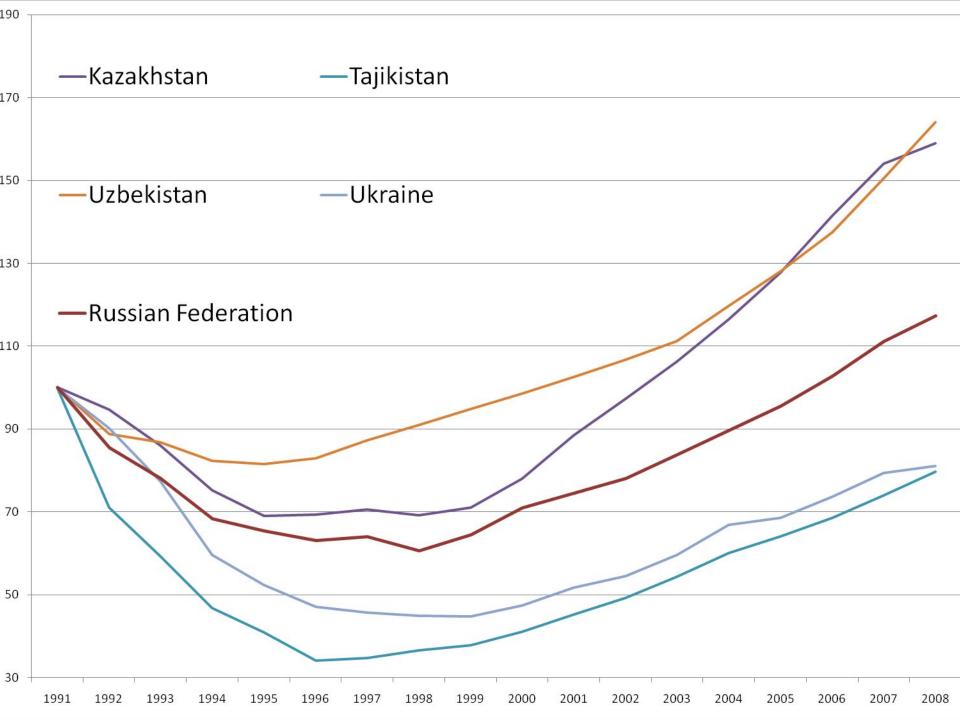
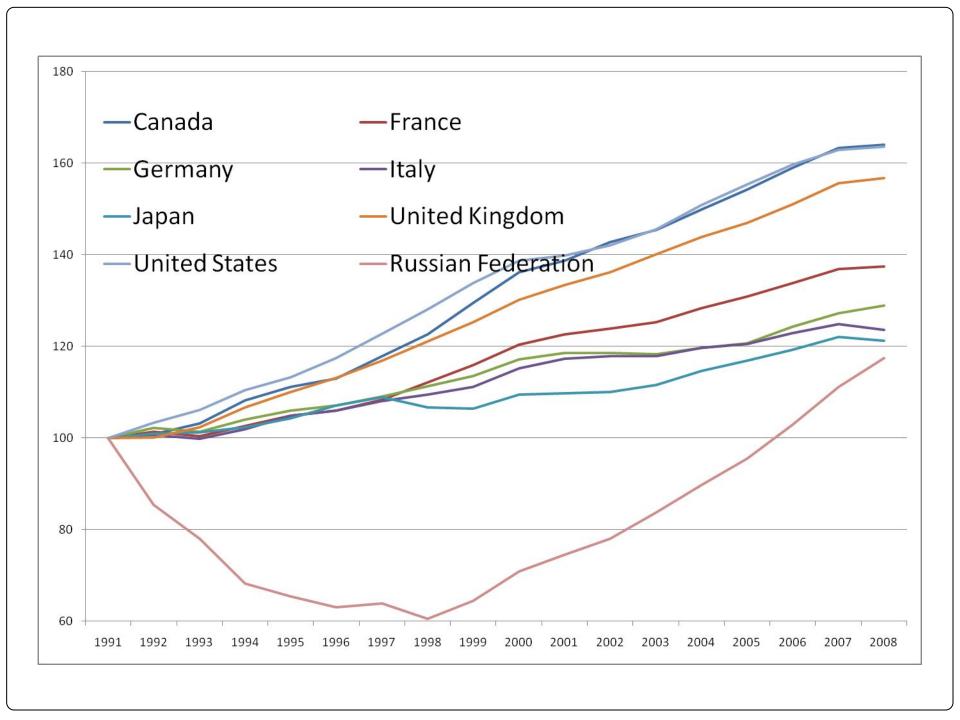
Экономический рост

