

# Моделирование и исследование систем в RanD Model Designer. Примеры

Рэнд Сервис, 2010 ©

# Примеры использования Rand Model Designer

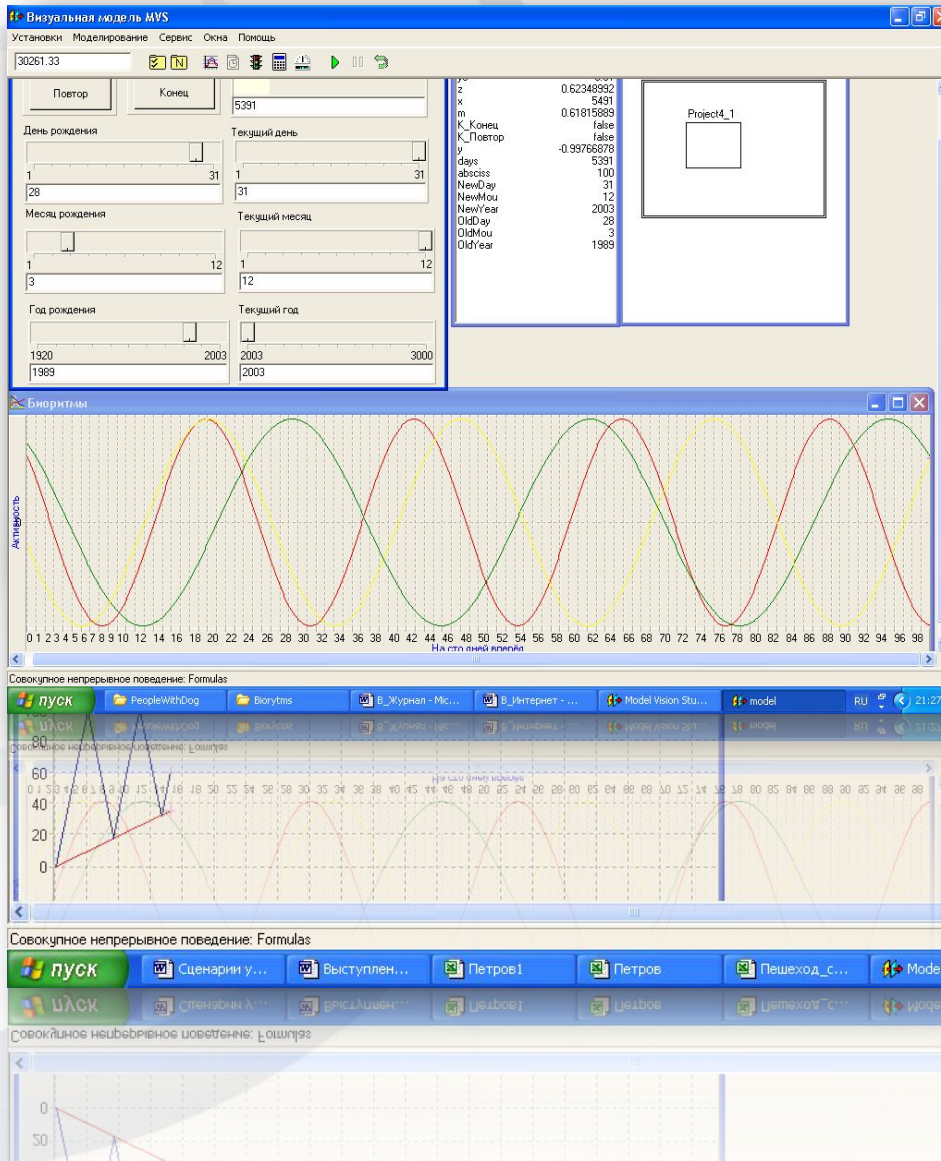
---

РАССМАТРИВАЮТСЯ ПРИМЕРЫ В СЛЕДУЮЩИХ ОБЛАСТЯХ ПО СХЕМЕ «ОТ ПРОСТОГО К СЛОЖНОМУ»:

- **УРОВЕНЬ СТАРШИХ КЛАССОВ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ**
- **УРОВЕНЬ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ**
- **УРОВЕНЬ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИНСТИТУТОВ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ КОММЕРЧЕСКИХ КОМПАНИЙ**



