

# Введение в пространственную экономику

**Филатов А.Ю.**

Институт систем энергетики им.Л.А.Мелентьева,  
Иркутский государственный университет

<http://math.isu.ru/filatov>,  
<http://polnolunie.baikal.ru/me>,  
[http://fial\\_.livejournal.com](http://fial_.livejournal.com),  
[alexander.filatov@gmail.com](mailto:alexander.filatov@gmail.com)



# Экономический рост и его неравномерность

**1000 → 2000 г.г.:** население ↑ в 22 раза, мировой ВВП ↑ в 300 раз.

1. Неравномерность во времени

**Западная Европа:** 1000-1820 – 0,15% / год, 1820-2010 – 1,5% / год.

2. Неравномерность по странам

**Китай:** последние 30 лет – 8-13% / год.

5% / год ~ 131,5 раз / век; 10% / год ~ 13781 раз / век.

3. Неравномерность внутри стран

**Шанхай:** до середины 90-х – «a muddy swamp», сейчас – финансовый центр.

**Детройт:** в I половине XX века - 3-й город в США, сейчас коллапс.

**Бологое:** крупнейший перевалочный центр между М. и СП → запустение.

Некоторые города полностью закрыты: «Street closed. Drive at your risk».

**Причина роста с начала XIX века – промышленная революция!**

1. Повышение производительности труда

**Западная Европа:** 1000-1700 – рост в 2 раза, 1700-2000 – рост в 50 раз.

2. Снижение транспортных издержек.



# Снижение транспортных издержек

**1800 → 1910 г.г.:** снижение цен на транспортировку по земле в среднем в 10 раз.

## Сокращение цены:

1. Цена угля Sarrebrück на металлургическом заводе в 220 км от месторождения – 18%, остальные 82% – транспортные издержки.
2. Транспортировка зерна – 0,5% стоимости / км (200 км – удвоение цены).  
После строительства железных дорог – транспортные издержки упали **в 50 раз!**

## Сокращение времени:

Париж – Марсель: 1650 г. – 358 ч., 1854 г. – 38 ч., 2010 г. – 3 ч.

**Сокращение таможенных пошлин** (особенно в последние 60 лет):

**Табл. 1. Средний размер таможенных пошлин, %**

| Год              | 1820 | 1875 | 1913 | 1925 | 1930       | 1950 | 1987 | 1998        |
|------------------|------|------|------|------|------------|------|------|-------------|
| Средний тариф, % | 22%  | 13%  | 17%  | 19%  | <b>32%</b> | 16%  | 7%   | <b>4,6%</b> |

**Следствие – рост мировой торговли, снижение разницы цен:**

Великобритания – США (1870→1913): пшеница 58% → 16%, сталь 75% → 21%.



# Рост мировой торговли

Табл. 2. Экспорт / ВВП в различных странах мира, %

| Страна / год   | 1870 | 1913 | 1950 | 1973 | 1987 | 2000         |
|----------------|------|------|------|------|------|--------------|
| Бельгия        | 7,0  | 17,5 | 13,4 | 40,3 | 52,5 | 86,3         |
| Великобритания | 10,3 | 14,7 | 9,5  | 11,5 | 15,3 | 28,1         |
| Германия       | 7,4  | 12,2 | 4,4  | 17,2 | 23,7 | 33,7         |
| Италия         | 3,3  | 3,6  | 2,6  | 9,0  | 11,5 | 28,4         |
| Китай          |      |      |      |      |      | 25,9*        |
| Нидерланды     | 14,6 | 14,5 | 10,2 | 34,1 | 40,9 | 67,2         |
| <b>Россия</b>  |      |      |      |      |      | <b>44,5*</b> |
| США            | 2,8  | 4,1  | 3,3  | 5,8  | 6,3  | 11,2         |
| Франция        | 3,4  | 6,0  | 5,6  | 11,2 | 14,3 | 28,5         |
| Япония         | 0,2  | 2,1  | 2,0  | 6,8  | 10,6 | 10,8         |

**В среднем по мировой экономике рост доли экспорта в ВВП – в 17 раз!**



## Сокращение издержек связи

## 1910 г.: письмо Лондон – Дели ~ 1 год. Сейчас – ТВ, сотовая связь, интернет.

**Табл. 3. Стоимость транспортировки и связи, %**

| Год               | 1920 | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Наземный трансп.  | 100  | 65   | 67   | 48   | 28   | 29   | 25   | 30   |
| Воздушный трансп. |      | 100  | 70   | 45   | 38   | 25   | 18   | 15   |
| Трансатлант. тел. |      |      | 100  | 30   | 28   | 18   | 3    | 1    |
| Спутниковый тел.  |      |      |      |      |      | 100  | 15   | 8    |

## Урбанизация

**Доля городского населения в 1800 / 1910 / 2000 году:**

Европа: 12% / 41% / 75% , США: 5% / 42% / 75.

**Крупные города:**

1910 г. – 228 городов с населением более 100 тыс. жителей.

1800 г. – 98 из них совсем не существовали или были небольшими деревнями.

**Деревня** – все делают всё (пекут хлеб, шьют одежду...) – очень неэффективно!

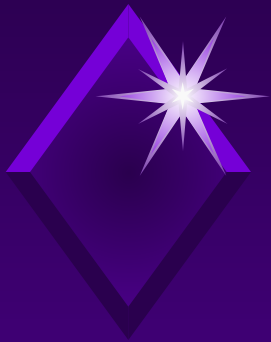
**Город** – всё производится в промышленных масштабах, можно купить.