<u>Лекция 1</u>
Факты роста
Модель Солоу

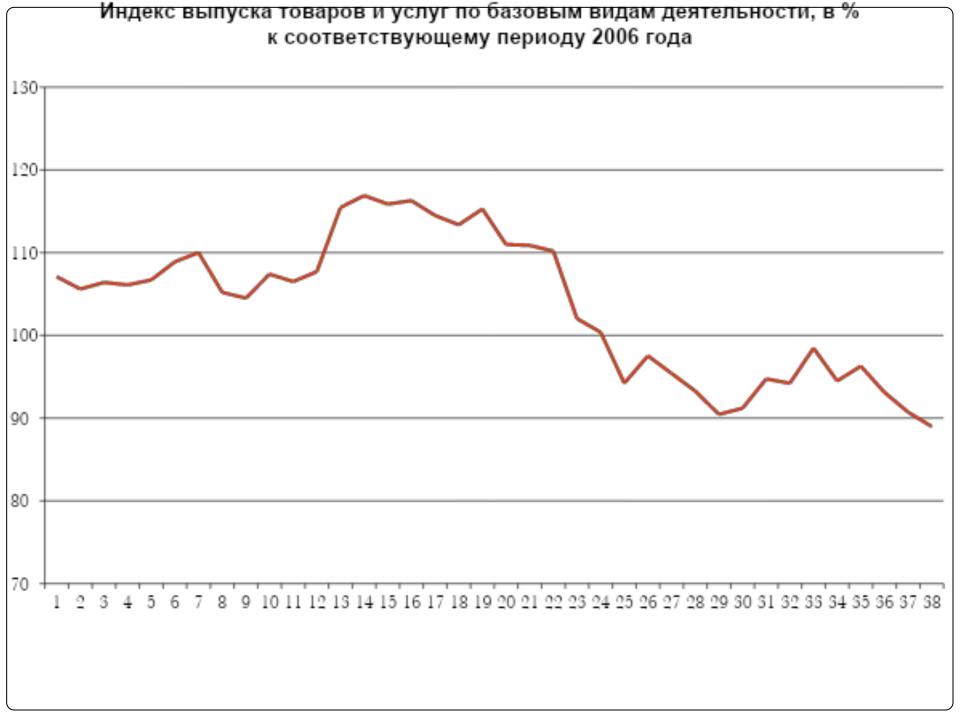


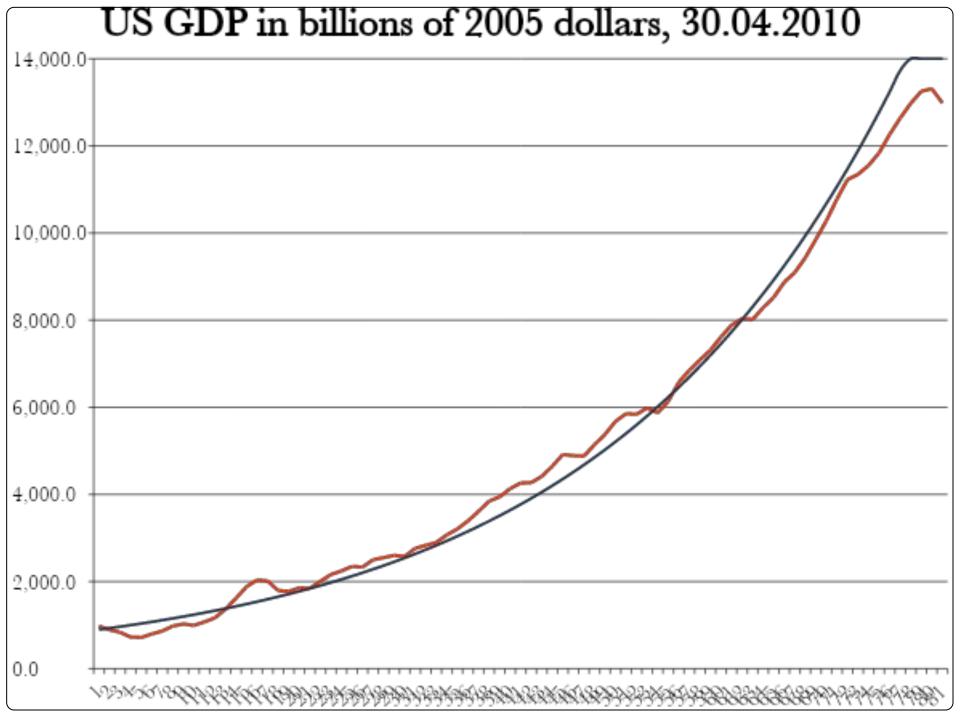


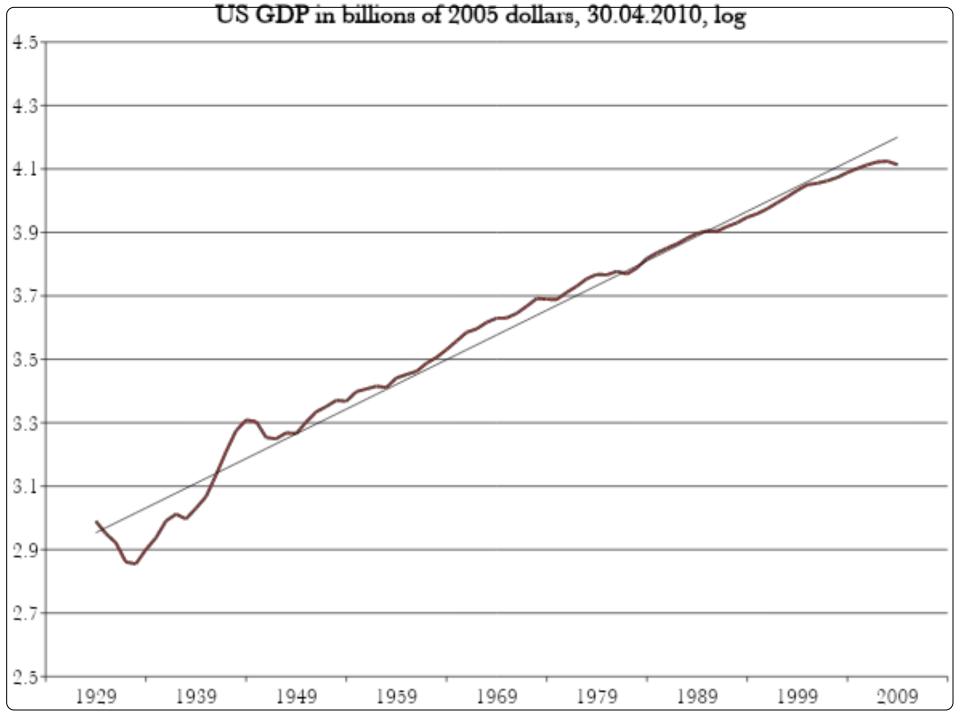


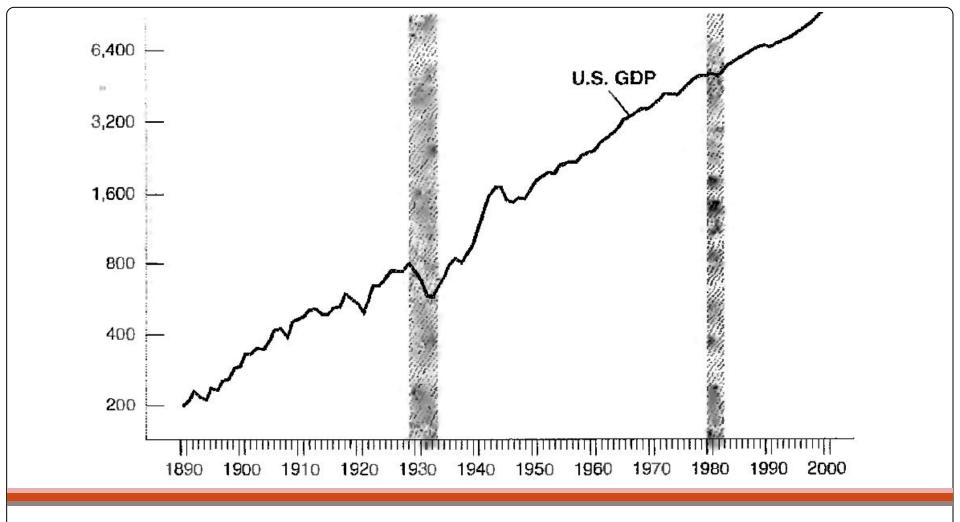




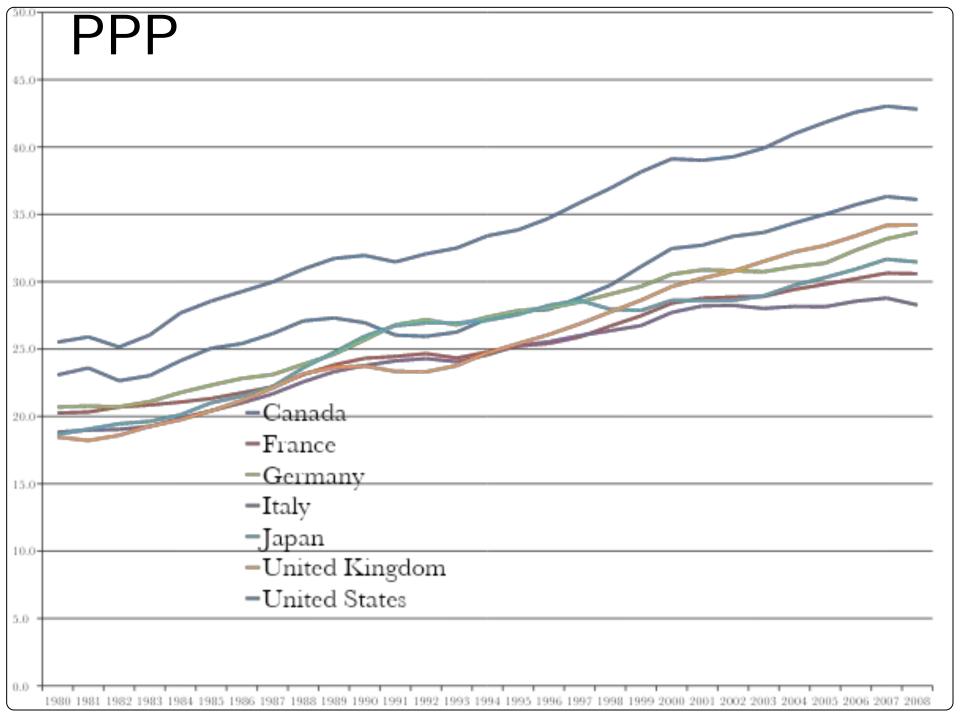


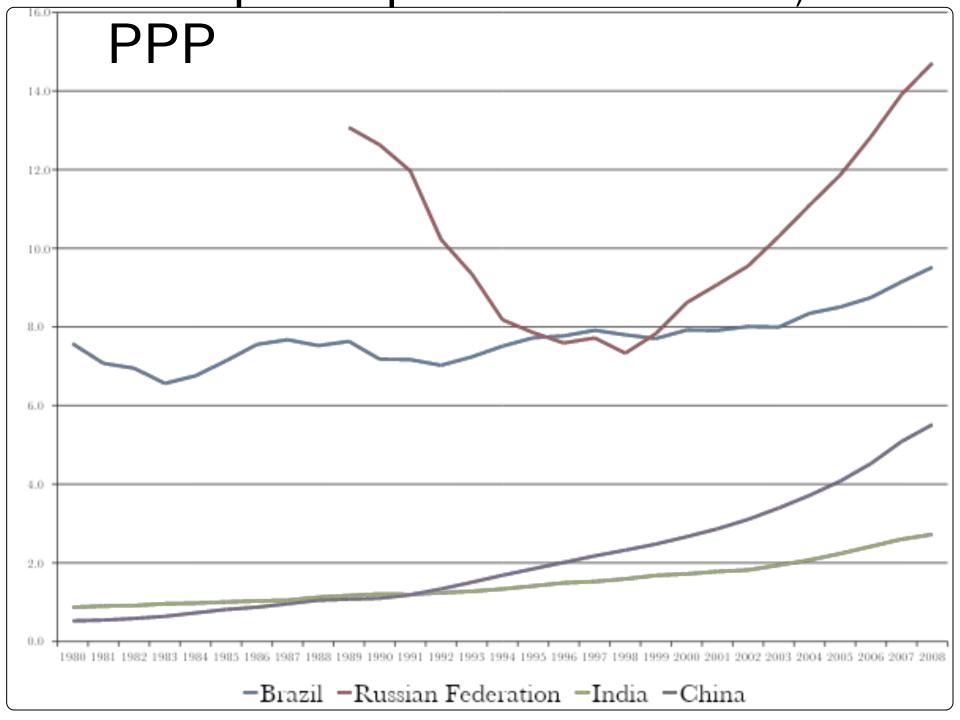


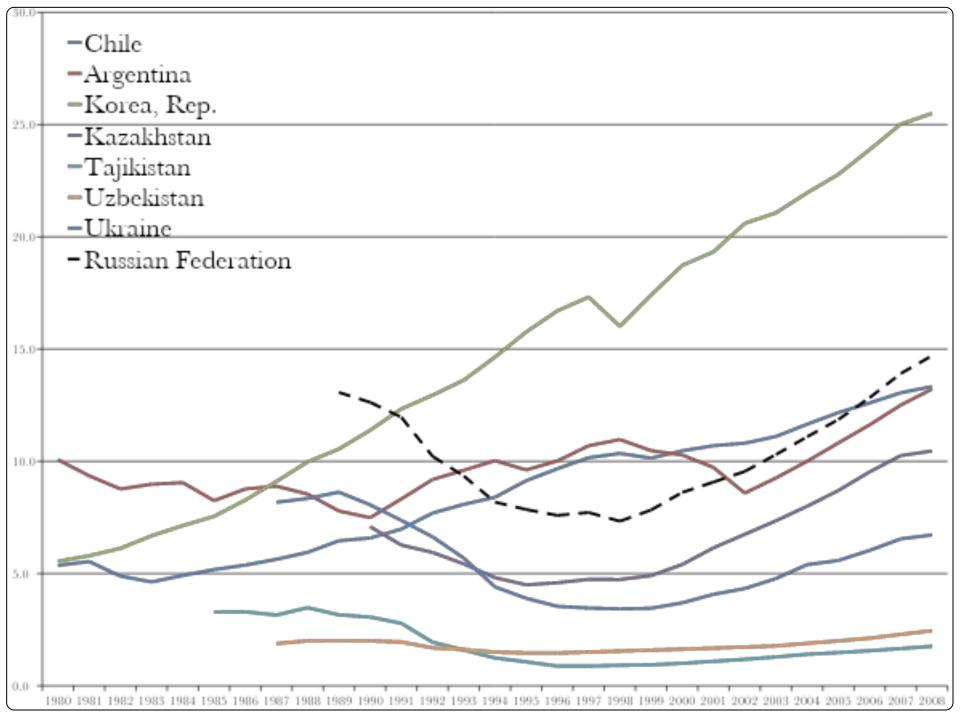


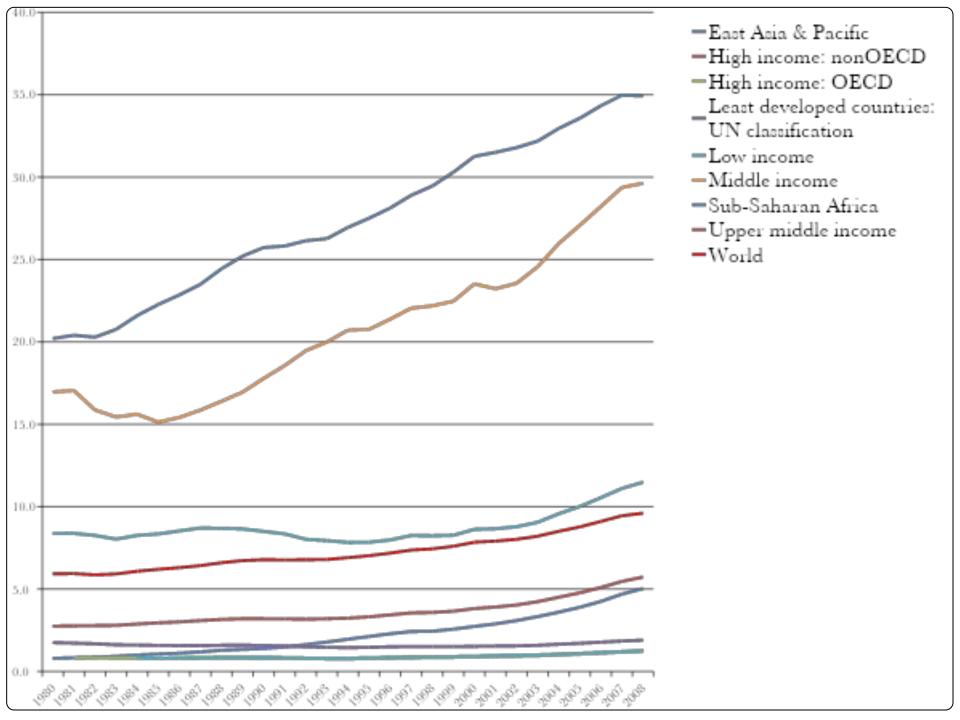


ВВП США, 1890-2000









Факты о росте

• ..

Определения

- Экономический рост
 - долгосрочная тенденция увеличения реального ВВП.
- Долгосрочный период
 - период времени, в течение которого обновляются все средства производства ☐ нет фиксированных факторов производства ☐ нет постоянных издержек
 - обычно от 50 лет
 - В макро-моделях он характеризуется совершенным предвидением, естественным уровнем безработицы и потенциальным уровнем выпуска, поэтому остается изучать только рост

Конвергенция

- Конвергенция (convergence сходимость) –
 выравнивание уровней жизни (ВВП/Н) между странами
- Дивергенция наоборот
- Виды конвергенции
 - **Absolute**: ВВП/Н сходятся
 - Conditional (=club=group)(условная, клубная): ВВП/Н сходятся в одну точку в «одинаковых», «похожих» странах и в разные в сильно различающихся по своим характетистикам странах. Эмпирически, она есть между развитыми странами и ее нет между развивающимися

 - σ-convergence : дисперсия темпов роста в заданной выборке со временем снижается
