

Как экономика стала математикоемкой наукой

Покровский Дмитрий Александрович
к.э.н., доцент департамента экономики НИУ ВШЭ (СПб)

О себе

Учился в 45 ФМШ (ныне - Академическая гимназия)

1998 - закончил СПбГУ , мат.-мех. Ф-т, каф. Высшей алгебры и Теории чисел

2002 - магистр экономики, Европейский университет в СПб, экон. Ф-т.

Знаю свою генеалогию до 14 колена по нескольким родам (примерно с конца 18 века)

Разбираюсь в современном театре.

С чего все начиналось...

Вербальные модели:

Аристотель (4 век до н.э.): “воевать надо до тех пор, пока военные расходы не превосходят выигрыша от войны.

Меркантилизм (15-16 вв): надо обеспечивать выгодные условия торговли и положительный торговый баланс

Адам Смит (нач. 18 в.): “невидимая рука рынка” - рынок сам все выправит

Малтус (кон. 18 в.): рост населения приведет к исчерпанию всех ресурсов

Карл Маркс (нач. 19 в.): производственные отношения - в противоречии со средствами производства

Экономическая теория сегодня...

Математические модели:

$$1 - \Gamma_{\text{new}}(\hat{c}_{\text{new}}) = \int_{\hat{c}_{\text{new}}}^{\hat{c}} \gamma_{\text{new}}(c)dc = \int_{\hat{c}_{\text{new}}}^{\hat{c}} \frac{L}{L + \Delta L} \gamma(c)dc + \int_{\hat{c}}^{\hat{c}} \frac{L}{L + \Delta L} \gamma(c)dc \\ + \int_{c_1}^{c_2} \frac{\Delta L}{L + \Delta L} \gamma_m(c)dc = -\hat{\gamma}\Delta c + \frac{L}{L + \Delta L}(1 - \hat{\Gamma}) + \frac{\Delta L}{L + \Delta L}.$$

Аналогично, знаменатель

$$\int_{\underline{c}}^{\hat{c}_{\text{new}}} \frac{\gamma_{\text{new}}(c)}{c^{\sigma-1}} dc = \frac{L}{L + \Delta L} \left(\int_{\underline{c}}^{\hat{c}} \frac{\gamma(c)}{c^{\sigma-1}} dc + \int_{\hat{c}}^{\hat{c}_{\text{new}}} \frac{\gamma(c)}{c^{\sigma-1}} dc \right)$$

Теория потребителя

Люди хотят жить “хорошо”

$U(x_1, x_2) \rightarrow \max$

Теория потребителя

Люди хотят жить “хорошо”

$U(x_1, x_2) \rightarrow \max$

... но денег нет: $p_1x_1 + p_2x_2 \leq I$

Теория фирмы

Фирмы хотят “захватить мир”

$$\Pi(q) = pq - TC(q) \rightarrow \max$$

Теория фирмы

Фирмы хотят “захватить мир”

$\Pi(q) = pq(K, H) - TC(q) \rightarrow \max$

....но “вас много, а я одна”: $K \leq K_1, H \leq H_1$

Теория общественного выбора

Государство хочет “много денег”

$$T = t\Pi(q) \rightarrow \max$$

Теория финансов

А еще - банки... финансовые организации... биржа...

Микроэкономика

И все пытаются вместе существовать...

$$U(x_1, x_2, h) \rightarrow \max$$

$$p_1 x_1 + p_2 x_2 \leq wh$$

$$\Pi(q) = pq(K, L) - wL - rK \rightarrow \max$$

$$T = t\Pi \rightarrow \max$$

РАВНОВЕСИЕ

Теория игр

Противоречие целей вынуждает агентов вести себя СТРАТЕГИЧЕСКИ.

В результате - ТЕОРИЯ ИГР - язык современной экономики.

Макроэкономика

Из МИКРО-ОСНОВНИЙ экономики возникает МАКРОЭКОНОМИКА

$$Y = C_a + cY + \text{Inv}(i) + G + \text{Ex}(\tau_1) - \text{Im}(\tau_2)$$

$$\text{Inv}(i) = Y - C$$

$$M = L(i)$$

$$G = T(t)$$

Эконометрика

Прогнозные модели требуют специальных методов математической статистики и теории вероятности -

развитие эконометрических методов на стыке ТВиМС, Мат.ан. Функции многих переменных, линейной алгебры..

$$\underline{b}_{GLS} = \left(X' \Omega^{-1} X \right)^{-1} X' \Omega^{-1} \underline{y}$$

$$\text{Var} \left(\underline{b}_{GLS} \right) = \sigma^2 \left(X' \Omega^{-1} X \right)^{-1} \quad (5.1)$$

Натуральные эксперименты...