# Рост и неравенство

Табл. 4. Среднедушевой доход, \$, в ценах 1960 г.

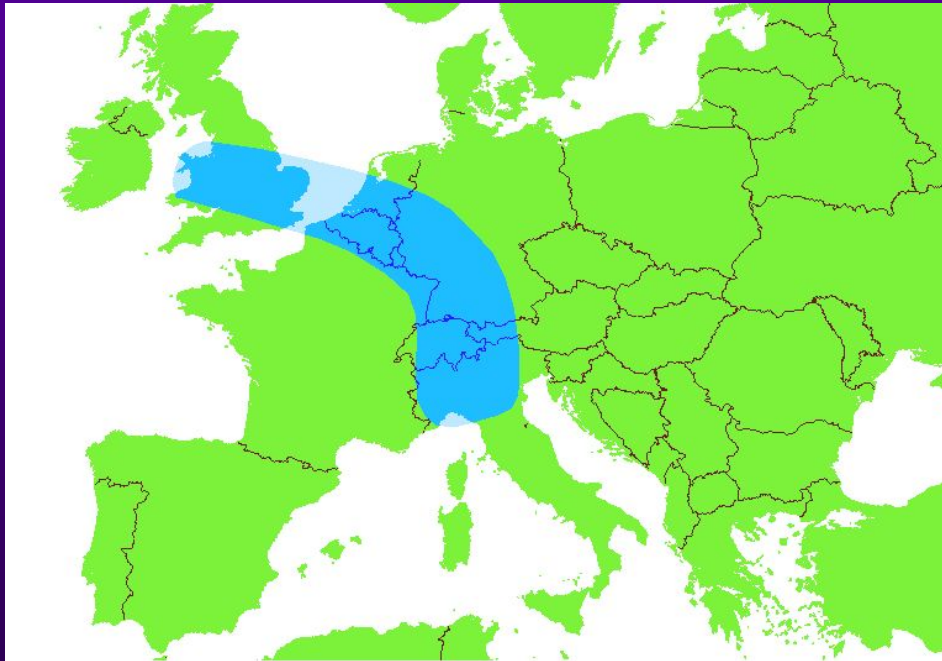
| Страна / год        | 1800 | 1830 | 1850 | 1870 | 1890 | 1900 | 1913 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Бельгия             | 200  | 240  | 335  | 450  | 555  | 650  | 815  |
| Болгария            | 175  | 185  | 205  | 225  | 260  | 275  | 285  |
| Великобритания      | 240  | 355  | 470  | 650  | 815  | 915  | 1035 |
| Германия            | 200  | 240  | 305  | 425  | 540  | 645  | 790  |
| Испания             | 210  | 250  | 290  | 315  | 325  | 365  | 400  |
| Италия              | 220  | 240  | 260  | 300  | 315  | 345  | 455  |
| Нидерланды          | 270  | 320  | 385  | 470  | 570  | 610  | 740  |
| Португалия          | 230  | 250  | 275  | 290  | 295  | 320  | 335  |
| Россия              | 170  | 180  | 190  | 220  | 210  | 260  | 340  |
| Сербия              | 185  | 200  | 215  | 235  | 260  | 270  | 300  |
| США                 | 240  | 325  | 465  | 580  | 875  | 1070 | 1350 |
| Франция             | 205  | 275  | 345  | 450  | 525  | 610  | 670  |
| Швейцария           | 190  | 240  | 340  | 485  | 645  | 780  | 895  |
| Среднее             | 199  | 240  | 285  | 350  | 400  | 465  | 550  |
| Среднеквадрат.откл. | 24   | 43   | 68   | 110  | 155  | 182  | 229  |