 - Конвергенция темпов роста

Зачем нужен рост?

- Повышение качества жизни
- Решение глобальных проблем
 - Рост населения и ограниченность ресурсов
 - Бедность, голод, неграмотность
 - Войны, конфликты
 - Экология
 - Болезни
- Чтобы значительно продвинуться в решении всех проблем, достаточно лишь ускорить рост!
- Но как это сделать?

Основные вопросы теории роста

- Каковы источники экономического роста?
- В чем причина различий в доходах между странами?
- Ответив на эти вопросы, мы научимся *управлять* экономическим ростом, а значит решать большинство проблем, с которыми сегодня сталкиваемся
- Роберт Лукас:
 - «Однажды задумавшись над этими вопросами, экономисту сложно думать о чем-нибудь еще»

Моделирование роста

- Логика (любого) моделирования
 - Поставить вопрос
 - Основные вопросы теории роста
 - Задать предпосылки (обычно самая сложная часть)
 - Вывести результат (обычно самая легкая часть)
 - Отвечает ли модель на вопрос, который был задан?
 - Проверить результат эмпирически...
 - Проверить предпосылки... найти ошибку
 - Построить другую модель...
 - ...

Кандидаты на источники роста

- ВВП: Y=F(A,K,L), где K-капитал, L-труд, A-технологии
- Значит, источниками роста могут быть
 - Накопление капитала
 - Рост населения
 - Технический прогресс
- Рост населения обычно приводит к снижению подушевого ВВП, поэтому источниками роста, увеличивающими подушевой ВВП, могут быть
