

# О динамических моделях в экономике

**Малков С.Ю.**

*Институт экономики РАН*

## Существующие типы макроэкономических моделей

<b>Тип модели</b>	<b>Математический аппарат</b>	<b>Способ прогнозирования</b>	<b>Распространение</b>
<i>Теоретические модели</i>	Анализ базовых макроструктурных равновесий	Качественный анализ балансов	Широкое
<i>Эконометрические модели</i>	Анализ статистических данных, регрессии, факторный анализ	Экстраполяция существующих трендов	Широкое
<i>Модели межотраслевого баланса</i>	Балансовые уравнения для межотраслевых связей	Сценарное изменение параметров	Ограниченное
<i>Вычислимые модели общего равновесия (CGE)</i>	Оптимизация поведения экономических агентов	Поиск оптимума при изменении параметров	Ограниченное
<i>Динамические модели</i>	Динамические уравнения экономических процессов	Прямой расчет требуемых параметров	Малое

## Особенности макроэкономического моделирования

В западной экономической науке наиболее широко используются *эконометрические* методы и *CGE модели*, которые дают хорошие результаты при наличии следующих **условий**:

- стабильность экономической ситуации, отсутствие экономических «шоков»;
- эффективно работающие рыночные механизмы при достаточности ресурсной (материальной, финансовой, людской) базы, рациональность поведения экономических агентов;
- наличие необходимой достоверной статистической базы на достаточно протяженных интервалах времени.

### Проблемы:

данные методы и модели описывают *равновесные* ситуации в условиях убывающей отдачи, они не могут объяснить, как возникает *экономический рост*.

## Два подхода к объяснению мировой экономики, богатства и бедности стран

Стандартный канон (П.Самуэльсон)	Другой канон (Э.Райнерт)
Интерес к <b>статике</b> , к равновесным процессам	Интерес к <b>изменениям</b> , к неравновесным процессам
Идеальная ситуация – <b>совершенная конкуренция</b>	Реальная ситуация – <b>конкуренция, движимая инновациями</b>
Движущая сила экономики – <b>капитал</b> как таковой	Движущая сила экономики – <b>инновации</b> , создающие спрос на создание капитала
Ключевой фактор экономической динамики – <b>убывающая</b> отдача от масштаба	Ключевой фактор экономической динамики – <b>возрастающая</b> отдача от масштаба
Экономика – <b>саморегулирующаяся</b> система, стремящаяся к равновесию и гармонии	Экономике свойственна <b>нестабильность</b> , стабильность достигается при помощи стратегических мер
Статический оптимум, совершенная рациональность и информированность	Динамическая оптимизация в условиях нестабильности и неопределенности, ограниченная рациональность
Реальная и финансовая экономика не различаются	Конфликты между реальной и финансовой экономикой (требуется регулирование)
Воздержание от потребления приводит к накоплениям, которые считаются причиной роста	Накопления как таковые не способствуют росту и не являются для него желательными

*(Райнерт Э.С. Как богатые страны стали богатыми и почему бедные страны остаются бедными. – М.: Изд. дом ГУ-ВШЭ, 2011, с.339-341)*

## Э.Райнерт:

«В экономической науке идеология и методология сегодня переплелись вокруг несчастливого обстоятельства, что «математизация» неоклассической парадигмы требует предпосылок, изображающих рыночную экономику как некую утопию гармонии и равенства. *То, что экономику стали рассматривать сквозь призму математики, имело серьезные идеологические последствия. Экономической науке позволили стать нерелевантной*»

*(Райнерт Э.С. Как богатые страны стали богатыми и почему бедные страны остаются бедными. – М.: Изд. дом ГУ-ВШЭ, 2011, с.184)*

***Может ли математика описывать неравновесную экономику  
«Другого канона»? И что это дает?***

## Динамические макроэкономические модели

Принципы моделирования:

- моделирование *динамических процессов* (а не только их результатов) с учетом их *неравновесности*;
- моделирование *конкуренции* макроэкономических подсистем;
- учет влияния *инноваций* и *возрастающей отдачи*;
- раздельное моделирование потоков *товаров* и *денег*, анализ ситуаций их *разбаланса* (инфляционных и дефляционных процессов);
- моделирование мер *регулирования* (посредством on line изменения параметров в ходе расчетов).

Экономический рост возникает в результате *конкуренции*. Модели «стандартного канона» не видят конкуренции, поскольку в них декомпозиция экономики осуществляется по *отраслевому* принципу.

## Динамическая модель ЦЭЭ ИЭ РАН

Динамика денежных средств экономических макроагентов (амортизационные  $M_a$  и оборотные  $M_c$  средства производственных подсистем, деньги населения  $M_h$ ) описывается в модели с помощью выражений для скоростей их изменения (приращений количеств этих средств за единицу времени) с использованием дифференциальных уравнений.

$$dM_{c1}/dt = (k_{h1} * M_{h1} + k_{h2} * M_{h2} + k_{h3} * M_{h3}) * (1 - k_{a1}) * F_1 / (F_1 + F_2) * (1 - k_s) - h * F_1 \quad (1)$$

$$dM_{a1}/dt = (k_{h1} * M_{h1} + k_{h2} * M_{h2} + k_{h3} * M_{h3}) * k_{a1} * F_1 / (F_1 + F_2) \quad (2)$$

$$dM_{h1}/dt = h * F_1 + (k_{h1} * M_{h1} + k_{h2} * M_{h2} + k_{h3} * M_{h3}) * (1 - k_{a1}) * k_s / 3 - k_{h1} * M_{h1} \quad (3)$$

$$dM_{c2}/dt = (k_{h1} * M_{h1} + k_{h2} * M_{h2} + k_{h3} * M_{h3}) * (1 - k_{a2}) * F_2 / (F_1 + F_2) * (1 - k_s) - h * F_2 \quad (4)$$

$$dM_{a2}/dt = (k_{h1} * M_{h1} + k_{h2} * M_{h2} + k_{h3} * M_{h3}) * k_{a2} * F_2 / (F_1 + F_2) \quad (5)$$