# Школьное образование

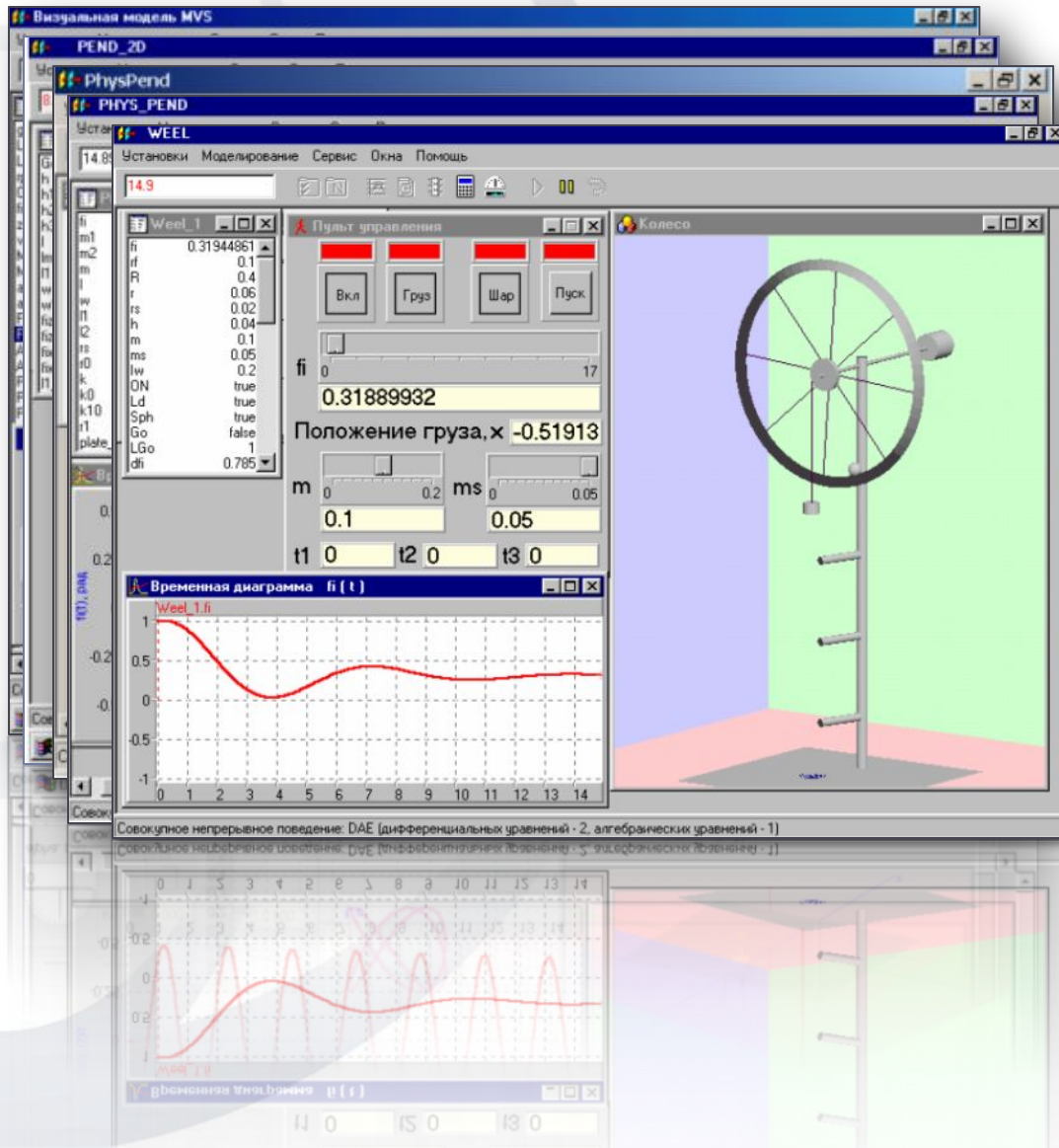


- МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ
- МОДЕЛЬ ПОЛЕТА СНАРЯДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕРТИКАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА ПУШКИ
- МОДЕЛЬ РАСЧЕТА БИОРИТМОВ

МОДЕЛИ СОЗДАВАЛИСЬ ПОД РУКОВОДСТВОМ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ **Л. НОВИКА**



# Школьное образование

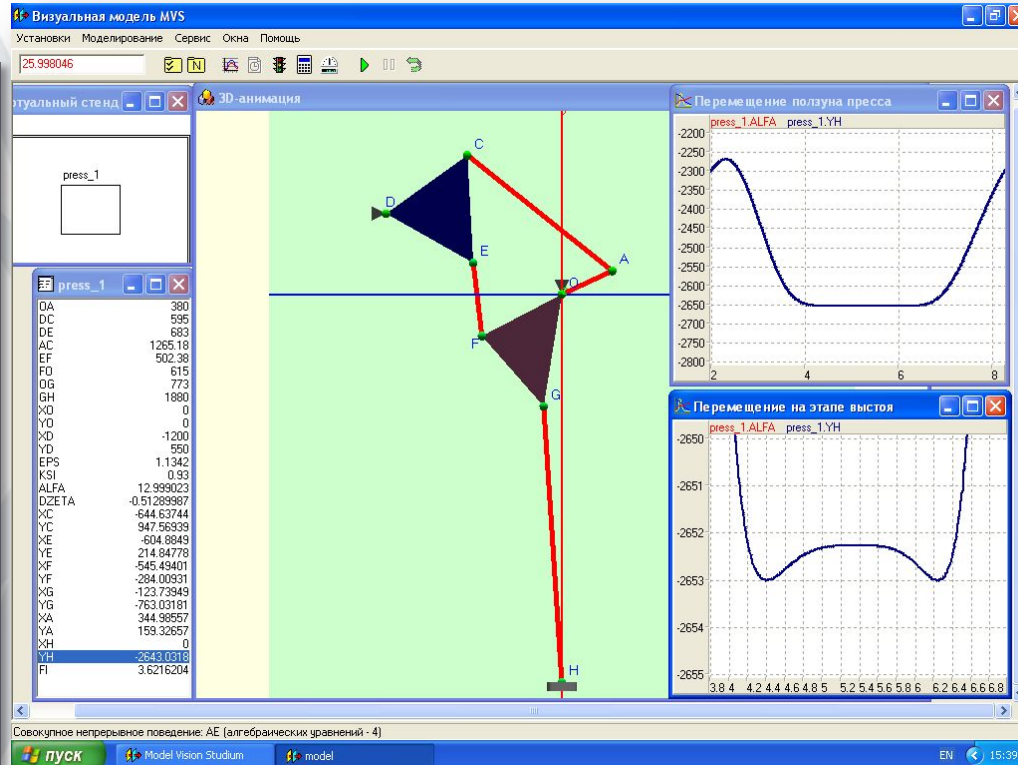
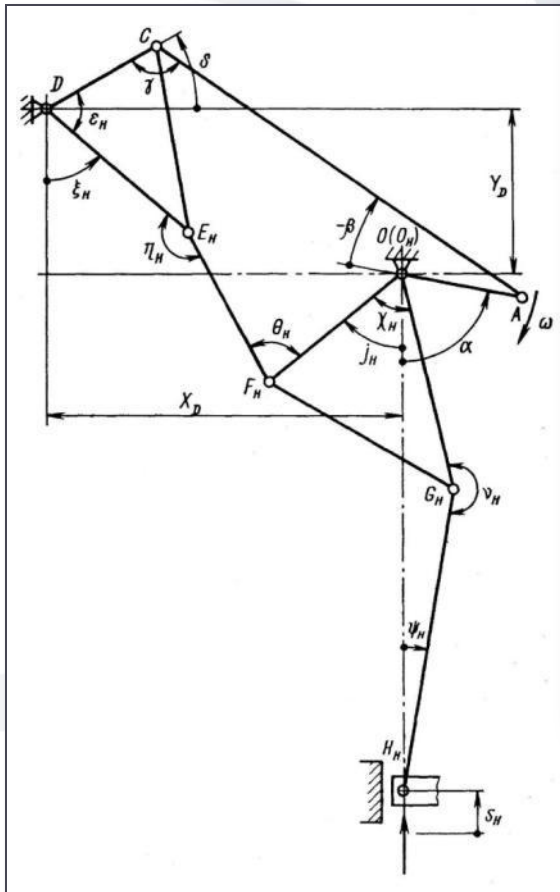


- ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ПУЛИ
- МОДЕЛИ МАЯТНИКОВ РАЗНЫХ ТИПОВ
- МОДЕЛЬ КОЛЕСА, ПРИВОДИМОГО В ДВИЖЕНИЕ ПОДВЕШЕННЫМ ГРУЗОМ