 - Накопление капитала
 - Технический прогресс

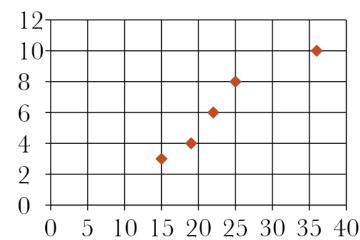
Накопление капитала

- Пусть инвестиции равны сбережениям.
- Тогда накопление капитала определяется нормой сбережений

Норма сбережений и темпы роста (2000-е гг.)

BRICUSA

- сбережения, %ВВП 19, 25, 22, 3615
- pocm,%4, 8, 6, 10 3



Модель Солоу

- ✓Первая и самая важная неоклассическая модель роста
- ✓ Реалистично описывает долгосрочные тенденции в развитых странах
- ✓Заложила основу современной теории роста
- ✓ Модификации модели Солоу используются при разработке экономической политики многих стран и стратегий международных компаний

Роберт Солоу • Ph.D., Harvard

- Emeritus Professor of Economics, MIT
- Nobel Prize, 1987
- http://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Solow



Неоклассическая производственная функция

- Y = F(A, K, L)
- lacktriangle Нейтральность по Харроду: Y = F(K, AL)
- lacktriangle Постоянная отдача от масштаба $F(\lambda K, \lambda AL) = \lambda F(K, AL)$
- Положительная и убывающая отдача по капиталу и эффективному труду

$$F_{K}^{'} > 0, F_{AL}^{'} > 0, F_{K}^{"} < 0, F_{AL}^{"} < 0$$

- (Комплементарность факторов $F_{K-AL}^{"} > 0$
- Примеры:
 - lacktriangle Функция Кобба-Дугласа: $Y = K^{\alpha} (AL)^{1-\alpha}, \, 0 < \alpha < 1$
 - Функция с постоянной эластичностью замещения:

*доказать, что
$$CES DCobb Douglas при < 0 sigma $D$$$

Переход к интенсивной форме

- Идея клонирования
- Запишем все величины в расчете на единицу эффективного труда, AL
- Такой переход позволяет работать с функцией одного аргумента и возможен благодаря CRS:

$$F(\lambda K, \lambda AL) = \lambda F(K, AL)$$

- Пусть $\lambda = 1/(AL)$
- Тогда F(K/AL,AL/AL) = F(K/AL,1) = f(k),
- F(K,AL) = ALf(k) , где
 - $_k$ «капиталовооруженность эффективного труда»
- Теперь можно использовать производственную функцию только одного аргумента, что проще.

Накопление капитала

• Динамика капитала

$$K = I - \delta K$$
$$Y = C + I, I = S = sY$$

- $K = sY \delta K$ Это уравнение можно решить как дифференциальное при начальном условии
- Или в интенсивной форме

$$k = \left(\frac{K}{AL}\right)_{t} = \frac{KAL - K(AL + LA)}{(AL)^{2}} = \frac{K}{AL} - \frac{K}{AL}\frac{A}{A} - \frac{K}{AL}\frac{L}{L}$$

- Пусть $\frac{A}{A} = g$ темп технического прогресса, $\frac{L}{A} = n$ Фемп роста населения $\frac{L}{A} = n$ $\frac{SY \delta K}{AL} kg kn = sf(k) (n + g + \delta)k$

Основное уравнение динамики модели Солоу

$$k = sf(k) - (n + g + \delta)k$$

- Это дифференциальное уравнение.
- Наша цель-найти стационарное решение и изучить динамику системы около него
- Поэтому приравняем k=0
- Получим $sf(k) = (n+g+\delta)k$
- Правая часть возрастает линейно
- Сделав дополнительные предпосылки (условия Инады), решим уравнение графически

Траектория сбалансированного роста

- такая динамика модели, когда все переменные (выпуск, капитал, потребление) растут с постоянным темпом
- более формально: траектория, на которой выполняются факты Калдора

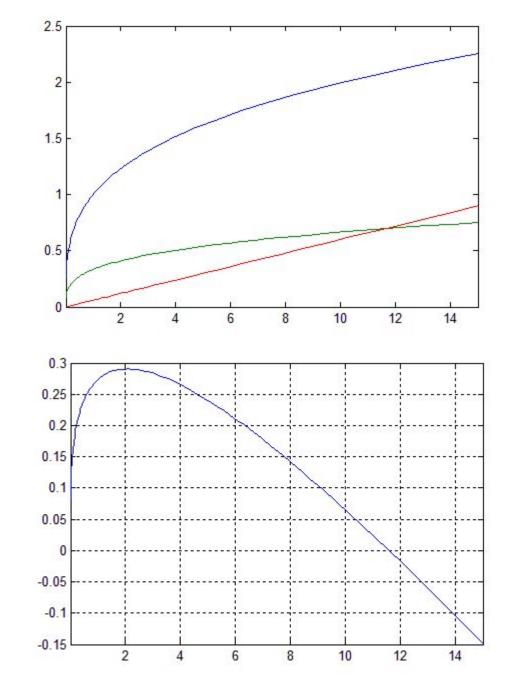
Стилизованные факты Калдора

В развитых странах

- Выпуск, капитал и труд растут постоянными темпами
- Темпы роста капитала и выпуска одинаковы и больше темпов роста труда
- Заработная плата растет с постоянным темпом
- Ставка процента постоянна
- Норма сбережения постоянна
- Доли доходов L и K в общем доходе постоянны

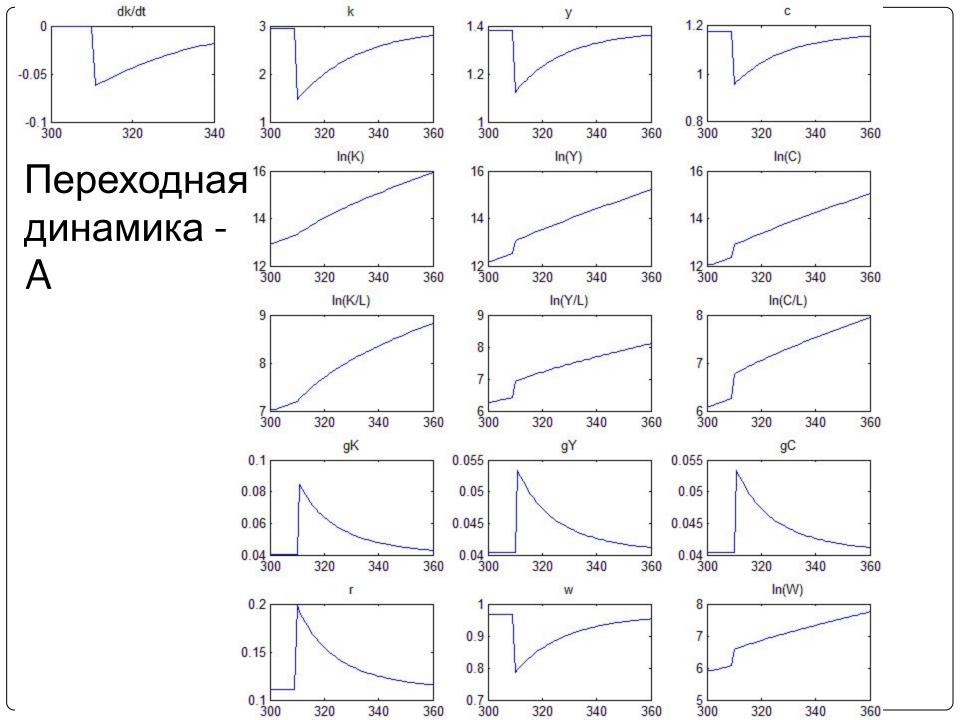
Диаграмма Солоу (а) и фазовая диаграмма (б) производственная f(k)стацирнарные f(k), i функция инвестиции a) $(g+n+\delta)k$ sf(k)фактические инвестиции $(g+n+\delta)k$ k **k*** б) (с) Н.Г.Арефьев