$$dM_{h2}/dt = h * F_2 + (k_{h1} * M_{h1} + k_{h2} * M_{h2} + k_{h3} * M_{h3}) * (1 - k_{a2}) * k_s / 3 - k_{h2} * M_{h2} \quad (6)$$

$$dM_{c3}/dt = 0 \quad (7)$$

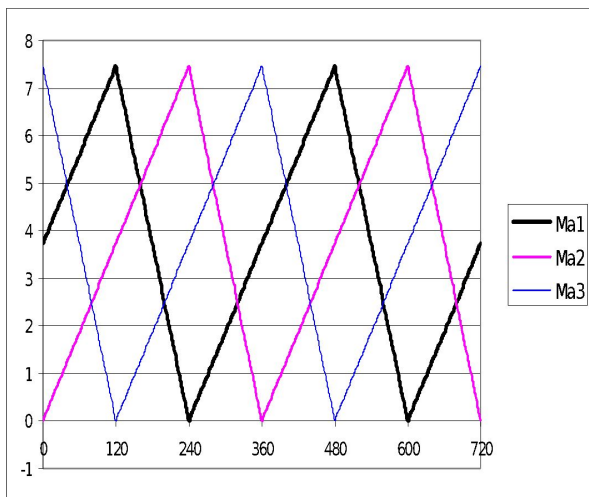
$$dM_{a3}/dt = - h * F_3 \quad (8)$$

$$dM_{h3}/dt = h * F_3 + (k_{h1} * M_{h1} + k_{h2} * M_{h2} + k_{h3} * M_{h3}) * (1 - k_{a3}) * k_s / 3 - k_{h3} * M_{h3} \quad (9)$$

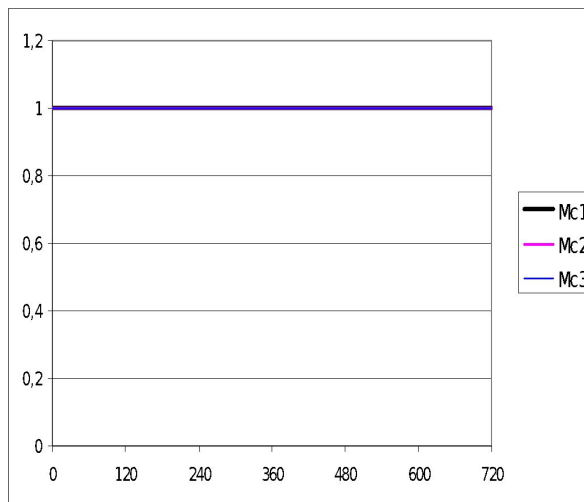
$$F_i = g * F'_i \quad (10)$$

## Простое воспроизводство

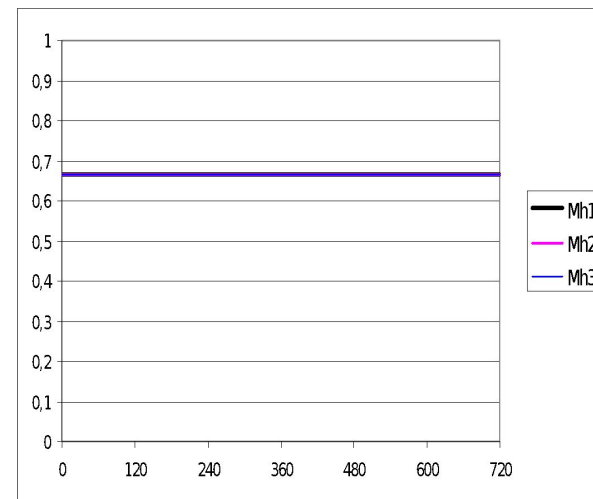
Производственная деятельность экономических подсистем имитируется через движение денежных потоков, обслуживающих текущее производство и потребление потребительских благ, а также воспроизводство основного капитала.



Изменение  
амортизационных  
средств  $M_{ai}$



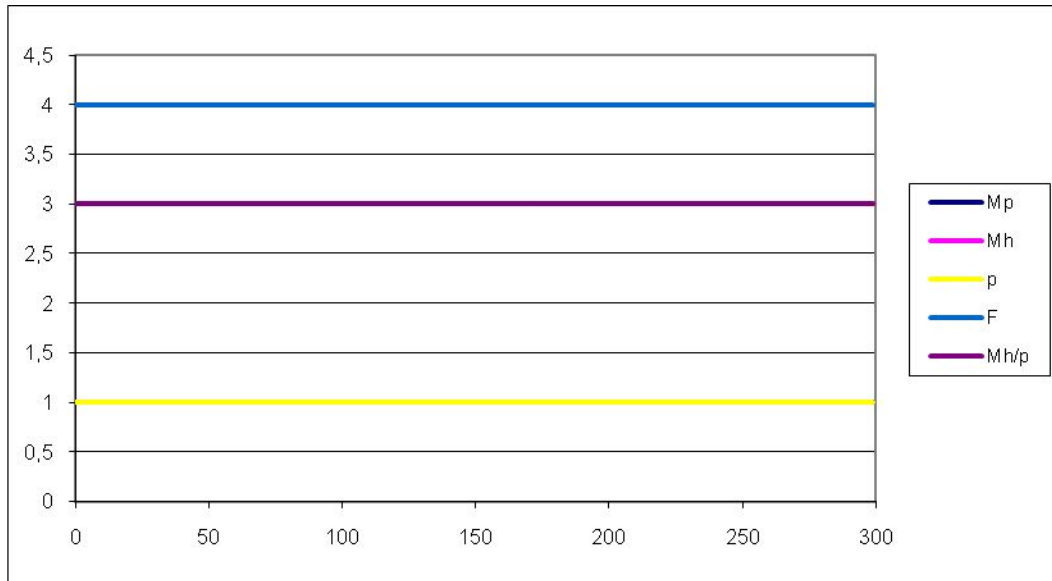
Изменение  
оборотных средств  
 $M_{ci}$