# Неравенство и региональный вопрос

Табл. 5. Эластичность душевого ВВП по расстоянию от Великобритании

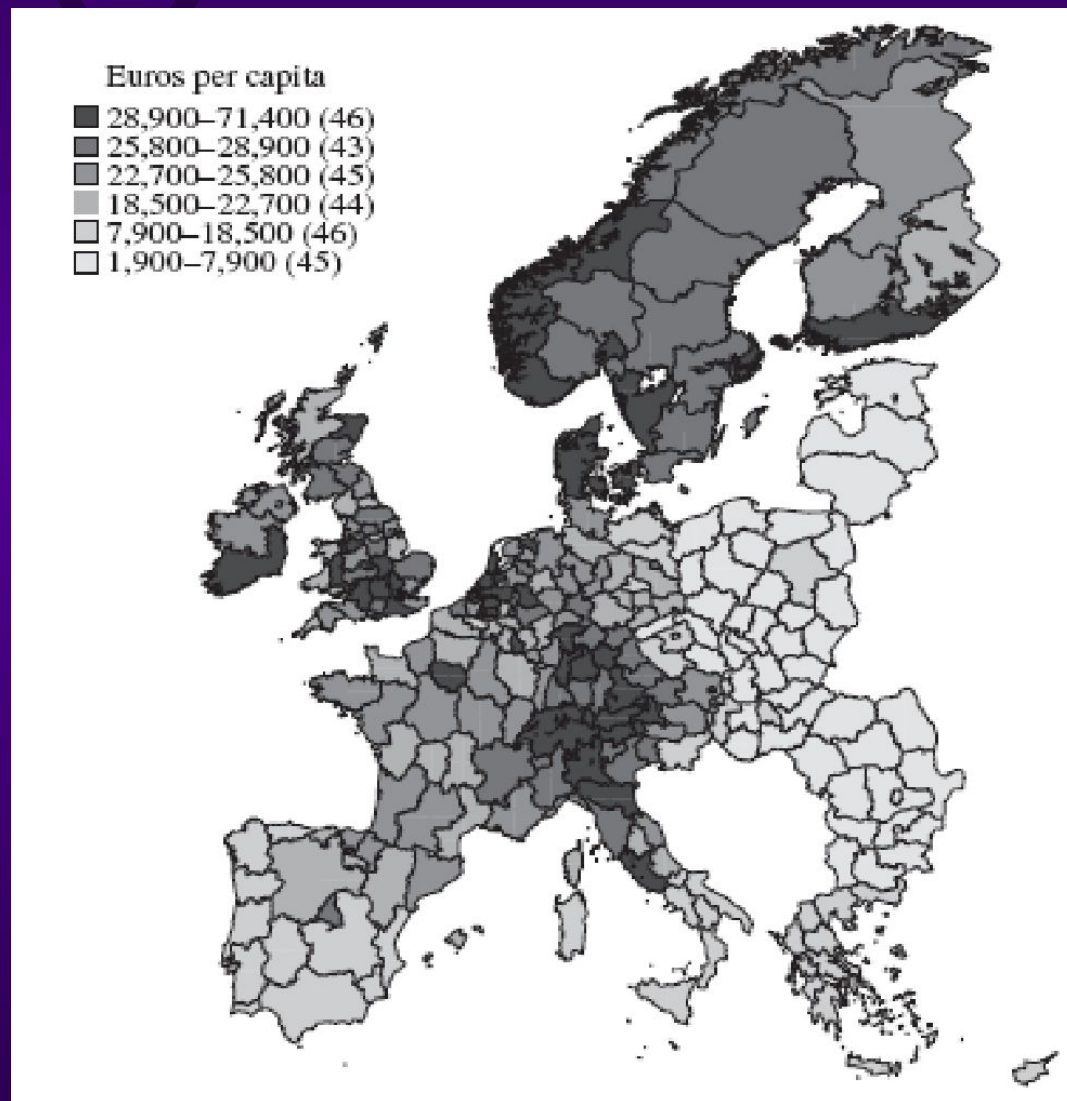
| Год          | 1800   | 1830   | 1850   | 1870   | 1890   | 1900   | 1913   |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Эластичность | -0,090 | -0,195 | -0,283 | -0,371 | -0,426 | -0,437 | -0,436 |
| $R^2$        | 0,376  | 0,717  | 0,857  | 0,883  | 0,796  | 0,764  | 0,647  |



«**Boom banana**» (Brunet' 1970) – кратчайший и простейший путь от Северного моря к Средиземному.

**Франция < Швейцария**, т.к. многочисленное чиновничество создало множество препятствий торговле, особенно транзитной.

# Душевой ВВП по регионам ЕС



ВВП на душу населения  
для 269 областей NUTS2  
(nomenclature des unites  
territoriales statistiques)  
ЕС-27, плюс Норвегия и  
Швейцария, 2004 год.

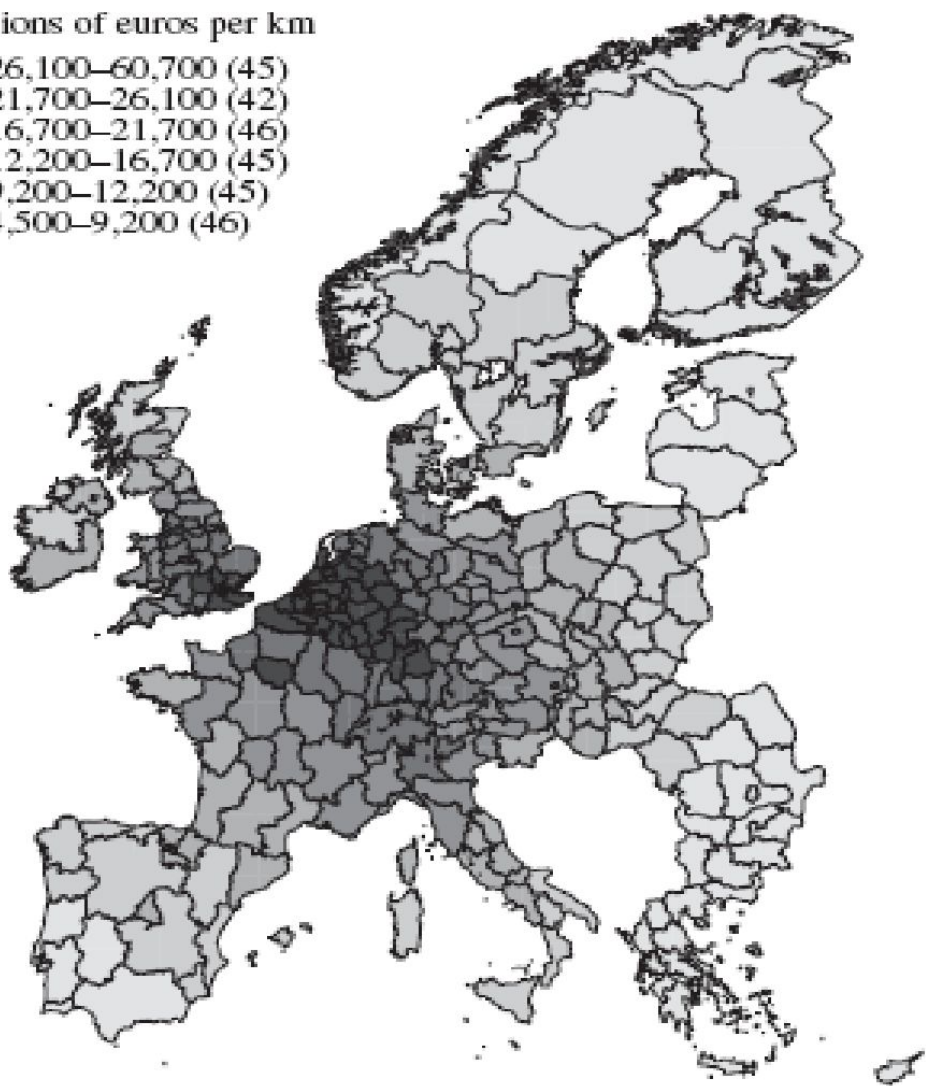
## Особенности:

1. Существенные внутри-региональные различия в некоторых странах.  
## Италия
2. Концентрация богатых регионов.

# Структура «центр-периферия» в ЕС

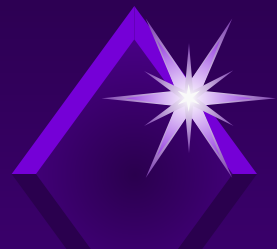
Millions of euros per km

- 26,100–60,700 (45)
- 21,700–26,100 (42)
- 16,700–21,700 (46)
- 12,200–16,700 (45)
- 9,200–12,200 (45)
- 4,500–9,200 (46)



ВВП на квадратный км  
для 269 областей NUTS2  
(nomenclature des unites  
territoriales statistiques)  
ЕС-27, плюс Норвегия и  
Швейцария, 2004 год.

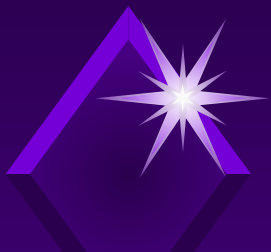
**Рыночный потенциал ре-  
гиона** (средневзвешенный  
ВВП окружающих регио-  
нов с весами, обратно про-  
порциональными расстоя-  
нию) **существенно влияет  
на экономическое разви-  
тие!**



# Распределение городов в Европе

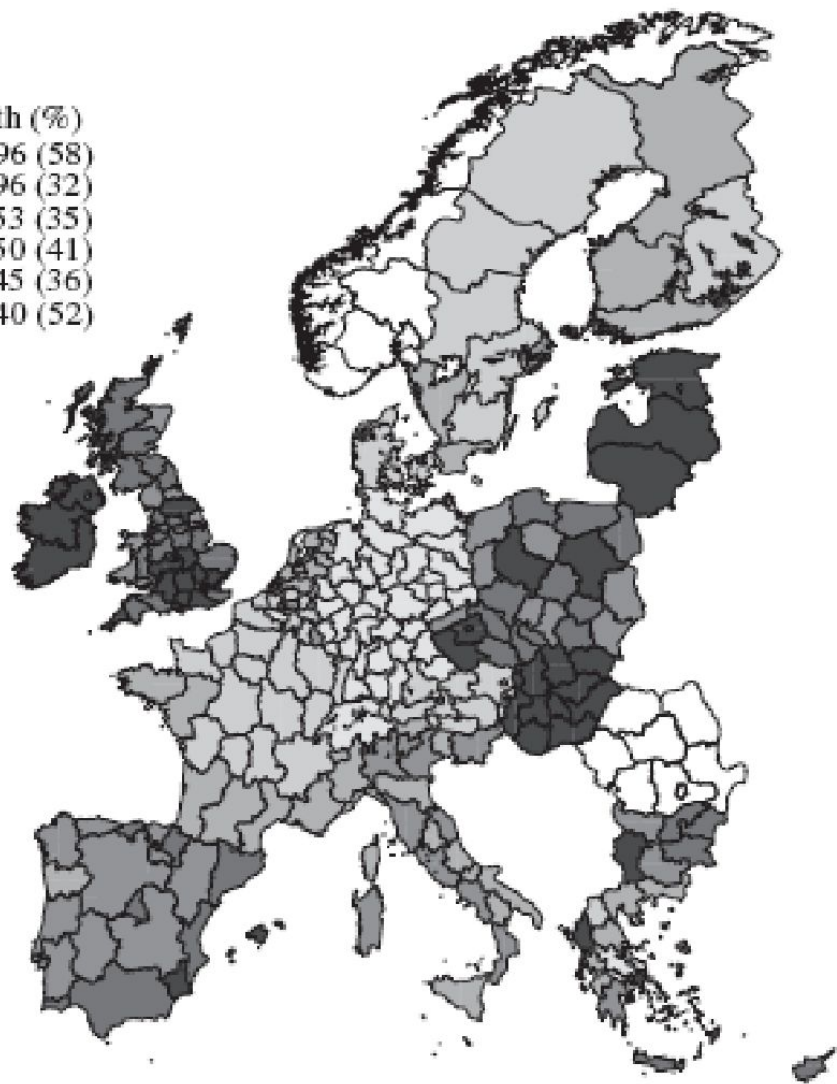
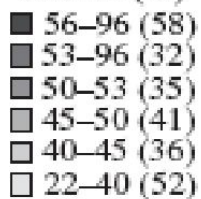