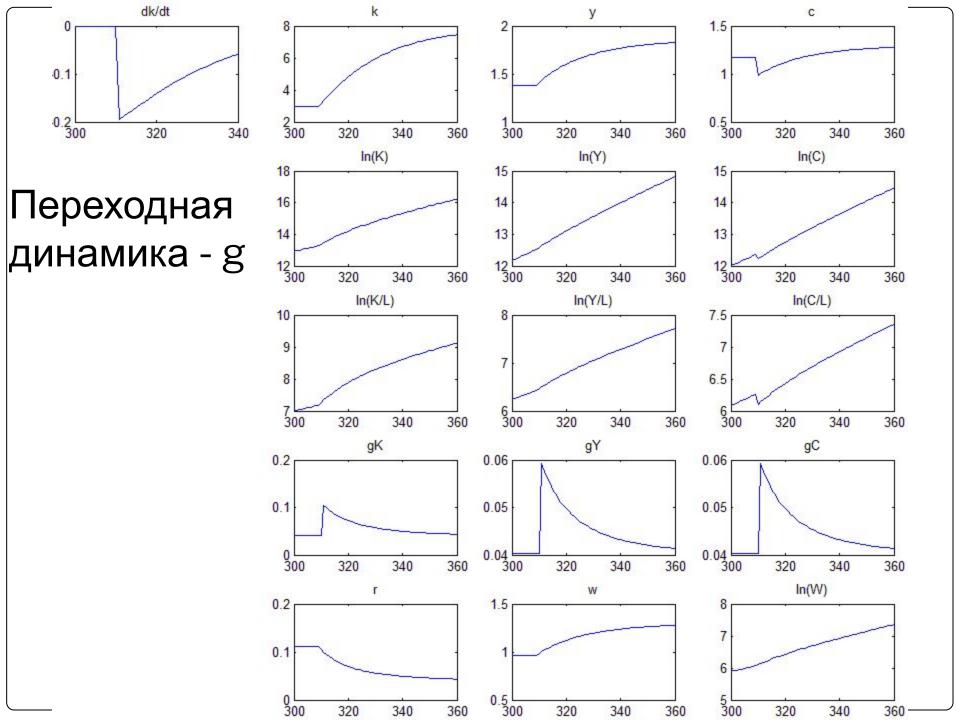
```
function f=solow1(k)
%задаем параметры
alpha=.3;
n=.01;
q = .02;
delta=.03;
s=1/3;
%считаем инвестиции
y=k^alpha;
inv g=s*y;
inv r=(n+g+delta)*k;
inv n=inv g-inv r;
%считаем dk
dk=inv n;
f=[y, inv g, inv r];
%f=dk;
```



Переходная динамика

- Изменения в экономике могут сказаться на параметрах модели: n, g, delta, s, alpha, AO, KO, LO...
- В результате поменяются реальные переменные, изменится равновесие
- Экономика будет постепенно стремиться к новой ТСР
- Переходная динамика это движение экономики в ответ на шок и до прихода в новое устойчивое состояние



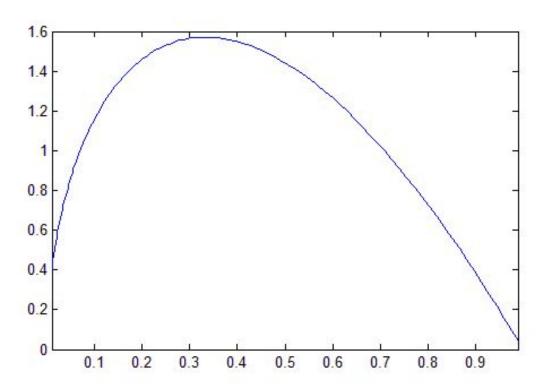


Политика государства

- В модели Солоу государство может влиять на экономику только воздействуя на норму сбережений
- Интуитивно: рост нормы сбережений увеличивает инвестиции, которые способствуют накоплению капитала, что должно ускорить экономический рост
- Но на ТСР темп роста равен (n+g) и не зависит от S.
 Поэтому S не может повлиять на темп роста
- Тем не менее, S влияет на *уровень* ВВП
- Цель государства максимизация благосостояния общества.
- В нашей модели за б/с отвечает потребление
- Поэтому выбор S должен осуществляться исходя из максимизации потребления

Золотое правило

```
function f=solow2(s1)
global alpha n g delta s y
s=s1;
alpha=1/3; n=.01; g=.02;
delta=.03;
k=fzero(@dk, [.01, 100]);
c=(1-s)*y;
f=c;
function f=dk(k)
global alpha n g delta s y
y=k^alpha;
f=s*y-(n+g+delta)*k;
```



Разложение Солоу

Эмпирика модели Солоу

• Скорость конвергенции

$$(1-\alpha)(n+g+\delta) \approx 4\%$$

• Различия в ставках процента

$$\frac{r_1}{r_2} \approx \frac{r_1 + \delta_1}{r_2 + \delta_2} = \left(\frac{K_2}{K_1}\right)^{1-\alpha}$$

• Различия в норме сбережений

$$\varepsilon_s^{k^*} = \frac{1}{1-\alpha} \approx \frac{3}{2}, \qquad \varepsilon_s^{y^*} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \approx \frac{1}{2}$$

Экономический рост

Лекция 2: Эндогенный рост

Модели «АК»

Эндогенный технический прогресс

Flashback

- В SR важны колебания
- В LR имеет значение только рост
- Темпы роста очень различаются по странам и меняются во времени. Доходы по странам различаются еще сильнее и больше всего зависят от роста.
- Значит, эк. политика государства должна ориентироваться на рост. Но как?
- Объяснив рост, мы сможем придумать политику, которая его ускорит, сгладит различия в доходах между странами и повысит уровень жизни навсегда.

- Как изучать рост?
 - Мы предложили производственную функцию.
 - Из нее два возможных источника роста
 - Накопление капитала
 - Технический прогресс
- Мы построили модель Солоу и пришли к выводам:
 - Накопление капитала влияет на уровень ВВП, но не может быть источником роста
 - Поэтому она точно не отвечает на один из двух вопросов об источниках роста.
- Но может ли она объяснить различия в доходах между странами? – Проверим.