МОДЕЛИ СОЗДАВАЛИСЬ ПОД РУКОВОДСТВОМ ПРОФЕССОРА  
**С. В. БИРЮКОВА**



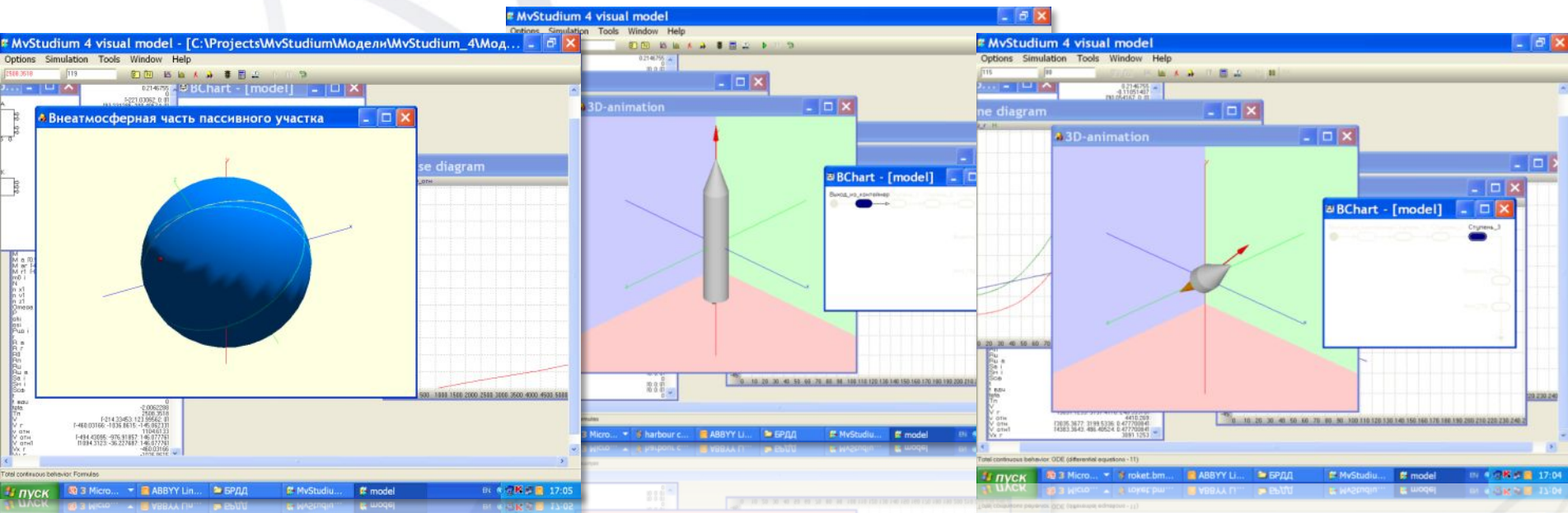
# Высшее образование



## МОДЕЛЬ ПРЕССА



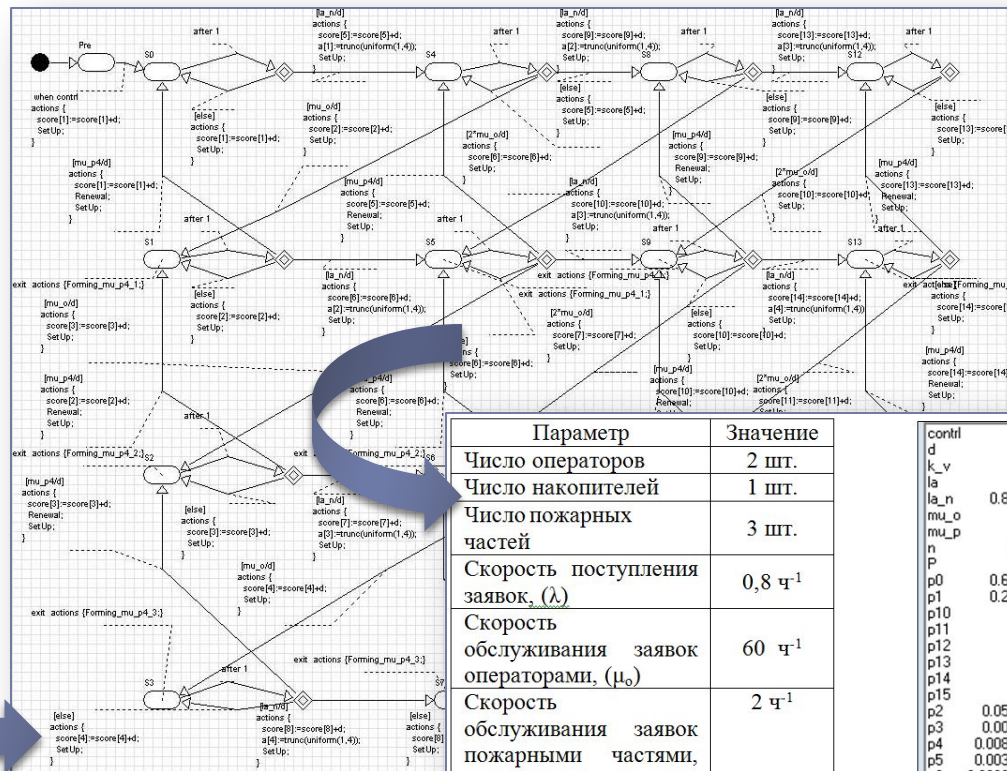
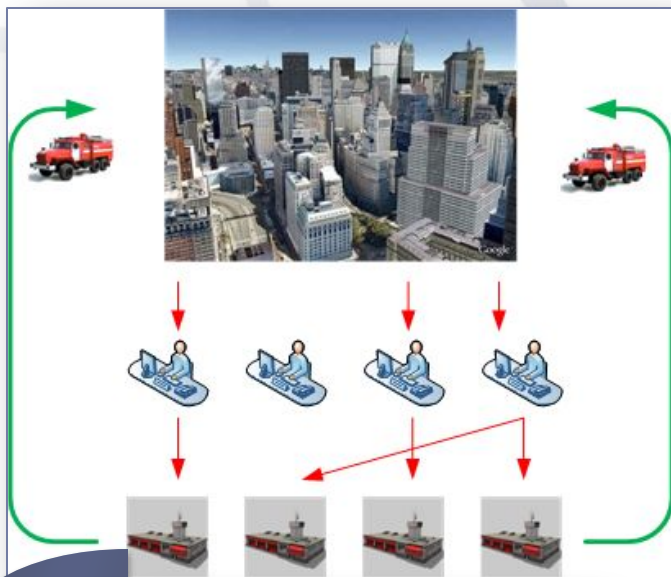
# Высшее образование