Изменение средств  
населения:  $M_{hi}$



## Агрегированная модель экономики страны (случай простого воспроизводства)

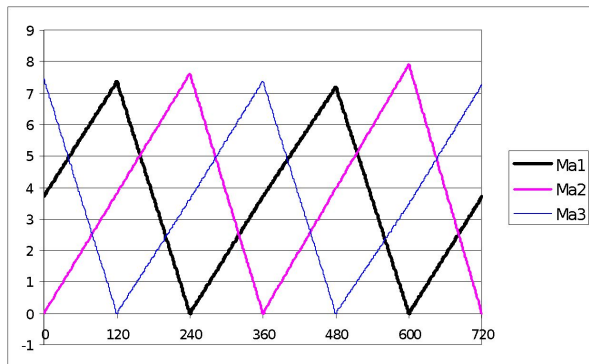


Динамика экономической системы в условиях соответствия уровня доходов населения и уровня производства

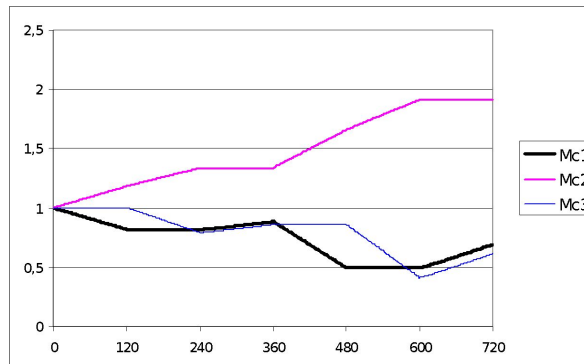
Материальные и финансовые потоки сбалансированы, их отдельное описание не требуется.

Случай простого воспроизводства - пример равновесных экономических систем, хорошо описываемых вычислимыми моделями общего равновесия (CGEM). Но в них – это конечный пункт, а в динамической модели – это **исходный пункт** для анализа *неравновесных* состояний.

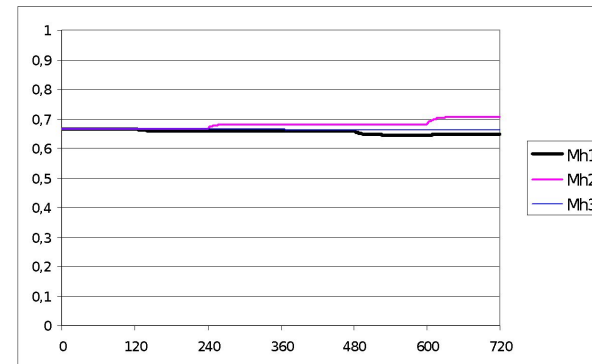
# Переход к росту за счет инноваций (инновации внедряются в одной из подсистем)



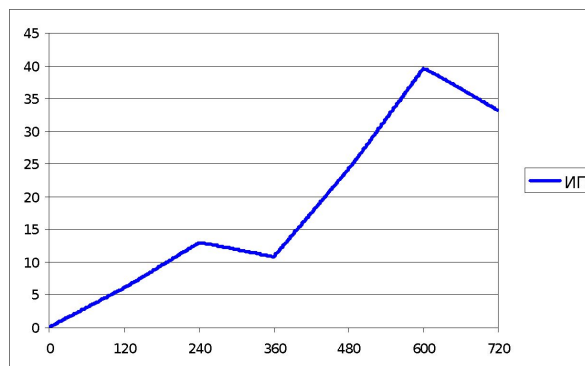
Изменение  
амортизационных  
средств  $M_{ai}$



Изменение оборотных  
средств  $M_{ci}$

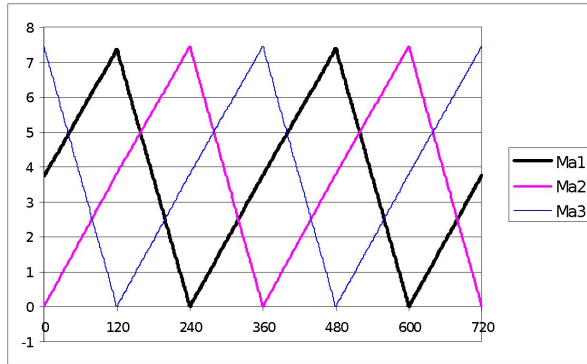


Изменение средств  
населения:  $M_{hi}$

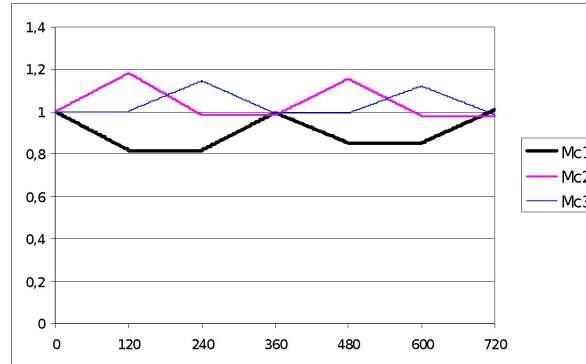


Разница между предложением  
потребительской продукции и  
платежеспособным спросом населения

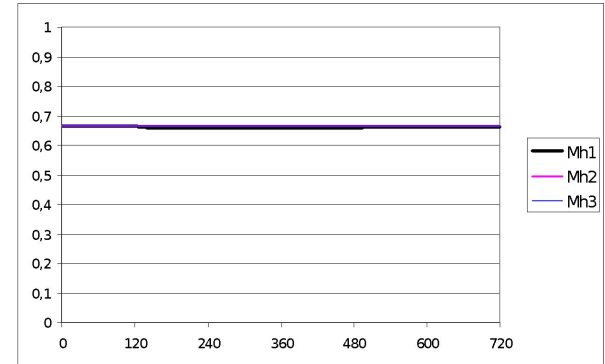
# Моделирование бифуркационных состояний. Сценарий 1 (инновационная гонка без увеличения денежной массы)



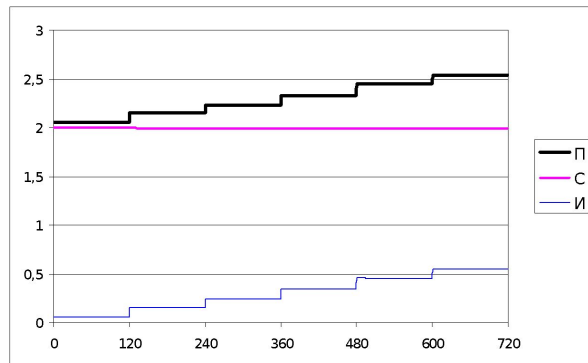
Изменение амортизационных средств  $M_{ai}$