Разделение и воссоединение Германии

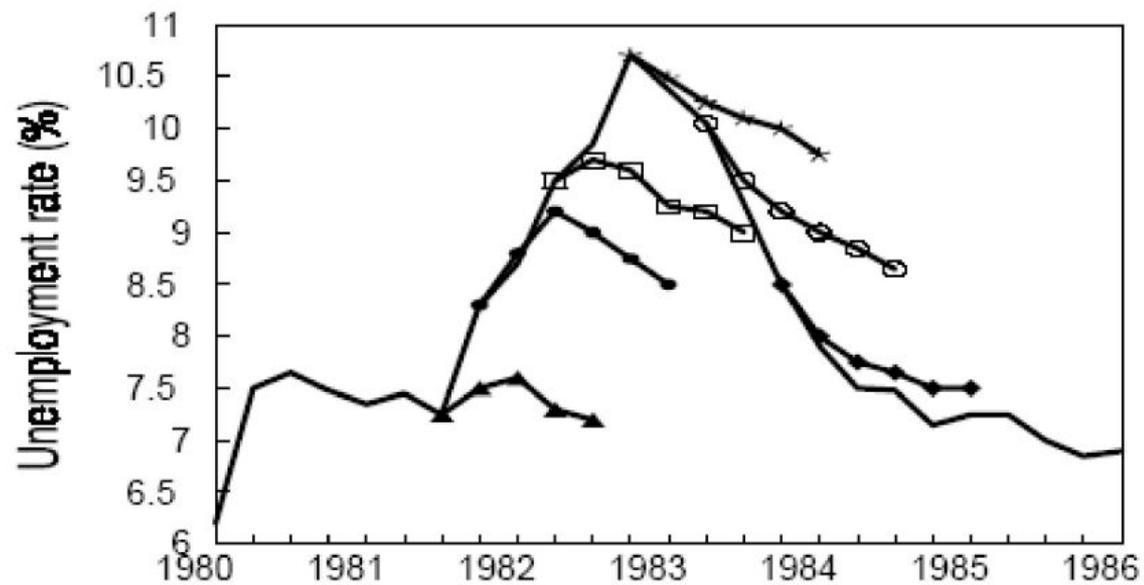
ГУЛАГ

Развал СССР

Северная и Южная Корея

Введение евро

Крах простых моделей....



Новая экономическая теория

Нужны “серьезные” микрооснования:

Бесконечное число потребителей бесконечно разнообразных типов (по предпочтениям)

Непрерывное время жизни потребителя (непрерывное потребление)

Трансферы между поколениями

Бесконечное число фирм (по производительности)

Стратегическое взаимодействие с агрегированным агентом (рыночные показатели)

Статическая и динамическая оптимизация

Все **ОЧЕНЬ БЫСТРО** становится **ОЧЕНЬ СЛОЖНО**

Экономика на сетях

Важны не только характеристики агентов, но и сети взаимодействия

Теория графов в микроэкономике

Экономика транспорта

Экономика города

Модели с асимметрией информации

Экономика информации

Теория лотерей...

Теория контактов...

Теория аукционов...

Дизайн механизмов..

Поведенческая экономика



Расчетные модели и нейросети

Современные DSGE модели (динамические стохастические модели общего равновесия) - сотни уравнений с тысячами параметров.

Решаются ТОЛЬКО численными методами в несколько этапов:

Оптимизация корзины потребления

Оптимизация межвременного потребления

Оптимизация поведения фирм

Рыночное равновесие в статике

Динамическое рыночное равновесие

Виртуальная валюта и блокчейн...

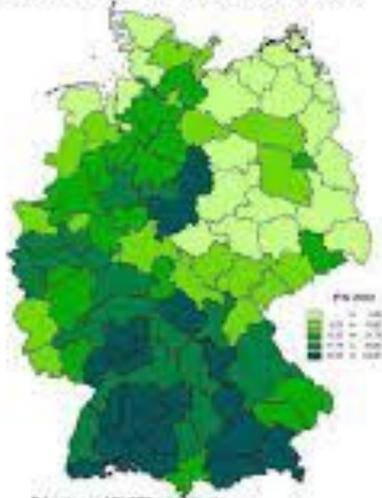
Бесконечное разнообразие финансовых инструментов.