МОДЕЛЬ РАКЕТЫ И СПУТНИКА



# Научные, социологические и коммерческие исследования



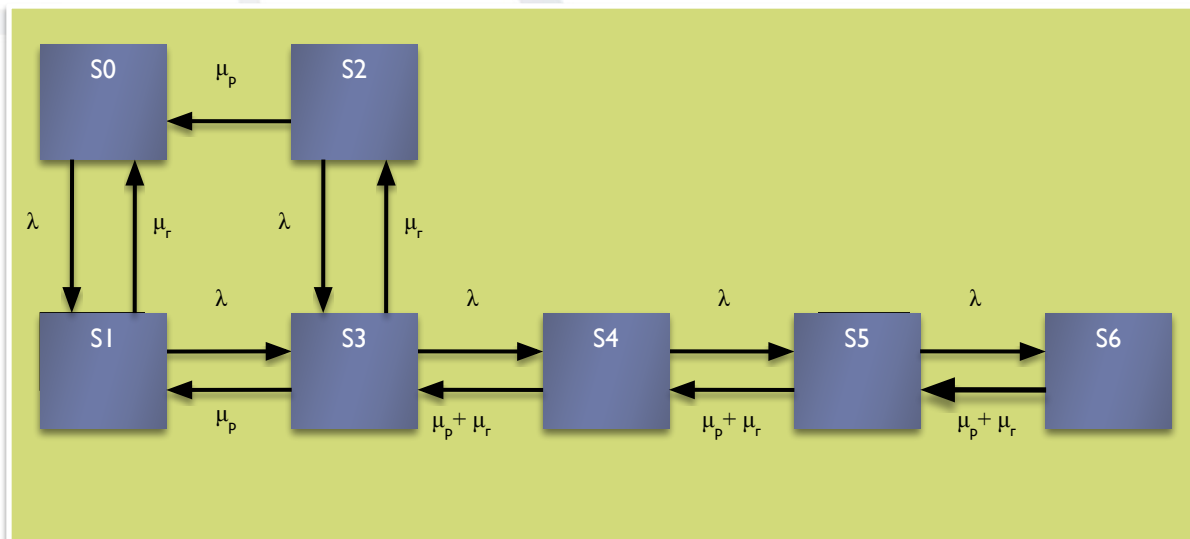
Параметр	Значение	
Число операторов	2 шт.	contl true
Число накопителей	1 шт.	d 130
Число пожарных частей	3 шт.	k_v 0.95
Скорость поступления заявок ( $\lambda$ )	0,8 ч <sup>-1</sup>	la 0.8
Скорость обслуживания заявок операторами ( $\mu_o$ )	60 ч <sup>-1</sup>	la_n 0.80143824
Скорость обслуживания заявок пожарными частями ( $\mu_n$ )	2 ч <sup>-1</sup>	mu_o 60
Кэффициент возврата ( $k_n$ )	0,95	mu_p 2
		n 1786070
		P 1
		p0 0.65565179
		p1 0.27716719
		p10 0
		p11 0
		p12 0
		p13 0
		p14 0
		p15 0
		p2 0.054079627
		p3 0.000892423
		p4 0.0082057646
		p5 0.0036392751
		p6 0.00036392751
		p7 0
		p8 0
		p9 0
		q 0.000892423

	Операторы центра обработки	Пожарные части
S0		0
S1	0	1
S2		2
S3		3
S4		0
S5	1	1
S6		2
S7		3
S8		0
S9		1
S10	2	2
S11		3
S12		0
S13		1
S14	3	2
S15		3

□ ТЕОРИЯ ОЧЕРЕДЕЙ

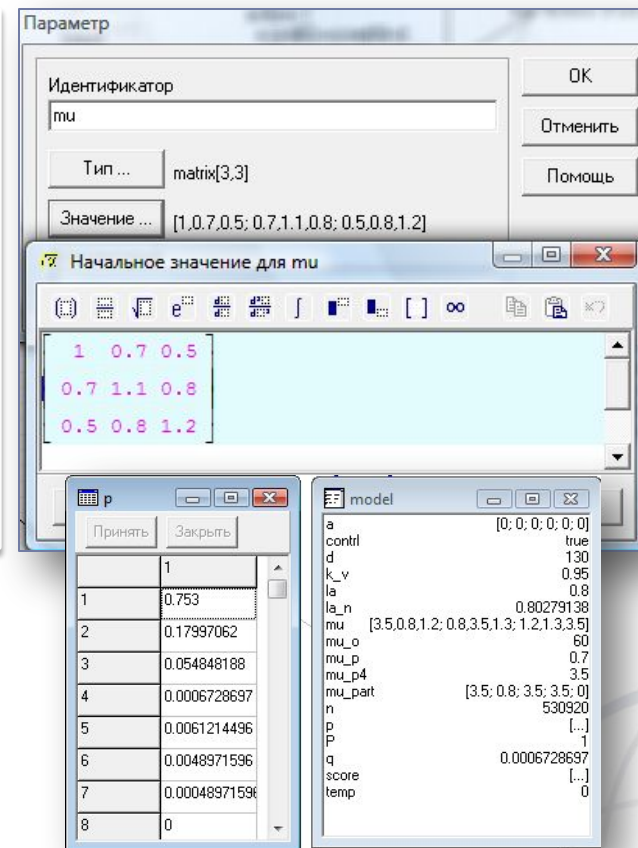


# Научные, социологические и коммерческие исследования



$$\begin{cases} 0 = -\lambda p_0 + \mu_2 p_1 + \mu_p p_2 \\ 0 = \lambda p_0 - (\lambda + \mu_2) p_1 + \mu_p p_3 \\ 0 = -(\lambda + i\mu_p) p_{2i} + \mu_2 p_{2i+1} + (i+1)\mu_p p_{2i+2} \\ 0 = \lambda(p_{2h-1} + p_{2i}) - (\lambda + \mu_2 + i\mu_p) p_{2i+1} + (i+1)\mu_p p_{2i+2} \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} 0 = -\lambda p_0 + \mu_2 p_1 + \mu_p p_2 \\ 0 = \lambda p_0 - (\lambda + \mu_2) p_1 + \mu_p p_3 \\ 0 = -(\lambda + i\mu_p) p_{2i} + \mu_2 p_{2i+1} + (i+1)\mu_p p_{2i+2} \\ 0 = \lambda(p_{2h-1} + p_{2i}) - (\lambda + \mu_2 + i\mu_p) p_{2i+1} + (i+1)\mu_p p_{2i+2} \end{matrix}} \right\} i \in [1, h-1] \\ 0 = -(\lambda + h\mu_p) p_{2h} + \mu_2 p_{2h-1} \\ 0 = \lambda(p_{2h-1} + p_{2h}) - (\lambda + \mu_2 + h\mu_p) p_{2h+1} + (\mu_2 + h\mu_p) p_{2i+2} \\ 0 = \lambda p_{2h+i-1} - (\lambda + \mu_2 + h\mu_p) p_{2h+i} + (\mu_2 + h\mu_p) p_{2h+i+1}; i \in [2, m-1] \\ 0 = \lambda p_{2h+m} - (\mu_2 + h\mu_p) p_{2h+m+1} \end{cases}$$

□ **МОДЕЛЬ МАРКОВА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК ПРЕДПРИЯТИЯ**



Parameter window showing the identifier  $\mu$  and its value  $[1,0,7,0,5; 0,7,1,1,0,8; 0,5,0,8,1,2]$ .