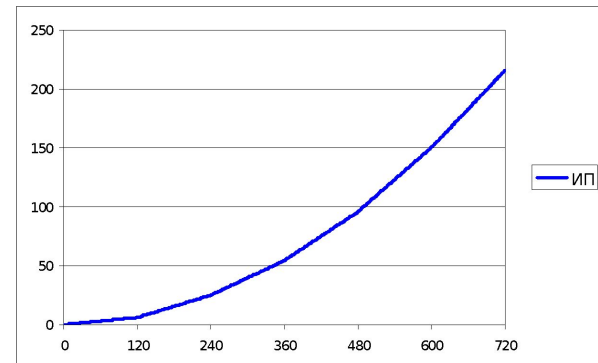
Изменение оборотных средств  $M_{ci}$



Изменение средств населения:  $M_{hi}$

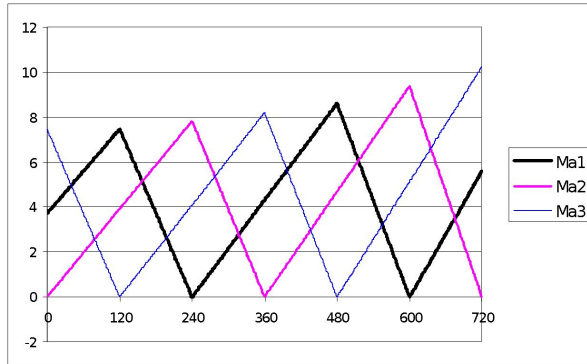


Потребительская продукция (П), платежеспособный спрос (С), текущий дисбаланс между предложением и спросом (И)

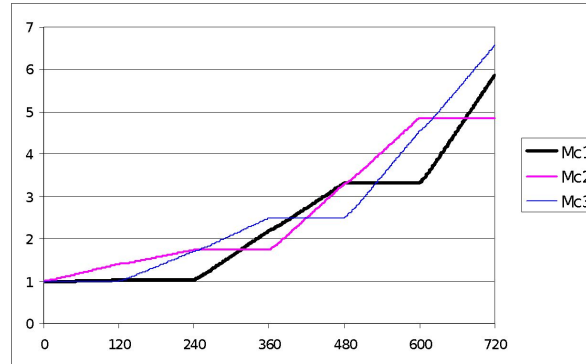


Кумулятивная разница между предложением продукции и платежеспособным спросом населения

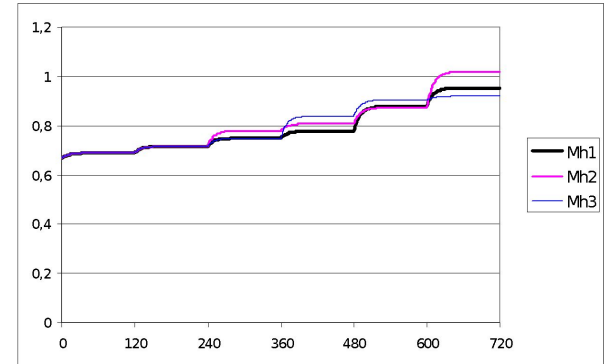
# Моделирование бифуркационных состояний. Сценарий 2 (инновационная гонка с избыточным увеличением денежной массы)



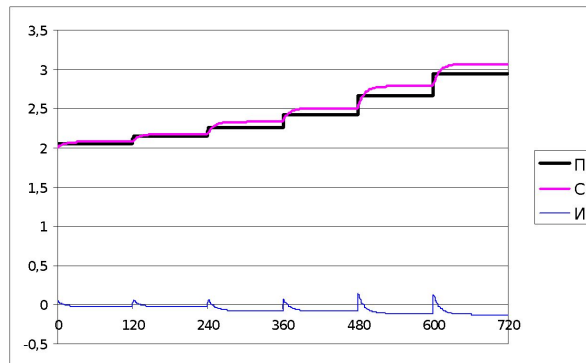
Изменение амортизационных средств  $M_{ai}$



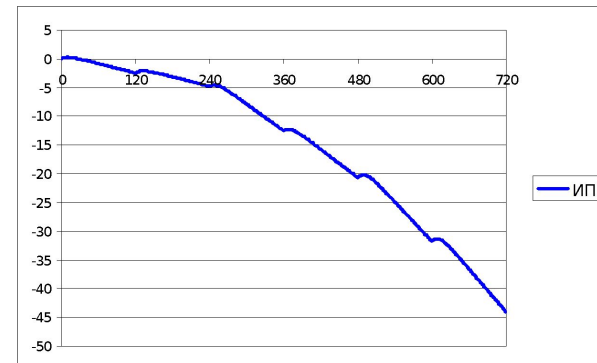
Изменение оборотных средств  $M_{ci}$



Изменение средств населения:  $M_{hi}$

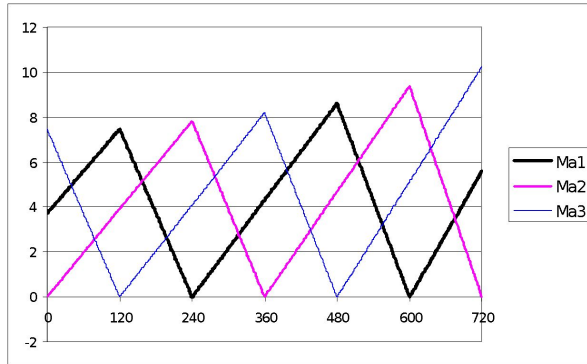


Потребительская продукция (П), платежеспособный спрос (С), текущий дисбаланс между предложением и спросом (И)

