

# Показательная ЛЕКЦИЯ

( вид лекционного занятия - дискуссионный клуб)

## На тему: СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АДАПТИВНО- ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ

Дисциплина «Адаптивные модели»

Специальность:

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

ЛЕКТОР: ЗАВ. КАФ ЭК, ДОЦЕНТ КОЛОМЫЦЕВА А. О.

# **СТРУКТУРА ПОКАЗАТЕЛЬНОЙ** Основной лекционный материал по **ЛЕКЦИЯМ** вопросам:

1. Системно-динамические имитационные модели, основные принципы построения и условия применения.
2. Прогнозные адаптивные модели и принципы их построения
3. Адаптивные микро-имитационные модели и условия синтеза моделей

**Открытая дискуссия** в режиме обсуждения вопросом практического использования в научно-методических разработок в области адаптивно-имитационного моделирования

**Цель лекционного занятия** состоит в необходимости изучения более совершенных методов управления процессами в экономических системах на основе разработки синтезированных адаптивных регуляторов связей элементов систем в условиях их взаимодействия и неопределенности.

**Комплексные адаптивные модели – объект нашего занятия** будут рассмотрены с позиции применения возможностей синтеза двух методов моделирования имитационного, системно-динамического и адаптивного эконометрического. Только в этом случае синтез позволит учесть влияние неопределенности взаимодействия элементов в системах, а так же влияние характера качественной и количественной составляющих адаптивности управления в динамике.

# Прогнозирование и адаптация – анализ и синтез?



**ВОПРОС 1**

**«Вернувшись в прошлое -  
пройдем в будущее»**

Эконометрические  
адаптивные модели



Имитационное моделирование

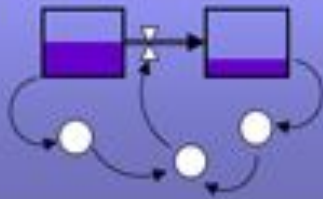


Системно-динамические модели

# Характеристика методов имитационного моделирования

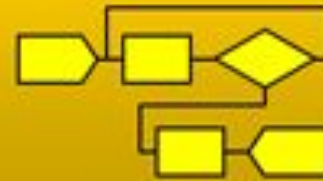
## Системная динамика

Связанные переменные,  
Накопители, Обратные связи



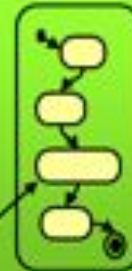
## Дискретно-событийное

Заявки, Ресурсы, Процессы  
(последовательности операций)



СИСТЕМА

Индивидуальные свойства  
и правила поведения.  
Прямое или косвенное  
взаимодействие

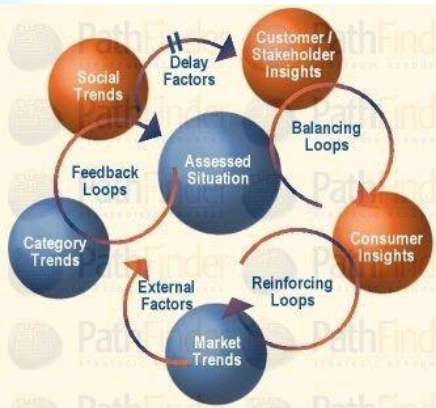


## Агентное моделирование

# СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА



Один из важных результатов работы Форрестера — понимание принципов функционирования систем с обратной связью (*feedback control systems*). Будучи успешным руководителем, Джей Форрестер пришел к выводу, что, главные проблемы в работе любого менеджера возникают не со стороны механических, инженерных систем, а во многом являются следствием управленческой структуры организаций. По его мнению, социальные системы настолько сложны, что их понимание и контролирование представляют несравненно большую сложность, чем управление искусственными (механическими) системами.



С усложнением процессов управления значительно возрастает ценность новых методик анализа, таких как системно-динамическое моделирование, которые помогают выявить проблему и найти подходящее решение с учетом проработки разнообразных последствий и возможных сторонних эффектов. С нарастанием турбулентности и хаоса в окружающем мире особенно востребованной становится прогностическая функция системной динамики.