Initial value window for  $\mu$  showing a 3x3 matrix:

1	0.7	0.5
0.7	1.1	0.8
0.5	0.8	1.2

Parameter window showing the matrix  $p$  and the model parameters:

Parameter	Value
a	[0; 0; 0; 0; 0]
contrl	true
d	130
k_v	0.95
la_n	0.8
mu	[3.5; 0.8; 1.2; 0.8; 3.5; 1.3; 1.2; 1.3; 3.5]
mu_o	60
mu_p	0.7
mu_p4	3.5
mu_part	[3.5; 0.8; 3.5; 3.5; 0]
n	530920
p	[...]
P	1
q	0.0006728697
score	[...]
temp	0





# Экономические модели

- ПРостые макроэкономических модели демонстрационного характера, использующих нереальные исходные данные
- Модели разработаны В.Б.Гусевым — зав.лаб. ИПУ РАН, проф. МФТИ
- Модели задаются системами дифференциально-алгебраических уравнений
- Пример модели, временная и фазовая диаграммы

Rand Model Designer 6 - [D:\RMD\_Projects\Презентации\Инжекон\_2010\Презентация\Модели\Gusev\models\fin\_6.mvb] - [Or

Проект Редактировать Сервис Вид Модель Окна Помощь

Классы  
Типы  
Константы  
Процедуры  
Импортиру

Model

Параметры

Переменные

- cursf: double := 40; -- курс иностранной валюты
- kc: double := 0.10; -- темп покупок
- kw: double := 0.002; -- темп ожидания
- mf: double := 100; -- количество тностранной валюты
- mf\_: double := 50;
- mf0: double := 50; -- норма иностранного объема
- mf0\_: double := 50;
- mr: double := 160; -- количество русской валюты
- mr\_: double := 100;
- mr0: double := 70; -- норма рублевого объема
- sf: double := 0; -- продажа валюты
- sf\_: double := 0;
- sr: double := 0; -- продажа рублей
- sr\_: double := 0;

Константы

Функции и процедуры

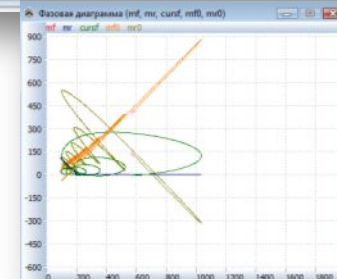
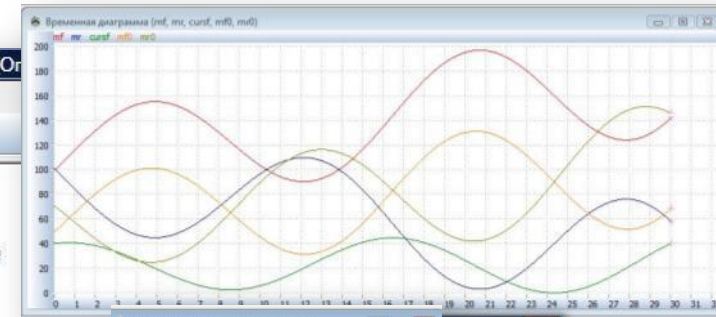
Комментарий

Система уравнений

- иностранная валюта
- $mf' = sr - sf;$
- отечественная валюта на рынке
- $mr' = sf - sr;$
- $mr = \max(0, mr\_);$
- курс иностранной валюты
- $cursf' = (mr0 - mf0) * kc;$
- рублевый запас
- $mr0' = mr0 * 0.05 - sr + sf;$
- валютный запас
- $mf0' = -mf0 * 0.01 - sf + sr;$
- продажи иностранной валюты
- $sf' = -cursf * mf * kw;$
- $sf = sf\_ - cursf * mf * kw;$
- продажи рублей
- $sr' = cursf * mr * kw;$
- $sr = sr\_ + cursf * mr * kw;$