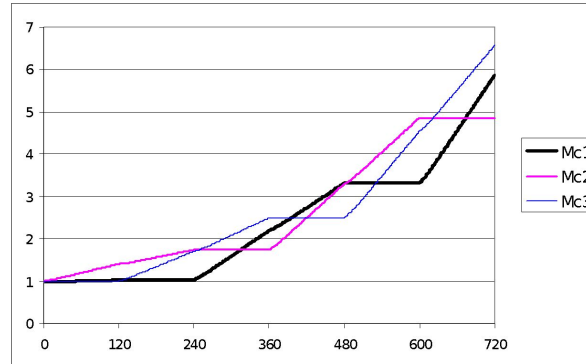


Кумулятивная разница между предложением продукции и платежеспособным спросом населения

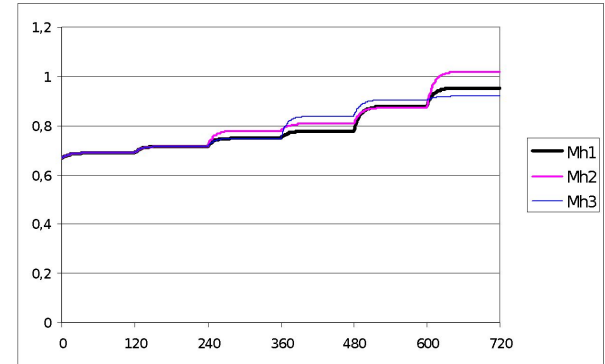
# Моделирование бифуркационных состояний. Сценарий 3 (инновационная гонка со сбалансированным увеличением денежной массы)



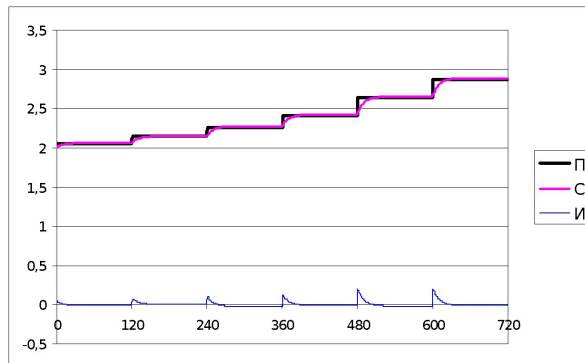
Изменение  
амортизационных  
средств  $M_{ai}$



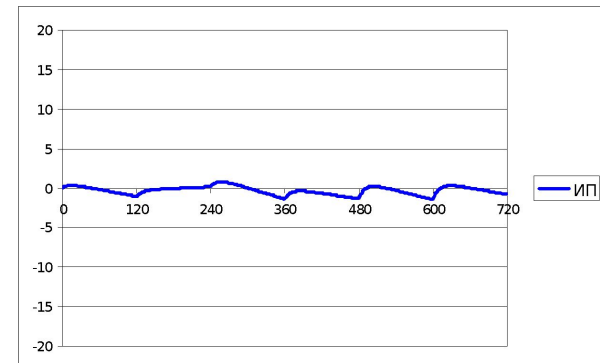
Изменение оборотных  
средств  $M_{ci}$



Изменение средств  
населения:  $M_{hi}$

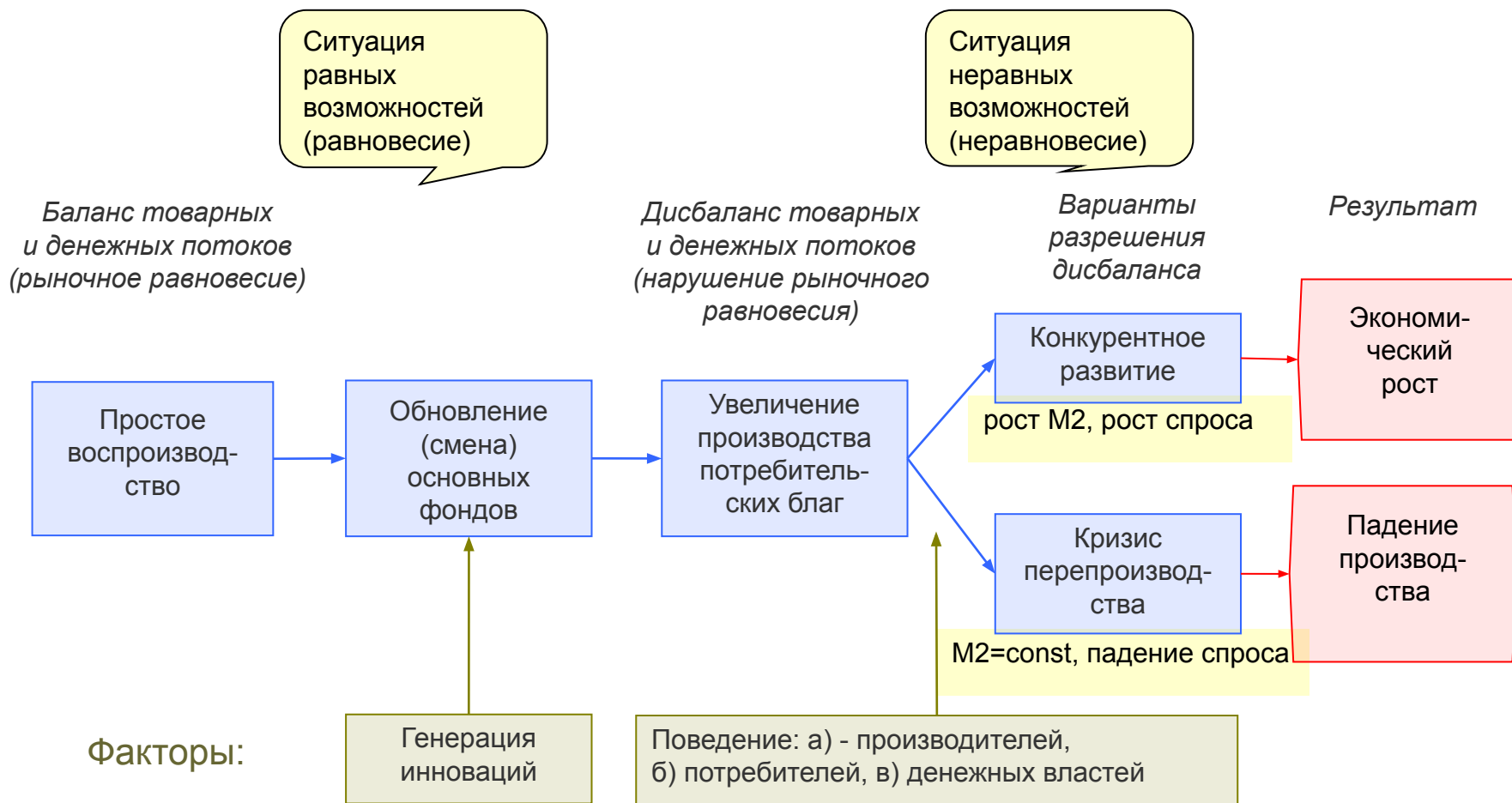


Потребительская продукция (П),  
платежеспособный спрос (С), текущий  
дисбаланс между предложением и  
спросом (И)