# Подходы имитационного моделирования на шкале абстракции





# Уровни системно-динамической модели оценки эффекта корпоратизации университета

Уровень изменения статуса университета



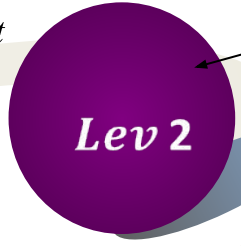
$$LEV1 = \int_{t_0}^{tn} (KRn(t) - (KRn(t) - KR(t_0)))dt$$



Уровень изменения количества потенциальных абитуриентов (эффект синергии)

$$LEV6 = \int_{t_0}^{tn} (C_p(t) - C_b(t) - C_t(t))dt$$

Уровень изменения информационного обмена



$$LEV2 = \int_{t_0}^{tn} (C_n(t) - C(t_0))dt$$



$$LEV7 = \int_{t_0}^{tn} (K_{global}(t) - K_i(t))dt$$

Уровень изменения коммуникационных форм взаимодействия



$$LEV3 = \int_{t_0}^{tn} (A_n(t) - A(t_0))dt$$

Уровень конкурентоспособности университета на глобальном образовательном рынке

$$LEV5 = \int_{t_0}^{tn} (R_n(t) - R(t))dt$$

Уровень изменения затрат от реорганизации внутренней структуры управления



$$LEV4 = \int_{t_0}^{tn} (Q_n(t) * ((C_{ex}(t) - C_{in}(t))))dt$$

Уровень перспектив создания цепочки стоимости НИР: «инновация-коммерциализация»



## ВОПРОС 2

*Эконометрические динамические адаптивные модели так же являются достаточно действенным инструментом прогнозирования.*

**Включают: теорию**

**Статистических,  
Адаптивных  
Рациональных ожиданий.**

***Данные гипотезы были положены в основу интенсивно проводившихся эконометрических исследований механизмов ожиданий агентов относительно различных экономических событий***

# Статистические ожидания

Означают, что в будущем экономические субъекты или бизнес-единицы сложной экономической системы ориентируются на те же параметры конъюнктуры, которые имеют место в настоящем. То есть при принятии решений самым простым правилом для экономических субъектов было действовать в следующем году так же, как в предыдущем. Часто этот тип ожиданий называют «наивными ожиданиями».

Ожидаемые значения показателя  $y$  в году  $(t+1)$  можно выразить следующей формулой:

где

$$y_{t+1}^e = y_t$$

$y_{t+1}^e$  - ожидаемые значения показателя в  $(t+1)$  году;

$y_t$  - реальные значения показателя в  $t$  году.

# Теория адаптивных ожиданий

уточним ! Последовательность процесса адаптации в основном выглядит следующим образом. Пусть модель находится в некотором исходном состоянии (т.е. определены текущие значения ее параметров) и по ней делается прогноз. Выжидаем, пока истечет одна единица времени (шаг моделирования), и анализируем, насколько далек результат, полученный по модели, от фактического значения ряда. Ошибка прогнозирования через обратную связь поступает на вход системы и используется моделью в соответствии с ее логикой для перехода из одного состояния в другое с целью большего согласования своего поведения с динамикой ряда. На изменения ряда модель должна отвечать "компенсирующими" изменениями. Затем делается прогноз на следующий момент времени, и весь процесс повторяется.