Искомые переменные

cursf, mf, mf0, mr, mr0, sf, sr, mr\_, sf\_, sr\_

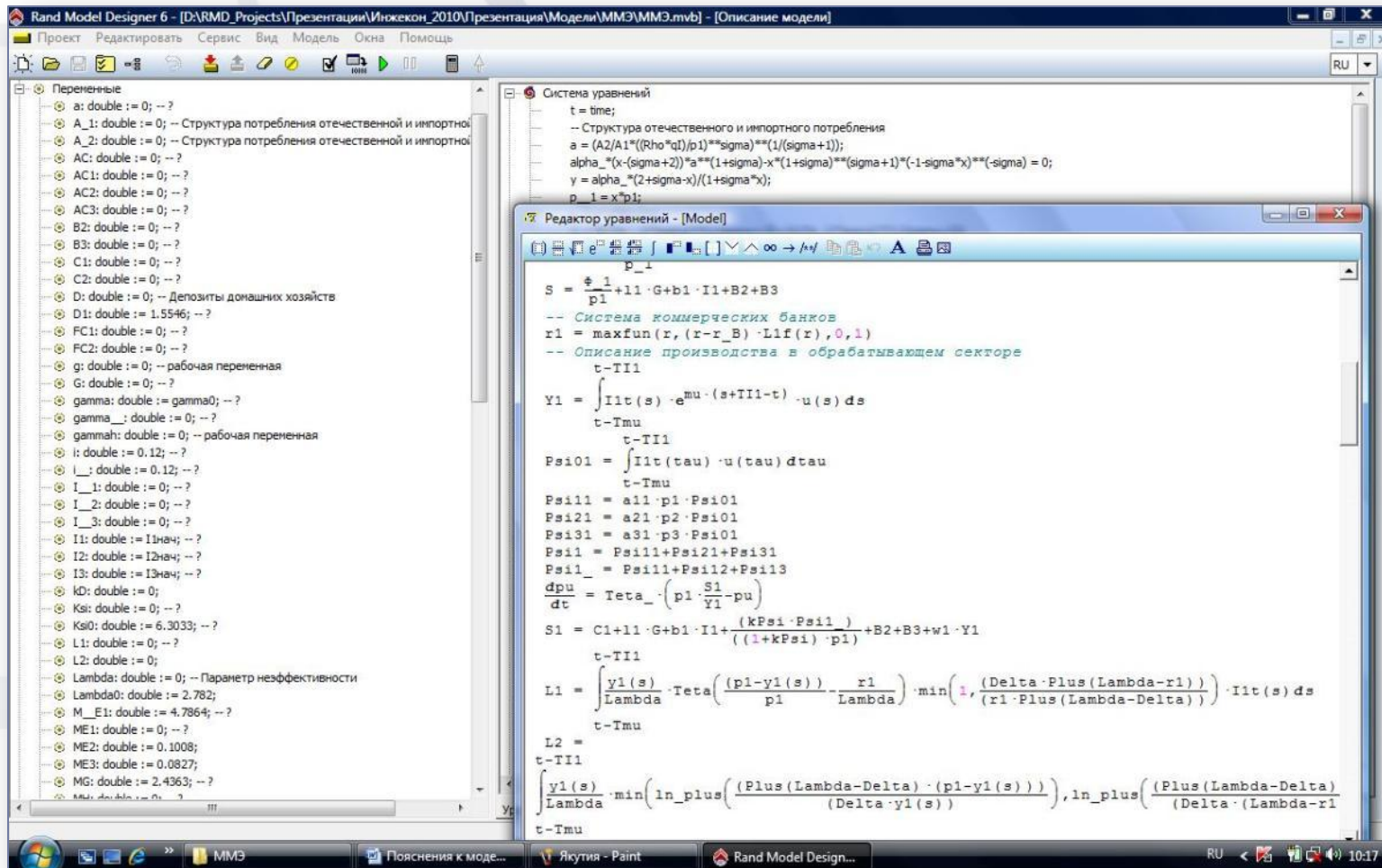


# Модель макроэкономики России

- Модель разработана сотрудниками А.А.Шананина (декан ФУПМ МФТИ) и работает с реальными данными 2003г.
- Модель представляет собой изолированную систему, поведение которой задано достаточно сложной системой интегро-дифференциально-алгебраических уравнений с задержками, численное решение которой представляет определенные трудности.



# МОДЕЛЬ МАКРОЭКОНОМИКИ РОССИИ



**Переменные**

- a: double := 0; --?
- A\_1: double := 0; -- Структура потребления отечественной и импортной
- A\_2: double := 0; -- Структура потребления отечественной и импортной
- AC: double := 0; --?
- AC1: double := 0; --?
- AC2: double := 0; --?
- AC3: double := 0; --?
- B2: double := 0; --?
- B3: double := 0; --?
- C1: double := 0; --?
- C2: double := 0; --?
- D: double := 0; -- Депозиты домашних хозяйств
- D1: double := 1.5546; --?
- FC1: double := 0; --?
- FC2: double := 0; --?
- g: double := 0; -- рабочая переменная
- G: double := 0; --?
- gamma: double := gamma0; --?
- gamma\_: double := 0; --?
- gammah: double := 0; -- рабочая переменная
- l: double := 0.12; --?
- l\_: double := 0.12; --?
- I\_1: double := 0; --?
- I\_2: double := 0; --?
- I\_3: double := 0; --?
- I1: double := I1нач; --?
- I2: double := I2нач; --?
- I3: double := I3нач; --?
- kD: double := 0;
- Ksi: double := 0; --?
- Ksi0: double := 6.3033; --?
- L1: double := 0; --?
- L2: double := 0;
- Lambda: double := 0; -- Параметр неэффективности
- Lambda0: double := 2.782;
- M\_E1: double := 4.7864; --?
- ME1: double := 0; --?
- ME2: double := 0.1008;
- ME3: double := 0.0827;
- MG: double := 2.4363; --?
- MM: double := 0; --?

**Система уравнений**

```

t = time;
-- Структура отечественного и импортного потребления
a = (A2/A1*((Rho*q1)/p1)**sigma)**(1/(sigma+1));
alpha_*(x-(sigma+2))*a**(1+sigma)-x*(1+sigma)**(sigma+1)*(-1-sigma*x)**(-sigma) = 0;
y = alpha_*(2+sigma-x)/(1+sigma*x);
p_1 = x*p1;

```

**Редактор уравнений - [Model]**

$$S = \frac{\dot{S}}{p_1} + I1 \cdot G + b1 \cdot I1 + B2 + B3$$

-- Система коммерческих банков  
 $r1 = \maxfun(r, (r - r\_B) \cdot L1f(r), 0, 1)$   
-- Описание производства в обрабатывающем секторе

$$Y1 = \int_{t-Tmu}^{t-TI1} I1t(s) \cdot e^{-\mu \cdot (s+I11-t)} \cdot u(s) ds$$