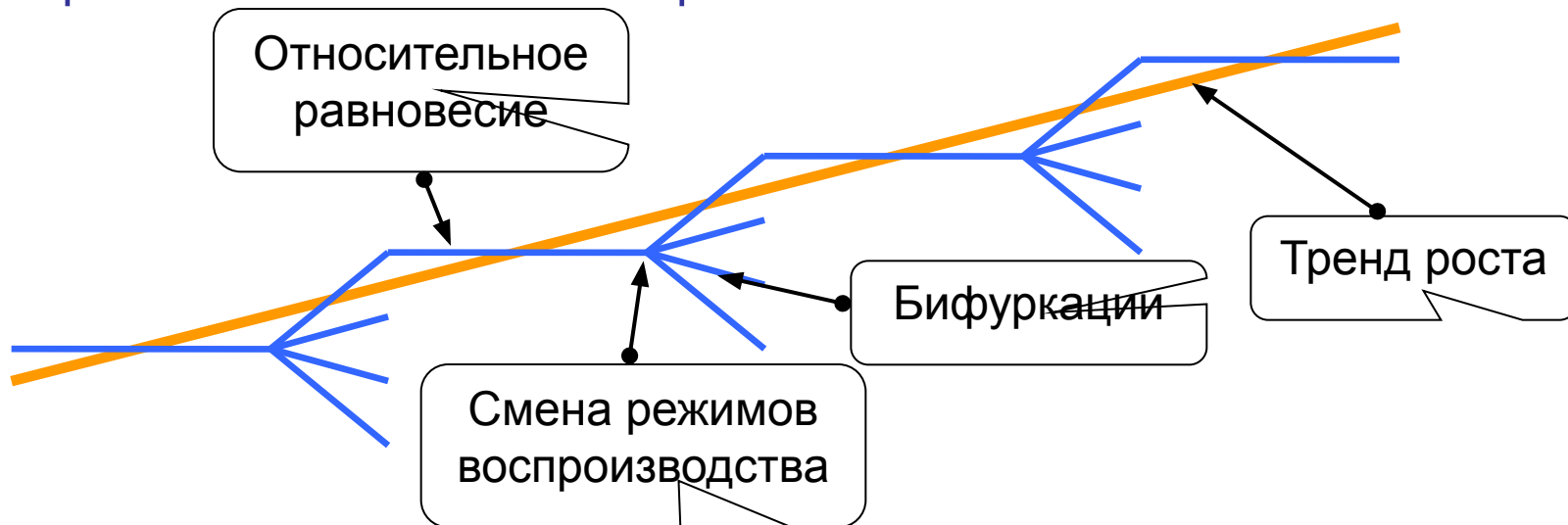
Кумулятивная разница между  
предложением продукции и  
платежеспособным спросом  
населения