**АНАЛИТИЧЕСКИ!**

$$y_t = b_0 + b_1 x_{t+1}^* + \varepsilon_t \quad (1)$$

$y_t$  – фактическое значение результативного показателя;

$x_{t+1}^*$  – ожидаемое значение фактора

$x_{t+1}^*$  является ненаблюдаемой величиной и, чтобы иметь возможность оценить параметры этой модели, используется адаптивный механизм формирования ожиданий, в соответствии с которым ожидания изменяются пропорционально ошибке предыдущего периода с коэффициентом пропорциональности

$$\alpha (0 < \alpha < 1) \text{ т.е. } x_{t+1}^* - x_t^* = \alpha(x_t - x_t^*) \quad (2)$$

Подставив 2 в 1 получим

$$y_t = b_0 + \alpha b_1 x_t + (1 - \alpha) b_1 x_t^* + \varepsilon_t \quad (3)$$

Механизм адаптации следующий :

$$x_{t+1}^* - x_t^* = \alpha * (x_{t+1} - x_t)$$

$$x_{t+1}^* = \alpha * x_t + (1 - \alpha) x_t^*$$

# Теория рациональных ожиданий

В отличие от модели адаптивных ожиданий в модели неполной корректировки эмпирически ненаблюдаемой переменной является результативный признак. Общий вид этой модели следующий:

$$y_t^* = a + b * x_t + \varepsilon_t$$

Формирование ожиданий экономических агентов относительно значений происходит по следующей схеме:

где  $0 < \beta < 1$ .

$$y_t - y_{t-1} = \beta * (y_t^* - y_{t-1}) + v_t$$

В этой модели предполагается, что абсолютное изменение фактических уровней результата есть некоторая доля его ожидаемого абсолютного изменения. Параметр  $\beta$  в этой модели называют корректирующим коэффициентом. Чем ближе величина  $\beta$  к 1, тем в большей степени реальная динамика показателя отвечает ожиданиям экономических агентов. Чем ближе  $\beta$  к 0, тем менее реальное изменение показателя соответствует его ожидаемому изменению. При  $\beta = 0$  значение результативного признака является константой, на которую ожидания агентов не оказывают никакого воздействия.

# Сравнение моделей адаптивных ожиданий и моделей неполной коррективы

Модели, в которые включены переменные, характеризующие ожидаемый или желаемый уровень результативного признака или одного из факторов в момент времени  $t$

МОДЕЛИ АДАПТИВНЫХ  
ОЖИДАНИЙ

Учитывается ожидаемое значение факторного признака (например ожидаемое на шаге  $t+1$  значение заработной платы влияет на уровень безработицы в текущий период  $t$ )

МОДЕЛЬ НЕПОЛНОЙ  
(ЧАСТИЧНОЙ)  
КОРРЕКТИРОВКИ

Учитывается ожидаемое значение результативного признака (например фактический объем прибыли  $x_t$  влияет на величину желаемого объема дивидендов  $y_t^*$ )

# ВОПРОС 3

## Задачи синтеза (объединения) системно-динамических и адаптивных моделей

1. Включение в настроечные параметры системно – динамической модели коэффициентов адаптивно-регрессионных моделей

Получение прогнозных результатов с учетом адаптации к условиям развития системы

2. Сценарно-имитационные эксперименты на системном уровне для установление истинных значений адаптивных регуляторов

Обучение системно-динамической модели модели и адаптация параметров к условиям внешней среды. Получение значений адаптивных фильтров