Даже простые инструменты - опционы - требуют привлечения математики стохастических процессов (формула Блэка-Шоулза)

Высокочастотные временные ряды (биржевые данные) требуют специальных методов

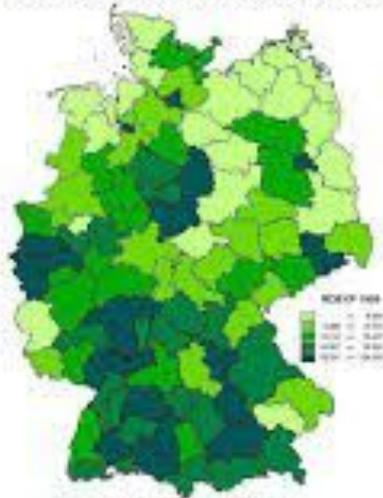
Геопространственные модели

Patents per capita, 2000



Patents per 100,000 inhabitants.
Source: Deutscher Patentrat, own calculations

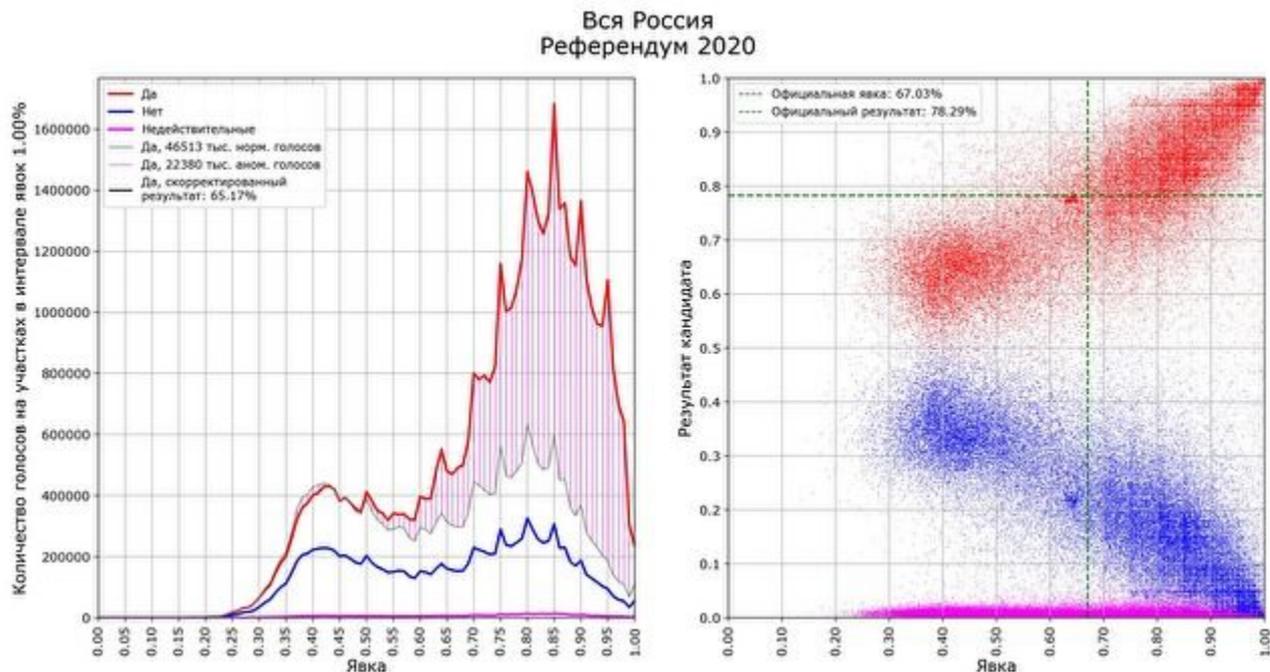
R&D expenditure p. c., 1999



R&D expenditure per 1,000 GDP (100,000 inhabitants)
Source: GfK Research and Consulting, own calculations

Электоральная экономика

Модели голосования и электоральная статистика....



Биг дата

Данные социальных сетей

Данные с товарных чеков

Данные таможенных деклараций

Данные операторов мобильной связи

Экономический империализм

Модели мэтчинга доноров и пациентов

Задачи оптимального размещения

Модели на (до)исторических данных

Экономика спорта

Экономика даркнета

Экономика образования

Экономика развлечений

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