Эмпирика модели Солоу

• Скорость конвергенции

$$(1-\alpha)(n+g+\delta) \approx 4\%$$

• Различия в ставках процента

$$\frac{r_1}{r_2} \approx \frac{r_1 + \delta_1}{r_2 + \delta_2} = \left(\frac{K_2}{K_1}\right)^{1-\alpha}$$

• Различия в норме сбережений

$$\varepsilon_s^{k^*} = \frac{1}{1-\alpha} \approx \frac{3}{2}, \qquad \varepsilon_s^{y^*} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \approx \frac{1}{2}$$

Главный вывод модели Солоу

- Модель Солоу концентрирует внимание на накоплении капитала, хорошо согласуется с данными, но оказывается неспособной объяснить экономический рост и различия в доходах между странами
- Основной результат модели Солоу: накоплением капитала нельзя объяснить ни экономического роста, ни различий в доходах между странами

Модель Солоу и технический прогресс

- Единственный фактор в модели Солоу, которым удается объяснить как рост, так и различия в доходах это технологии **A** (их уровень и темп роста *технический прогресс*).
- Но модель его не объясняет, а лишь предполагает в качестве экзогенного
- Значит, модель не объясняет рост, а лишь допускает его существование
- Поэтому модель Солоу это модель экзогенного роста
- Все следующие модели, которые мы рассмотрим модели эндогенного роста

Как изменить модель Солоу?

- Модель Солоу показала, что капитал не является источником роста, если его вклад в выпуск составляет примерно треть (2/3 уже было бы достаточно для объяснения различий в доходах)
- Как изменить модель, чтобы она ответила на наши вопросы?
- Рассмотрим два варианта:
 - Пересмотреть понимание капитала, например учитывать человеческий капитал, внешние эффекты от капитала...
 - Сосредоточиться на техническом прогрессе построить совершенно новую модель
- Есть множество модификаций модели Солоу, которые содержат «расширенное» понимание капитала и лучше объясняют рост. Они называются моделями «АК»

Модели АК

- ✓Простые модели эндогенного роста, основанные на предпосылке о постоянной отдаче от капитала
- ✓ Модели объясняют различия в темпах роста и уровнях жизни между странами внутренними параметрами экономики (такими, как норма сбережений, численность населения, ...)
- ✓ Политика государства может влиять на рост через данные параметры

Модели АК

- Пусть производственная функция обладает постоянной отдачей от капитала
- Абстрагируемся от тех. прогресса и роста населения
- Пусть производственная функция обладает постоянной отдачей от капитала: Y = AK
- Накопление капитала оставим без изменений:

$$K = sY - \delta K$$

- ullet Тогда темп роста выпуска: $g_y = sA \delta = const$
- Выводы:
 - Экономика всегда находится на ТСР (нет переходной динамики)
 - Темп роста зависит от политики

Обоснование моделей «АК»

- Модели АК просты и удобны для объяснения роста
- Однако, их ключевую предпосылку (постоянную отдачу от капитала вместо 1/3 в модели Солоу) необходимо объяснить
- Почему капитал может играть более важную роль, чем у Солоу?
- Обоснования:
 - Капитал в широком смысле
 - Человеческий капитал
 - Инфраструктура, ...
 - Общественные блага
 - Обучение опытом (Learning-by-doing, обучение в процессе деятельности)

Модель с обучением опытом

Модель Солоу

$$Y = K^{\alpha} (AL)^{1-\alpha}$$

$$K = sY - \delta K$$

$$g_L = n$$

$$g_A = g$$

Модель с LBD

$$Y = K^{\alpha} (AL)^{1-\alpha}$$

$$K = sY - \delta K$$

$$g_L = 0$$

$$ADH aKA$$
 aK

:

Решение модели с обучением опытом

$$Y = K^{\alpha} (aKL)^{1-\alpha} = K(aL)^{1-\alpha} = const \cdot K$$

$$g_Y = g_K = s(aL)^{1-\alpha} - \delta$$

$$g_{Y} = g_{y}(s, a, L, \delta)$$

A = aK'



Модель с общественными благами

- Общественные блага увеличивают отдачу от частных
- Государство выбирает объем производства общественных благ, максимизируя чистый выпуск, т.к. выпуск за вычетом расходов на общественные блага

$$Y = F(K, GL) = K^{\alpha} (GL)^{1-\alpha}$$

$$(Y-G) \rightarrow \max_{G} \implies ... \implies Y = K((1-\alpha)L)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} = const * K$$

Модель R&D

Research & Development – исследования и разработки

$$Y = \left[(1 - a_K) K \right]^{\alpha} \left[A (1 - a_L) L \right]^{1 - \alpha}$$

$$A = B \left[a_K K \right]^{\beta} \left[a_L L \right]^{\gamma} A^{\theta}$$

$$K = sY - \delta K$$

$$\frac{L}{L} = n$$

- Бонусное ДЗ: решить модель
- Эта модель может быть моделью АК только при определенных ограничениях на параметры

Модель с человеческим капиталом

(Mankiw, Romer, Wail, 1992, Quarterly Journal of Economics)

$$Y = K^{\alpha} H^{\beta} (AL)^{1-\alpha-\beta}$$

$$K = s_{K} Y - \delta K$$

$$H = s_{H} Y - \delta H$$

$$g_{L} = n$$

$$g_{A} = g$$

- Бонусное ДЗ: решить модель
- *Это не модель АК, а модель экзогенного роста, которая объясняет различия в доходах между странами, но не объясняет рост

Выводы моделей «АК»

- Модели «АК» позволяют объяснить рост «внутренними» характеристиками экономики
 - Нормой сбережения, численностью населения, способностью получать опыт, производством общественных благ
- Но это «искусственное» моделирование роста
- Главным источником роста остается технический прогресс. Модели «АК» не способны объяснить технический прогресс. Они не рассматривают факторов, которыми определяются объемы инвестиций в научные исследования и разработки.

Модели с эндогенным техническим прогрессом

- Модели изучают технический прогресс «изнутри», рассматривая стимулы к исследованиям (модели CD) и механизмы распространения технологий (модель Лукаса)
- В моделях удается объяснить рост и технический прогресс, однако и эти модели обладают рядом недостатков

•План:

- Что такое технический прогресс
- Модели созидательного разрушения (Aghion, Howitt, 1992, 1998, etc)
- Модель Лукаса (2008-2009)

Технический прогресс

- Что такое технология и технический прогресс?
- Как создаются технологии?
- Кто создает технологии?
- Зачем?
- Что может сделать государство для ускорения технического прогресса и экономического роста?