# Имитационное моделирование и процедуры многошаговой адаптации и получение прогнозных траекторий развития систем



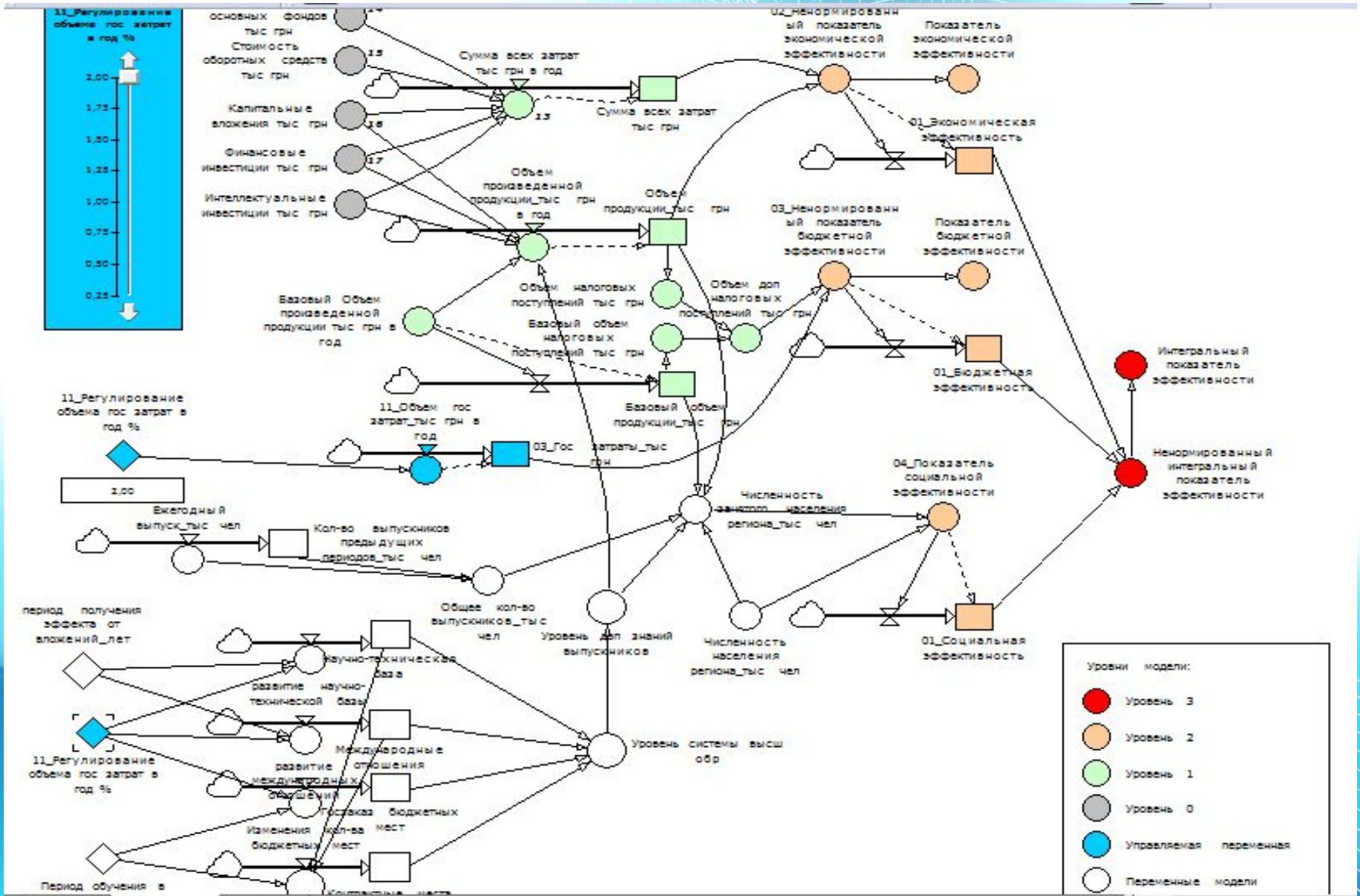
# 4. Дискуссионный клуб : Прикладные аспекты адаптивного синтеза



# Синтез логистической адаптации для аптечных сетей



# ПРИМЕР СИСТЕМО-ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ регулирования инвестиций на развитие образования в республике



# Основная литература по лекции

1. Давнис В.В., Тинякова В.И. Адаптивные модели: анализ и прогноз в экономических системах. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006.– 380 с.
2. Тинякова, В.И. Модели адаптивно-рационального прогнозирования экономических процессов – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2008. – 266 с.
3. Клебанова Т.С. Адаптивные модели в системах принятия решений : монография [текст] / Т.С. Клебанова, Н.А. Кизим,. – Х.: ИД «ИНЖЕК», 2007. – 368 с.