# Схема перехода от простого воспроизводства к экономическому росту

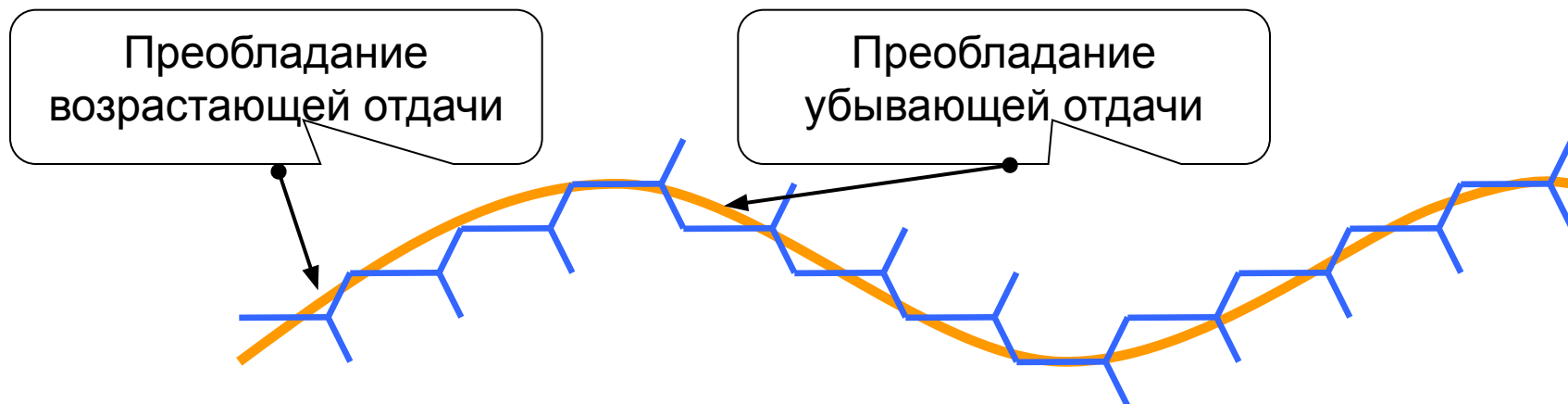


# Эволюция состояний экономики

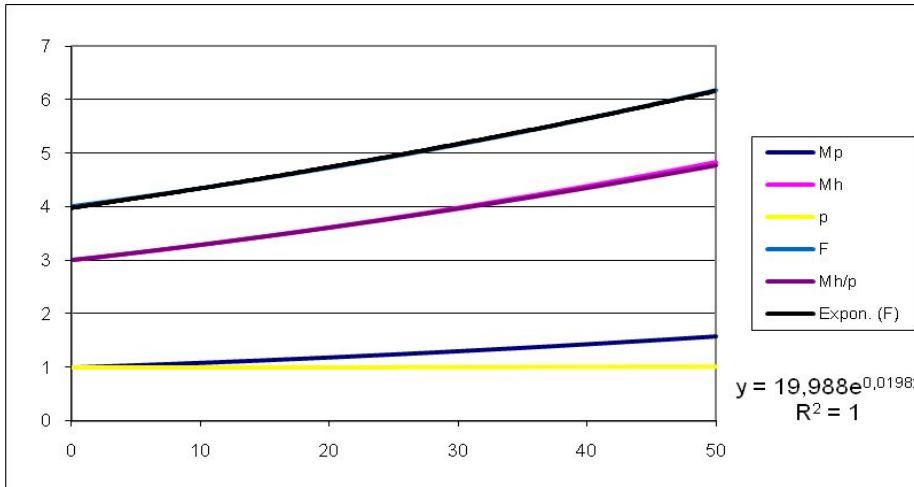
## Моделирование экономического роста



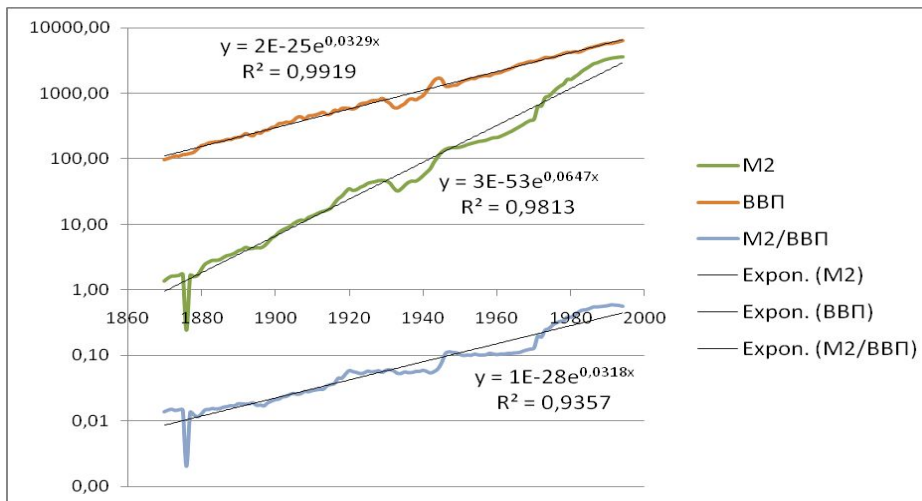
## Моделирование экономических циклов



# Агрегированная модель экономической динамики страны (ситуация экономического роста)



Динамика экономической системы при дополнительной эмиссии, стимулирующей потребительский спрос и обеспечивающей безынфляционный рост экономики



Эмиссия денег для увеличения спроса (США)

Динамика ВВП, денежной массы М2 и уровня монетизации (М2/ВВП) в США

(источник: Румянцева С.Ю. Длинные волны в экономике: многофакторный анализ. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2003)



# Торговое взаимодействие двух стран, производящих на внешний рынок промышленные потребительские товары

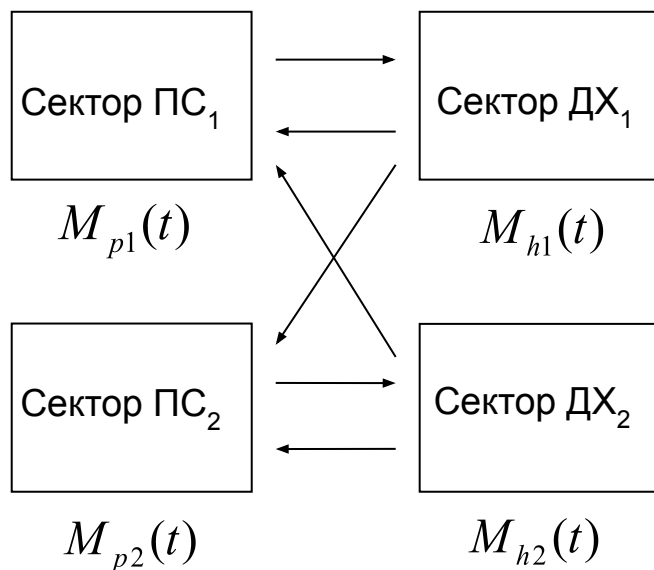
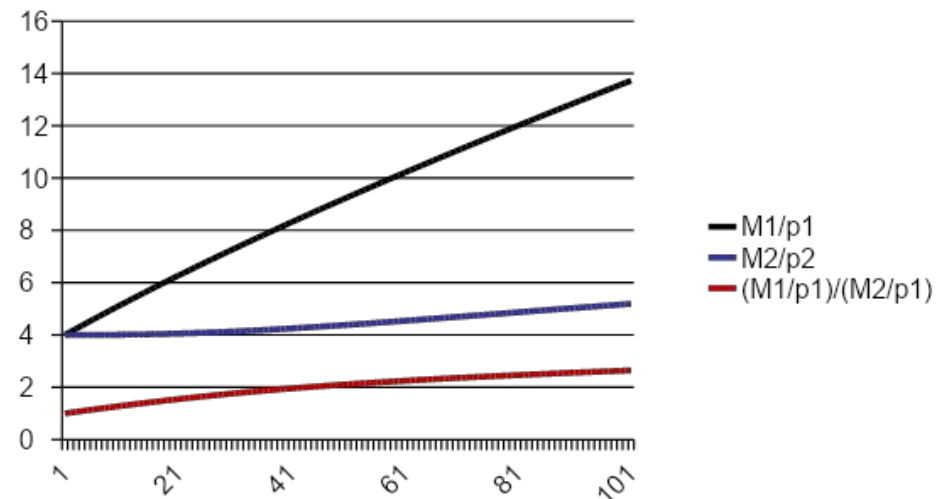