Каждая точка – город с населением  $> 10$  тыс. чел



# Экономический рост в ЕС

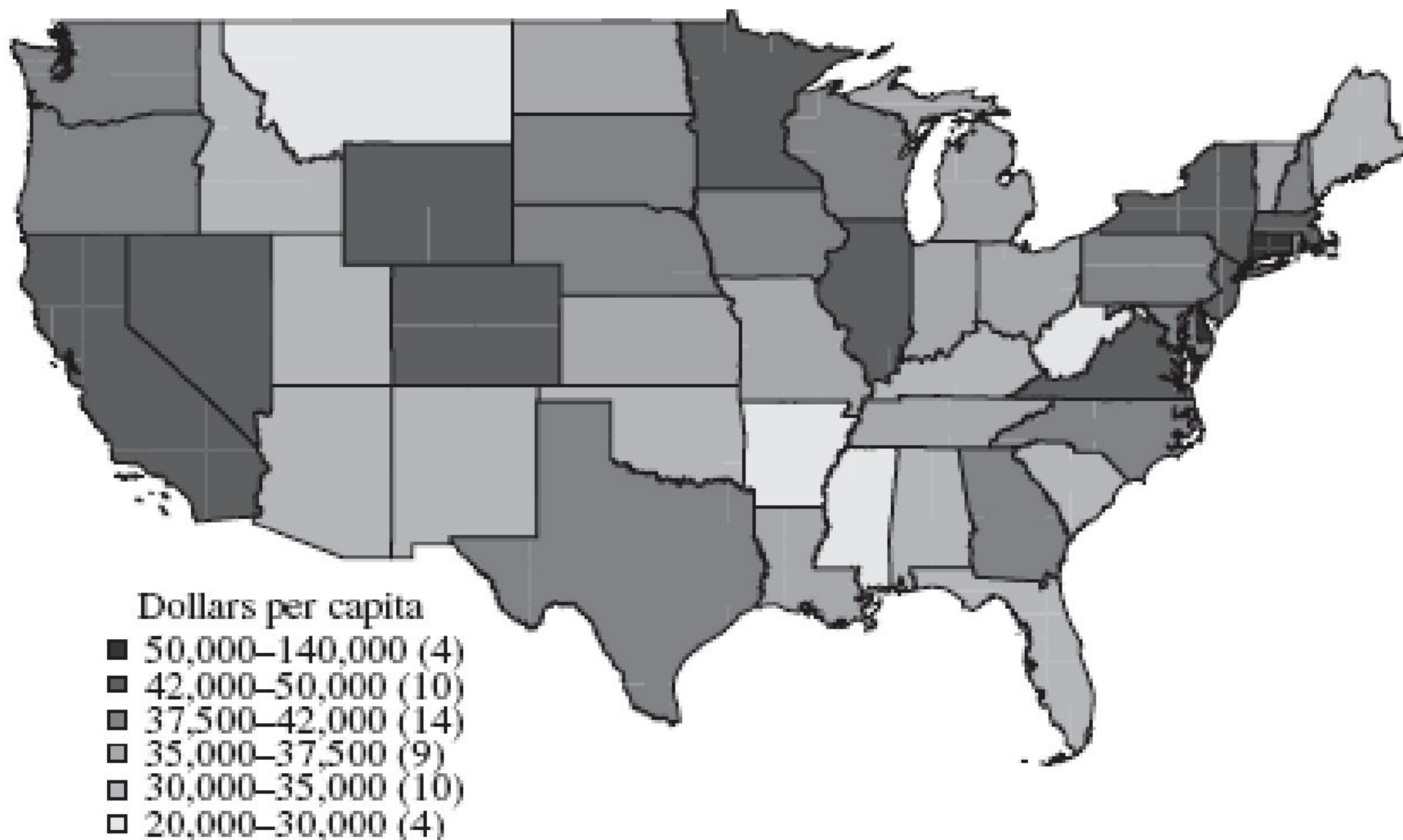
Growth (%)



