А. Кишко, С.И.Ушаков	153
12.	А.Н. Колобов, Е.Я. Фрисман	155
13.	Е.В. Курилова, М.П. Кулаков, М.Ю. Хавинсон, Е.Я. Фрисман	159
14.	Г.П. Лапина	161
15.	А.А. Маклакова, Н.Г. Воронько, С.Р. Деркач	164
16.	А.С. Маслаков, Т.К. Антал, Г.Ю.Ризниченко	167
17.	Л. О. Неёлова	171
18.	Т.Л. Нечаева, М.Ю. Зубова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина	172
19.	Я.А. Пинте	176
20.	Н.В. Пролётова, Е.Г. Виноградова	179
21.	З.И. Сидоркина	183
22.	Сорокина В.А., Тарасова А.И.	187
23.	В.А. Сорокина, Е.В. Смирнова, М.В. Кряжева	188
24.	Г.Л. Утенков	189
25.	М.М. Шварцман	192
26.	Л.В. Якушевич, А.А. Рясик	196

#### Секция 4. Моделирование социально-экономических процессов

1.	Ю.И. Аганин	201
2.	Н.Б. Баева	204
3.	Виноградова М.Г.	207
4.	Е.А. Губарева	209
5.	И.В. Измайлов, Б.Н. Пойзнер	212
6.	А.Т. Карчева	216
7.	А.А. Колосова, Н.В. Поплавская	220
8.	А. В. Котов	223
9.	М.В. Мусина	226
10.	Г.Ю. Паршикова, А.А.Силаев	230
11.	Н.И. Светлова	233
12.	М.Ю. Хавинсон, М.П. Кулаков, С.Н. Мищук	237

#### Секция 5. Синергетика в гуманитарном и естественнонаучном образовании

1.	Е. В. Атясова	241
2.	Е.В. Борисова	245
3.	Л.Н. Васильева	249
4.	Н.А. Винокурова, И.Н. Бабич	252
5.	О.М. Воскерчян, Л.Д. Бабакова, С.Б. Калашникова, Л.Б. Олехнович	256
6.	А. В. Ганичева	260
7.	Е.Н. Гребенюк	263
8.	Н.А. Калёнова	266
9.	Л.И. Кленина	269