$$Psi01 = \int_{t-Tmu}^{t-TI1} I1t(\tau) \cdot u(\tau) d\tau$$

$$Psi11 = a11 \cdot p1 \cdot Psi01$$

$$Psi21 = a21 \cdot p2 \cdot Psi01$$

$$Psi31 = a31 \cdot p3 \cdot Psi01$$

$$Psi1 = Psi11 + Psi21 + Psi31$$

$$Psi1\_ = Psi11 + Psi12 + Psi13$$

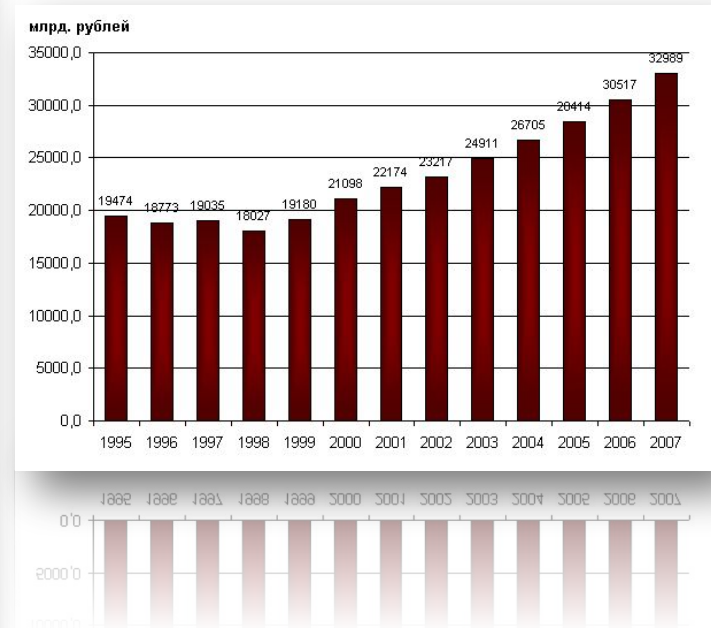
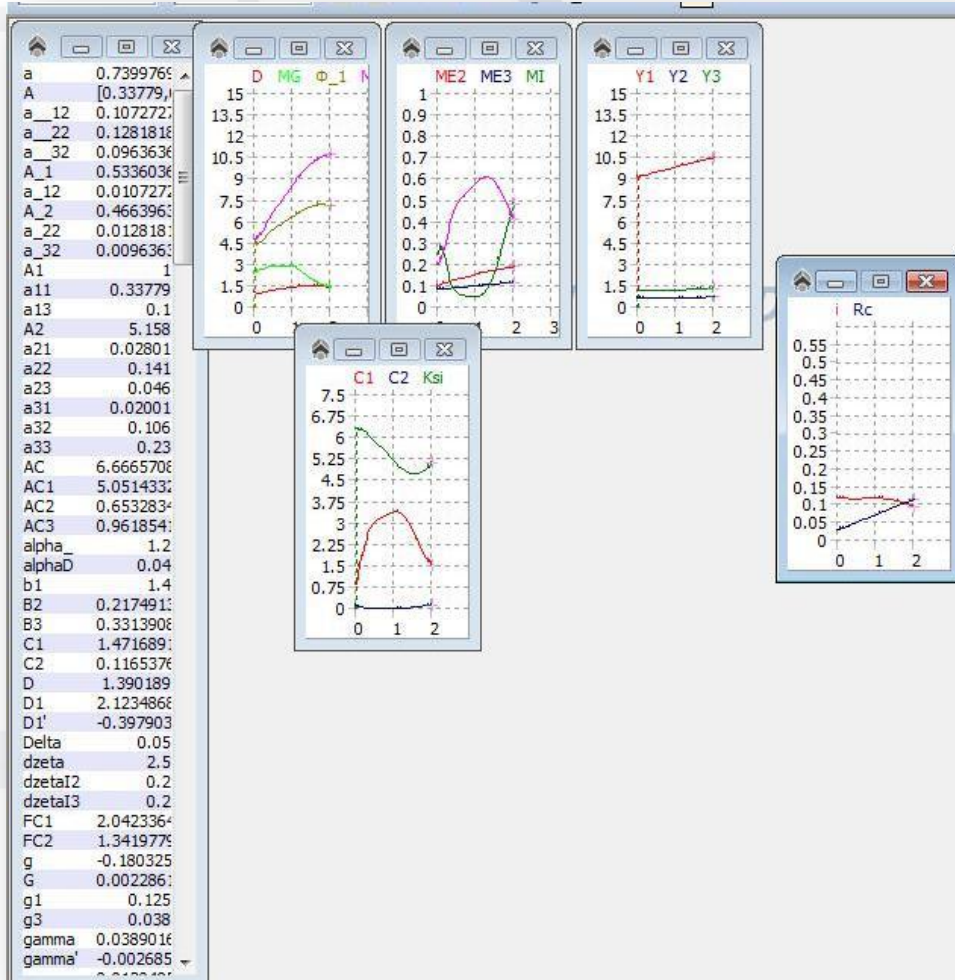
$$\frac{dpu}{dt} = Teta\_ \cdot \left( p1 \cdot \frac{S1}{Y1} - pu \right)$$

$$S1 = C1 + I1 + G + b1 \cdot I1 + \frac{(kPsi \cdot Psi1)}{(1 + kPsi) \cdot p1} + B2 + B3 + w1 \cdot Y1$$

$$L1 = \int_{t-Tmu}^{t-TI1} \frac{y1(s)}{Lambda} \cdot Teta \cdot \left( \frac{(p1 - y1(s))}{p1} - \frac{r1}{Lambda} \right) \cdot \min \left( 1, \frac{(Delta \cdot Plus(Lambda - r1))}{(r1 \cdot Plus(Lambda - Delta))} \right) \cdot I1t(s) ds$$

$$L2 = \int_{t-TI1}^{t-Tmu} \frac{y1(s)}{Lambda} \cdot \min \left( \ln\_plus \left( \frac{(Plus(Lambda - Delta) \cdot (p1 - y1(s)))}{(Delta \cdot y1(s))} \right), \ln\_plus \left( \frac{(Plus(Lambda - Delta))}{(Delta \cdot (Lambda - r1))} \right) \right) \cdot I1t(s) ds$$


# МОДЕЛЬ МАКРОЭКОНОМИКИ РОССИИ



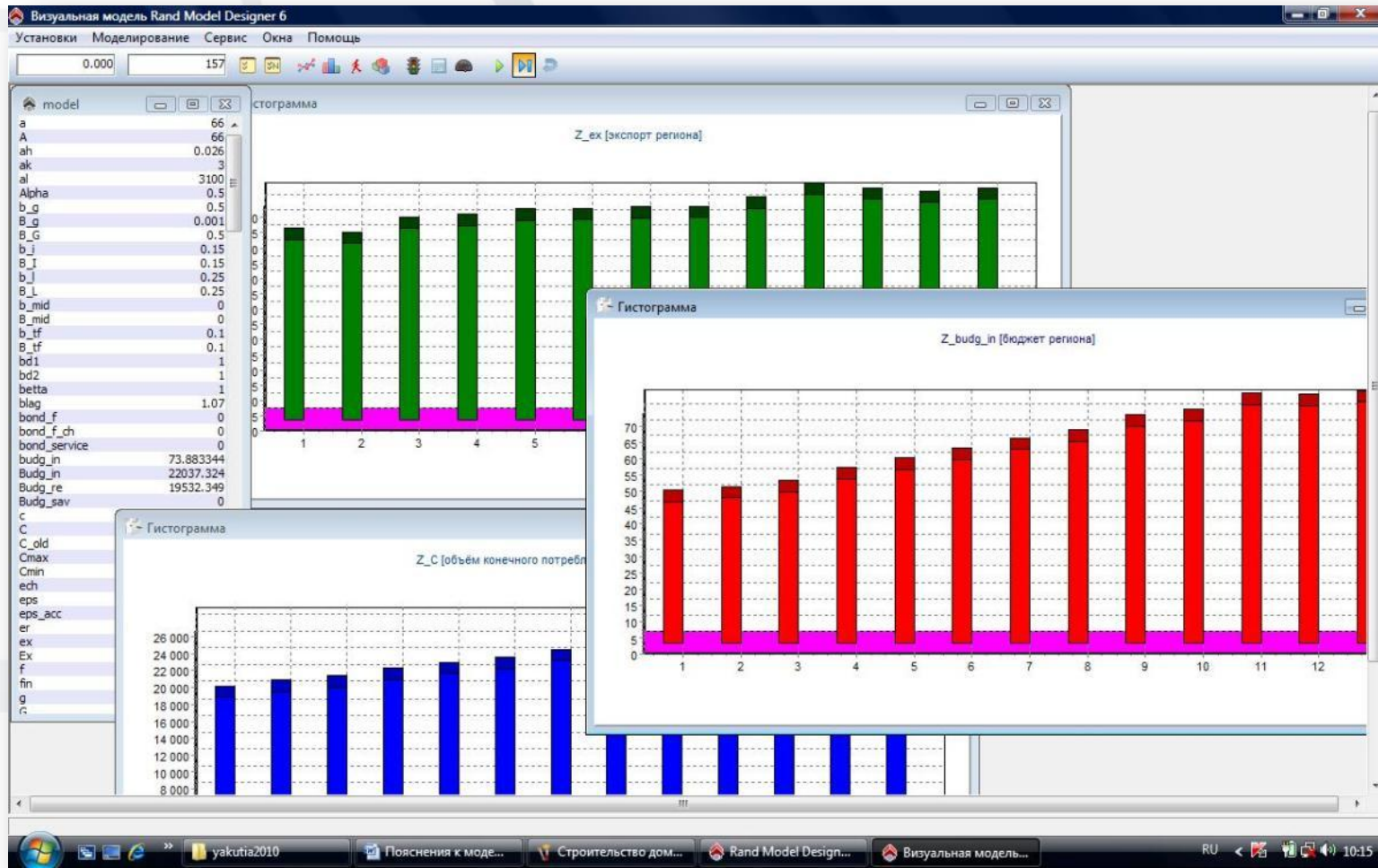
□ ПРИМЕРЫ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