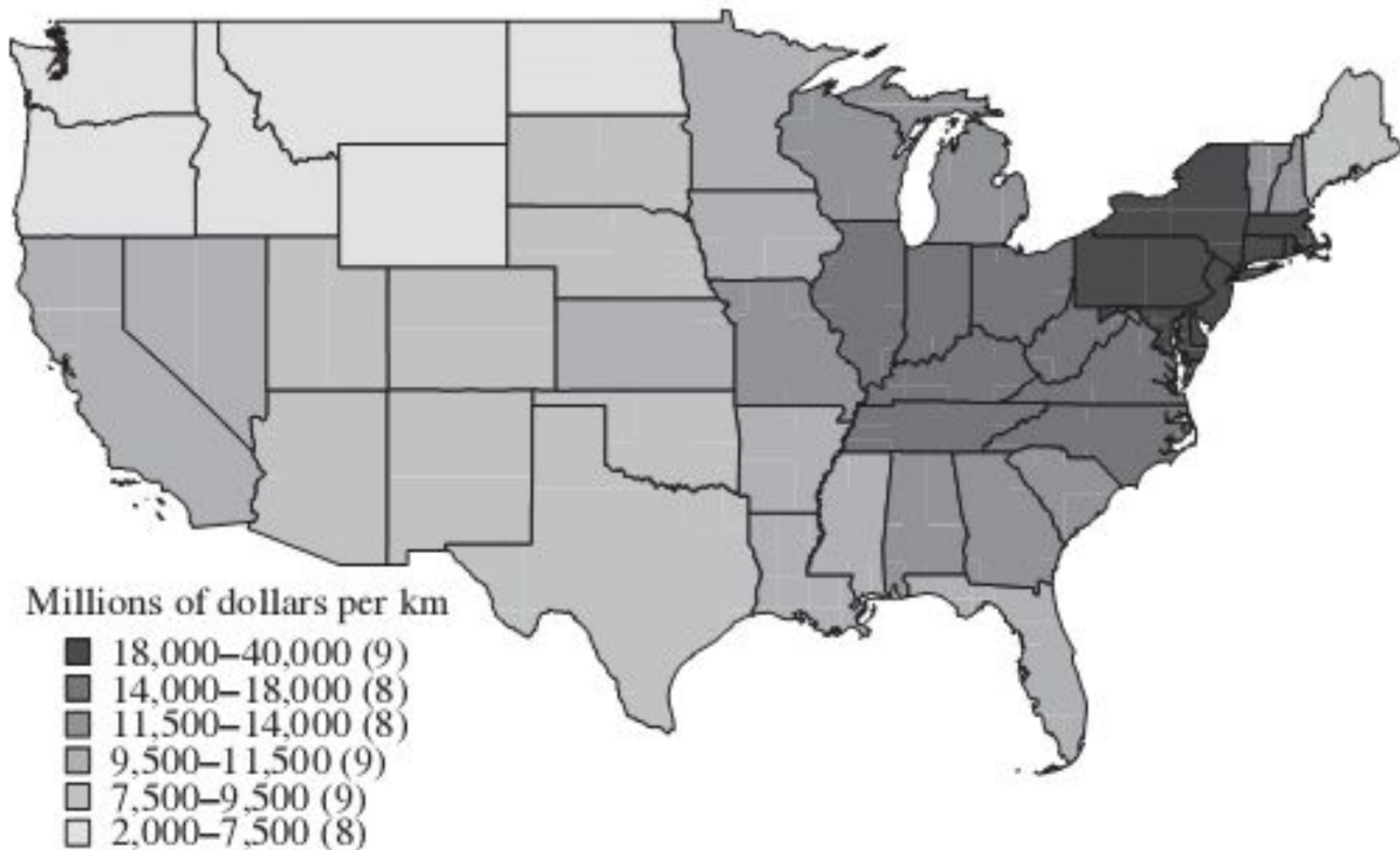
Развитие рыночного потенциала за 1995 – 2004 г. г. (отсутствуют данные по Норвегии и Румынии).

Наблюдается более высокий рост в периферийных странах, объясняющийся **«эффект захвата»** в рамках европейской интеграции.