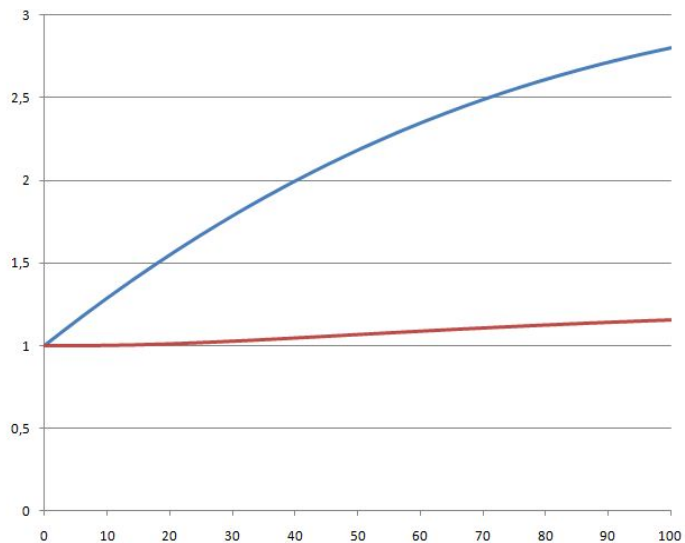
Схема денежных потоков



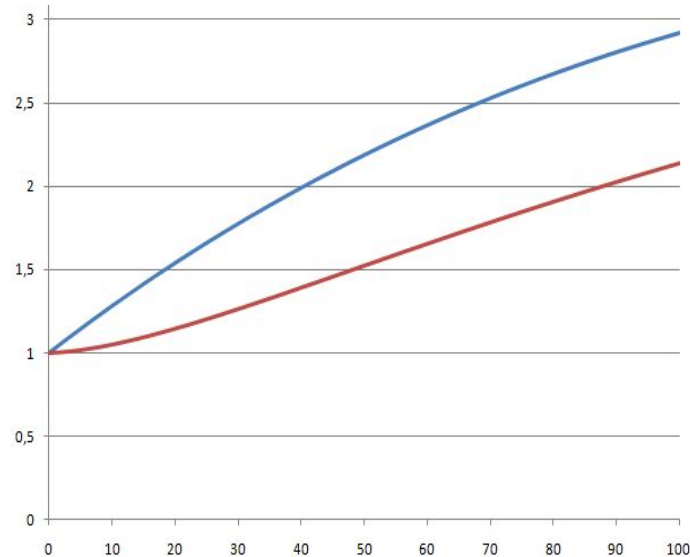
Динамика ВВП двух взаимодействующих стран в абсолютном (черный и синий графики) и относительном (красный график) измерении при одностороннем характере денежной эмиссии

Страна, эмитирующая валюту, получает преимущество (пример – США)

## Торговое взаимодействие развитой и развивающейся страны



А)



Б)

Влияние валютно-денежной политики развивающейся страны на  
экономический рост

Синий график – динамика ВВП развитой страны (отн. ед.)

Красный график – динамика ВВП развивающейся страны (отн. ед.)

А) свободный валютный курс

Б) заниженный валютный курс развивающейся страны

*Страна, занижающая валютный курс, получает преимущество (пример – КНР)*

# Торговое взаимодействие промышленно развитой и сырьевой страны

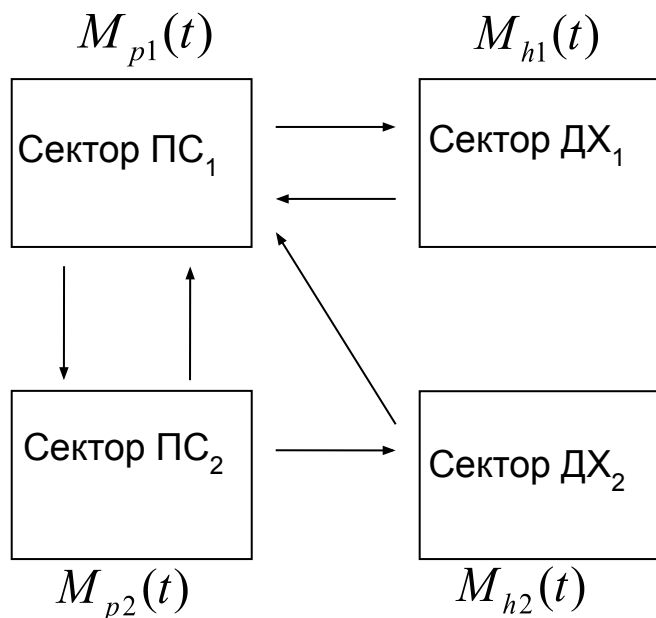
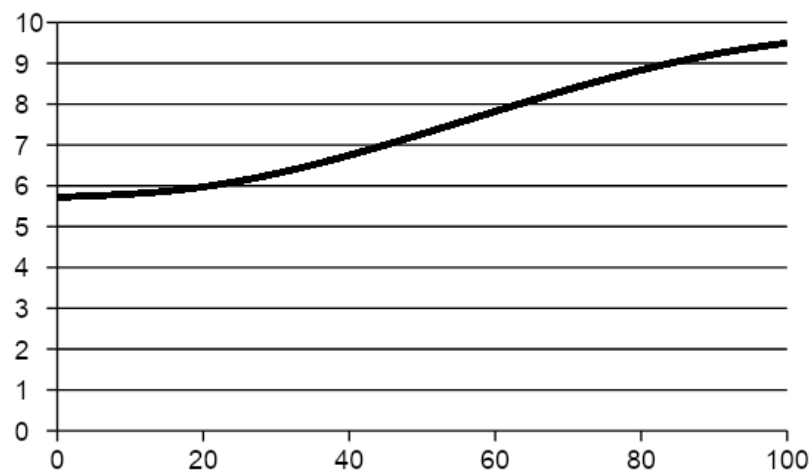


Схема денежных потоков



Рост разницы доходов населения промышленно развитой и сырьевой страны

В стране-экспортере сырья естественным образом снижаются зарплаты и растет имущественное расслоение, происходит деиндустриализация.

Это – **ловушка сырьевых стран.**

Если на рынке сырья – несовершенная конкуренция (на цены можно влиять), доходы сырьевых стран могут расти.

*Развитые страны заинтересованы в удержании сырьевых стран в ловушке*