# Модель макроэкономики Якутии

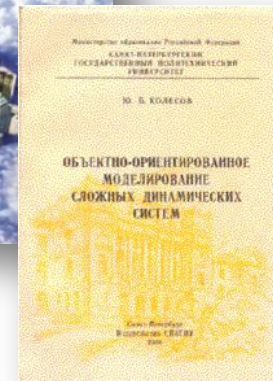
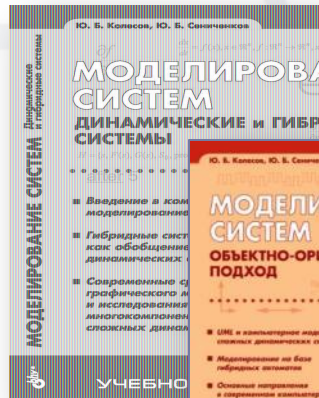
- **МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИКИ РОССИИ, в которой выделен регион Якутия.**
- **МОДЕЛЬ РАЗРАБОТАНА в рамках НИР по оценке влияния национальных проектов Якутии на экономику Якутии и страны в целом (НИИ Счетной палаты, 2009) и РАБОТАЕТ с реальными данными 2009 г.**
- **МОДЕЛЬ ОТРАЖАЕТ ПОДХОД, развитый С.И. Бирюковым, В.Б. Гусевым, А.В. Косьяненко и разработана А.В. Косьяненко (ВШЭ)**
- **МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ДИСКРЕТНЫЙ АВТОМАТ, в дискретных действиях которого решаются задачи нелинейного программирования с ограничениями**



# МОДЕЛЬ МАКРОЭКОНОМИКИ ЯКУТИИ



# Публикации



# Публикации

- Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. Изд. ПРОФЕССИОНАЛ СПб, 2000, с. 241;
- Е.С. Бенькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. ПРАКТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ. Изд. БХВ-ПИТЕР, 2002, с. 445;
- Колесов Ю.Б. ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ. Изд. СПбГПУ, 2004, с. 238;
- Сениченков Ю.Б. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ. Изд. СПбГПУ, 2004, с. 206;
- Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ. ДИНАМИЧЕСКИЕ И ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ. УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ. Изд. БХВ-ПИТЕР, 2006, с. 224;
- Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ. ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД. УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ. Изд. БХВ-ПИТЕР, 2006, с. 192;
- Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ. ПРАКТИКУМ ПО КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ. Изд. БХВ-ПИТЕР, 2007 с. 352.
- С.В. Беневольский, Ю.Б. Колесов. МОДЕЛИРОВАНИЕ. ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ ВНЕШНЕЙ БАЛЛИСТИКИ. . Изд. СПбГПУ, 2009, с. 216;

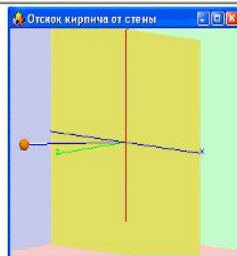




# Публикации

- ЭЛЕКТРОННЫЕ КНИГИ.  
АВТОР – ПРОФЕССОР  
ФЕДОСОВ Б.Т.

РУДНЕНСКИЙ  
ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ  
ИНСТИТУТ, КАЗАХСТАН



Федосов Б.Т.

## Исследование физических явлений и объектов в среде MVS

Методические указания к построению виртуальных лабораторных стендов и исследованию моделей

Часть 1. Соударение с трением и отскок

Казахстан, Рудный  
2004 г.

Федосов Б.Т.

## Исследование физических явлений и объектов в среде MVS

Часть 2. Дистанционное исследование падения тел на поверхности Луны

Создание автономно запускаемой модели

Методические указания к исследованию моделей и построению виртуальных лабораторных стендов

Рудный, Казахстан  
2004 г.



# Публикации

ЭЛЕКТРОННЫЕ КНИГИ.  
АВТОР – ПРОФЕССОР В.  
Л. РУКИН

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ



Государственное образовательное учреждение  
Высшего профессионального образования  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(Технический университет)

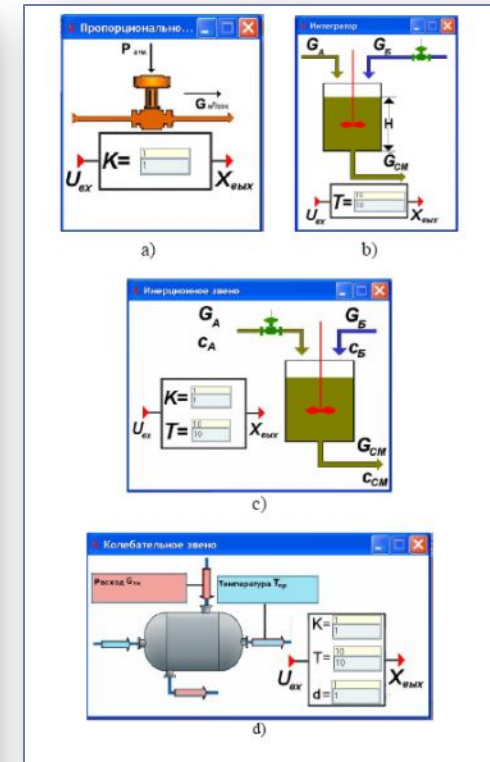
Кафедра ресурсосберегающих технологий

В.Л. Рукин

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ТИПОВЫХ ЗВЕНЬЕВ АСР**

Методические указания  
к лабораторной работе

Санкт-Петербург  
2007



# Пользователи продукта Rand Model Designer

- САНКТ- ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
- МГТУ ИМ БАУМАНА
- НОВОСИБИРСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
- ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
- САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

А ТАК ЖЕ РЯД КОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ЧАСТНЫХ ЛИЦ