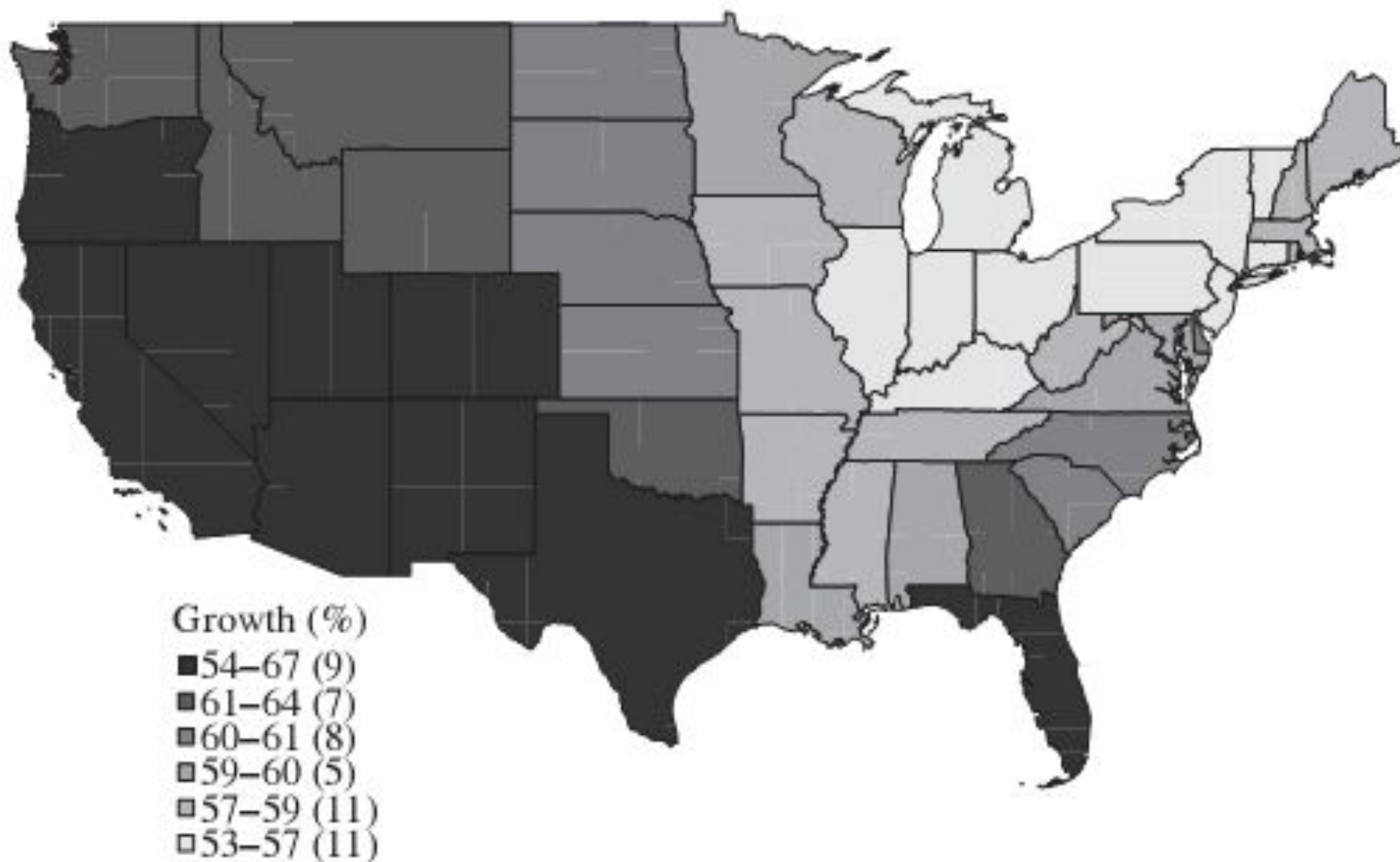
# Душевой ВВП в штатах США



# Рыночный потенциал штатов США



# Экономический рост в штатах США





# Подходы к моделированию

**Рикардо:** причина международной торговли – **относительные преимущества в трудовых ресурсах**: «Результат труда 100 англичан нельзя получить 80 англичанами, но он может быть получен 80 португальцами, 60 русскими или 120 восточными индусами».

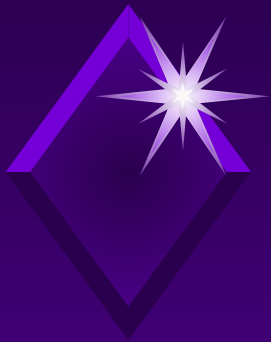
**Хекшер, Олин:** причина международной торговли – **относительные преимущества в факторах производства** (труд, капитал, природные ресурсы, технологии...): «Страна экспортирует товар, для производства которого интенсивно используется ее относительно избыточный фактор производства».

**Главный недостаток:** факторы немобильны, товары мобильны???

**Главный вывод** «торгуют различающиеся страны» сейчас выполняется плохо.

**Две теории, применяющиеся в пространственной экономике:**

1. **Фирма занимает свободные ниши на уже существующих предпочтениях**  
Hotelling' 1929 – линейный город; Downs' 1957 – политическая конкуренция.  
Продукт **однородный** по всем параметрам кроме места продажи!
2. **Фирма создает новую разновидность товара и привлекает потребителей**  
Dixit, Stiglitz, Krugman' 1977-1980. Продукт – **дифференцированный**.

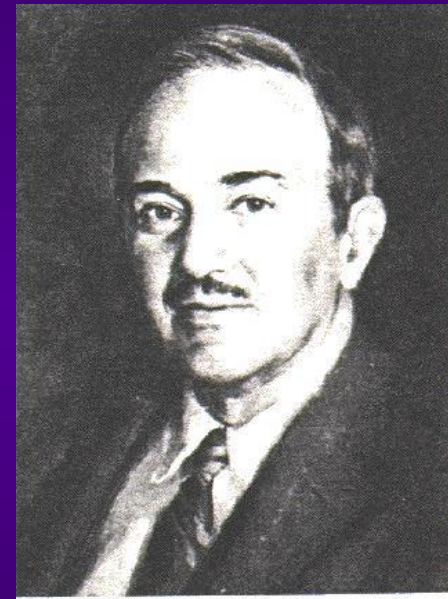


# Модель монополистической конкуренции Диксита-Стиглица

**Chamberlin' 1933:** реальные рынки существуют между совершенной конкуренцией и монополией

## Идеи:

1. Фирмы продают продукты, не являющиеся совершенными субститутами, т.е. они – дифференцированы.
2. Каждая фирма производит единственный вид продукта с возрастающей отдачей от масштаба и в состоянии назначать цену, превышающую предельные издержки.
3. Число фирм в отрасли достаточно большое, чтобы каждая фирма занимала небольшой объем рынка.
4. Существует свободный вход на рынок и выход с рынка, прибыль фирм – нулевая.



Эдвард Хастингс  
Чемберлин  
(1899 – 1967)



# Модель Диксита-Стиглица



**Джозеф Юджин Стиглиц**  
(род. 1943).

Лауреат Нобелевской премии  
по экономике 2001 г.  
«за анализ рынков с асим-  
метричной информацией».



**Авинаш Камалакар Диксит**  
(род. 1944)

Президент Эконометрического  
общества (2001) и  
Американской экономической  
ассоциации (2008).



# Модель Диксита-Стиглица

1. Экономика состоит из двух секторов: **сельскохозяйственного** (традиционного) и **промышленного** (современного).
2. В сельском хозяйстве **однородный продукт  $A$**  производится с постоянной отдачей от масштаба и продается на совершенно конкурентном рынке.
3. В промышленном секторе производится  **$n$  разновидностей горизонтально дифференцированного продукта  $M$**  с возрастающей отдачей от масштаба.
4.  $L$  потребителей (они же рабочие), чьи предпочтения идентичны и задаются **на верхнем уровне функцией полезности Кобба-Дугласа**  $u = M^\mu A^{1-\mu}$ .
5. Функция полезности **нижнего уровня имеет постоянную эластичность замещения (CES-функция):**

$$M = \left( \sum_{i=1}^n q_i^\rho \right)^{1/\rho} = \left( \sum_{i=1}^n q_i^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)}, \quad \rho \in (0; 1), \quad \sigma \in (1; +\infty), \quad \sigma = \frac{1}{1-\rho}, \quad \rho = \frac{\sigma-1}{\sigma}.$$

6. Потребности фирмы промышленного сектора в труде:  $l = f + cq$ .
7. Суммарные **издержки на оплату труда** (других издержек нет):  $TC = wl$ .
8. Все  $L$  рабочих разделяются на  **$\alpha L$  квалифицированных** (промышленных) и  **$(1-\alpha)L$  неквалифицированных** (сельскохозяйственных).
9. В **сельском хозяйстве**  $f_A = 0$ ,  $c_A = 1$ ,  $p_A = 1$ ,  $w_A = 1$ .