Что такое технология

- Новые технологии приносят пользу
 - Снижают издержки производства
 - Повышают качество продукта
 - Создают новые товары и услуги
- П технология это благо
- Для производства технологий нужны ресурсы
- □ технология экономическое благо
- □Процесс создания технологи можно представить в виде производственной функции

«Технология для технологии»

- Как должна выглядеть производственная функция?
- Сконцентрируем внимание на технологиях, которые снижают издержки, то есть увеличивают производительность факторов производства
- Тогда «выпуск» это рост производительности фактора А
- Аналогом выпуска является рост А

Производственная функция для технологий

- Что нужно для создания технологии?
 - Труд, капитал, технологии?
 - Для простоты предположим, что капитал не нужен
 - Новые технологии создаются с помощью труда на основе предыдущих технологий
- Создание технологий это случайный процесс
 - Прирост производительности случайная величина
 - Вложение ресурсов в исследования не приносит гарантированного результата, рост производительности происходит в случайные моменты времени и имеет случайный масштаб

Производственная функция

$$A = \lambda nA$$

$$g_A = \frac{A}{A} = \lambda n$$

- вероятность разработки новой технологии для одного исследователя

$$\frac{A}{A} = \begin{cases} \gamma \in \text{Івероятностью} & \lambda n \\ \theta, \text{вероятностью} & 1 (-\lambda n) \end{cases}$$

 Задача: найти темп технического прогресса в экономике, где численность исследователей равна 5, вероятность успеха для каждого составляет 2%

Экономический рост

Дано:

$$Y = Ax^{\alpha}, x = const$$

 $g_A = \lambda n \ln \gamma$

Найти:

темп экономического роста

Кто создает новые технологии

- Новые технологии создают исследователи
- Но мало создать технологию ее нужно применить в производстве
- Внедрением новых технологий занимаются предприниматели
- Инновация новая идея, примененная в экономике
- Именно инновации обеспечивают экономический рост
- Технологии полезны для создания новых идей
- Но для создания инновации нужны
 - Идея
 - Предприниматель

Зачем создавать технологии?

- Каковы стимулы к созданию технологий?
- Стимулирует ли конкуренция экономический рост?
- Производственная функция с идеей

$$Y = F(K, L, a), a \in \{0; 1\},\$$

 $F(K, L, 0) = 0, F(K, L, 1) > 0$

• При совершенной конкуренции:

$$F = (r + \delta)K + wL + 0a$$

- Предприниматель не получает прибыли, поэтому не имеет стимулов делать инвестиции в технологии
- Вывод: при совершенной конкуренции технического прогресса быть не может

разрушения (Creative Destruction, CD, Шумпетер, 1950e)

- Главный стимул к инвестициям в исследования монопольная прибыль
- Создав новую технологию, исследователь становится монополистом на рынке продукции и получает монопольную прибыль
- Прибыль можно получать не бесконечно долго, а только до тех пор, пока кто-то другой не создаст более совершенную технологию
- *Создавая* новую технологию, новый исследователь отнимает монопольную власть у предыдущего, «*разрушая*» его прибыльный бизнес.
- Технический прогресс это процесс «созидательного разрушения» (Creative Destruction)

Модели созидательного разрушения

• Возможно, будет рассмотрена упрощенная версия из P.Aghion, P.Howitt. The Economics of Growth, 2009

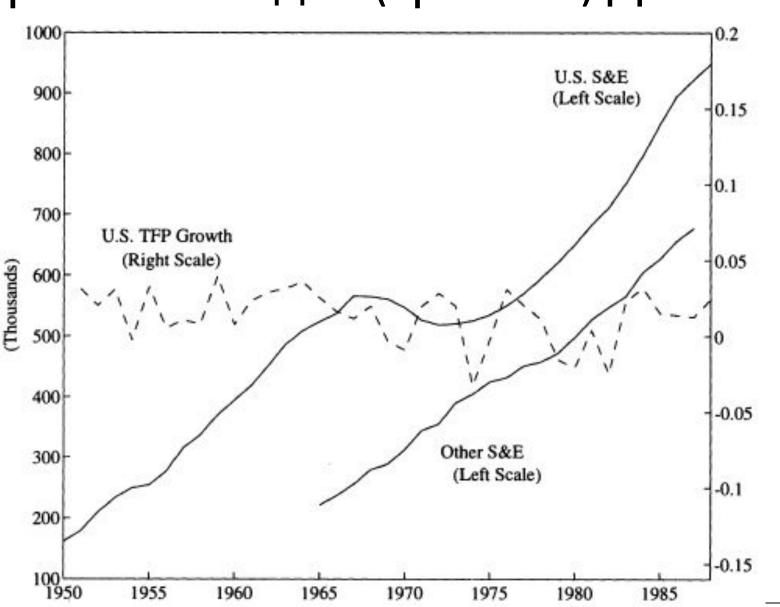
Политика государства и модели CD

- Фундаментальные исследования
 - В модели их роль двойная
 - Повышают вероятность новых открытий и идей
 - Повышают вероятность похищения бизнеса (destruction)
 - □ Первый эффект сильнее.
- Субсидирование ставки процента, налоговые льготы
- Защита прав собственности снижение рисков
 - Рисковая премия в ставке процента
 - Риск потери собственности
 - Риск потери интеллектуальной собственности
- Демографическая политика
 - В модели рост населения может привести к увеличению числа исследователей, что ускорит эк. рост. Но это не подтверждается эмпирически и является недостатком моделей CD («эффект масштаба»)
- Антимонопольная политика
 - В модели конкуренция замедляет рост, т.к. снижает прибыли исследователей
 - В реальной экономике распространение технологий и конкуренция в «низкотехнологичных» секторах экономики создают стимулы заниматься исследованиями

Проблемы моделей созидательного разрушения

- Недостаточные возможности эмпирических приложений
 - Модели только качественные. Можно тестировать выводы, но трудно оценить модель.
- Эффект масштаба (загадка Джонса, Jones 1995)
 - Темп эк. роста положительно зависит от числа исследователей, и эта зависимость не подтверждается эмпирически
 - Предложен ряд решений, ни одно из которых не признано удовлетворительным

Эффект масштаба в моделях роста: загадка (критика) Джонса



On the frontier of growth theory: Ideas and Growth, Lucas, 2008 (2009)

• См. вторую презентацию

Прекратится ли технический прогресс?

- Комбинаторный рост
- Метафоры Пола Ромера...
- Кулинария
 - Сколько можно приготовить блюд из 100 компонентов?
 - А если предположить, что
 - возможны разные пропорции?
 - возможны разные формы?
 - возможны разные способы приготовления?
- Вывод: в обозримом будущем технический прогресс не прекратится

Flashback

- Теории экзогенного роста
 - Модель Солоу
 - Модель Солоу с природными ресурсами
 - Модель с человеческим капиталом
- Теории эндогенного роста
 - AK
 - Самая простая модель
 - Модель с обучением опытом
 - Модель с общественными благами
 - Модель R&D
 - Модели с эндогенным техническим прогрессом
 - Модель созидательного разрушения
 - Модель Лукаса