# Задача потребителя

**CES-функция полезности**  $M = \left( \sum_{i=1}^n q_i^\rho \right)^{1/\rho} = \left( \sum_{i=1}^n q_i^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)}$

**Крайние случаи:**

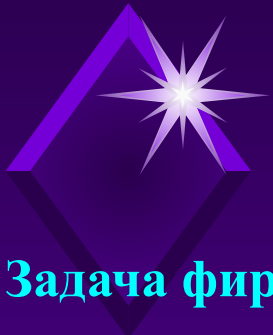
$\rho = 0, \sigma = 1$  – независимые товары, функция полезности Кобба-Дугласа:  $M = \prod q_i$   
 $\rho = 1, \sigma \rightarrow \infty$  – совершенные заменители, линейная функция полезности:  $M = \sum q_i$

**Задача потребителя – максимизация полезности** от приобретения дифференцированного продукта при условии, что на него тратится **доля  $\mu$  дохода  $I$** :

$$\sum_{i=1}^n q_i^{(\sigma-1)/\sigma} \rightarrow \max, \quad \sum_{i=1}^n p_i q_i = \mu I.$$

**Функция Лагранжа:**

$$\sum_{i=1}^n q_i^{(\sigma-1)/\sigma} + \lambda \left( \mu I - \sum_{i=1}^n p_i q_i \right) \rightarrow \max, \quad \frac{\sigma-1}{\sigma} (q_i)^{-1/\sigma} = \lambda p_i,$$
$$\frac{q_i}{q_j} = \left( \frac{p_j}{p_i} \right)^\sigma.$$



# Задача фирмы

**Задача фирмы – максимизация прибыли:**

$$\pi_i = p_i q_i - w(f + c q_i) = q_i(p_i - wc) - wf \rightarrow \max_{p_i}.$$

**Большое число участников рынка**  $\Rightarrow$  цена, установленная  $j$ -фирмой, не влияет на спрос  $i$ -фирмы  $\Rightarrow q(i) = \text{const} * p(i)^{-\sigma}$ .

$$\pi_i = \text{const} * p_i^{-\sigma} (p_i - wc) - wf \rightarrow \max_{p_i}, \quad p_i^{1-\sigma} - p_i^{-\sigma} wc \rightarrow \max_{p_i},$$
$$(1-\sigma) p_i^{-\sigma} + \sigma p_i^{-\sigma-1} wc = 0, \quad p_i = p^* = \frac{\sigma}{\sigma-1} wc.$$

**В долгосрочном равновесии прибыль всех фирм равна нулю:**

$$\pi_i = q_i(p_i - wc) - wf = 0, \quad q_i wc \left( \frac{\sigma}{\sigma-1} - 1 \right) = wf, \quad q_i = q^* = \frac{f(\sigma-1)}{c}.$$

**Размер фирмы (по числу рабочих) и число фирм:**

$$l_i = l^* = f + c q_i = f + f(\sigma-1) = f\sigma, \quad n^* = \frac{L}{f\sigma}.$$

**Равновесный уровень заработной платы (из баланса предл. и спроса в с/х):**

$$(1-\alpha)L * 1 = (1-\mu)(\alpha L w + (1-\alpha)L * 1), \quad w^* = \frac{\mu}{1-\mu} \frac{1-\alpha}{\alpha}.$$



# Сравнительная статика

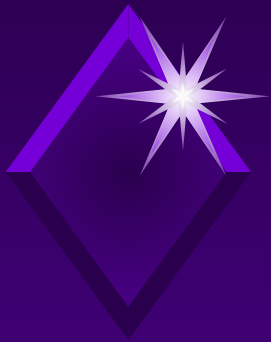
Табл.6. Влияние параметров модели на возникающее равновесие

|          | $p$ | $q$ | $TR$ | $w$ | $n$ | $l$ |
|----------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| $f$      | ·   | +   | +    | ·   | —   | +   |
| $c$      | +   | —   | ·    | ·   | ·   | ·   |
| $L$      | ·   | ·   | ·    | ·   | +   | ·   |
| $\sigma$ | ↓   | ↑   | ↑    | ·   | —   | +   |
| $\alpha$ | ↓   | ·   | ↓    | ↓   | ·   | ·   |
| $\mu$    | ↑   | ·   | ↑    | ↑   | ·   | ·   |

+ — зависимости в форме прямой или обратной пропорциональности;

↑↓ возрастающие или убывающие зависимости общего вида;

- пары переменных, связь между которыми отсутствует.



*Спасибо  
за внимание!*

<http://math.isu.ru/filatov>,  
<http://polnolunie.baikal.ru/me>,  
[http://fial\\_.livejournal.com](http://fial_.livejournal.com),  
[alexander.filatov@gmail.com](mailto:alexander.filatov@gmail.com)