


# Моделирование территориального развития городов и городских систем



## Региональная экономика:

1. Location theory
2. Regional analysis
3. **Urban economics**
4. Regional programming



# Два класса городских моделей

---

- **Пять моделей города**

- Изолированное государство Тюнена
- Концентрическая модель Бёрджеса
  - Секторная модель Хойта
- Многоядерная модель Ульмана-Харриса
  - Факторная экология

- **Пять моделей системы городов**

- Модель центральных мест Кристаллера – Лёша
  - Правило Ципфа
  - Диффузия нововведений Хагерстранда
- Гравитационные модели и теория поля потенциалов
  - Модель главных потенциалов



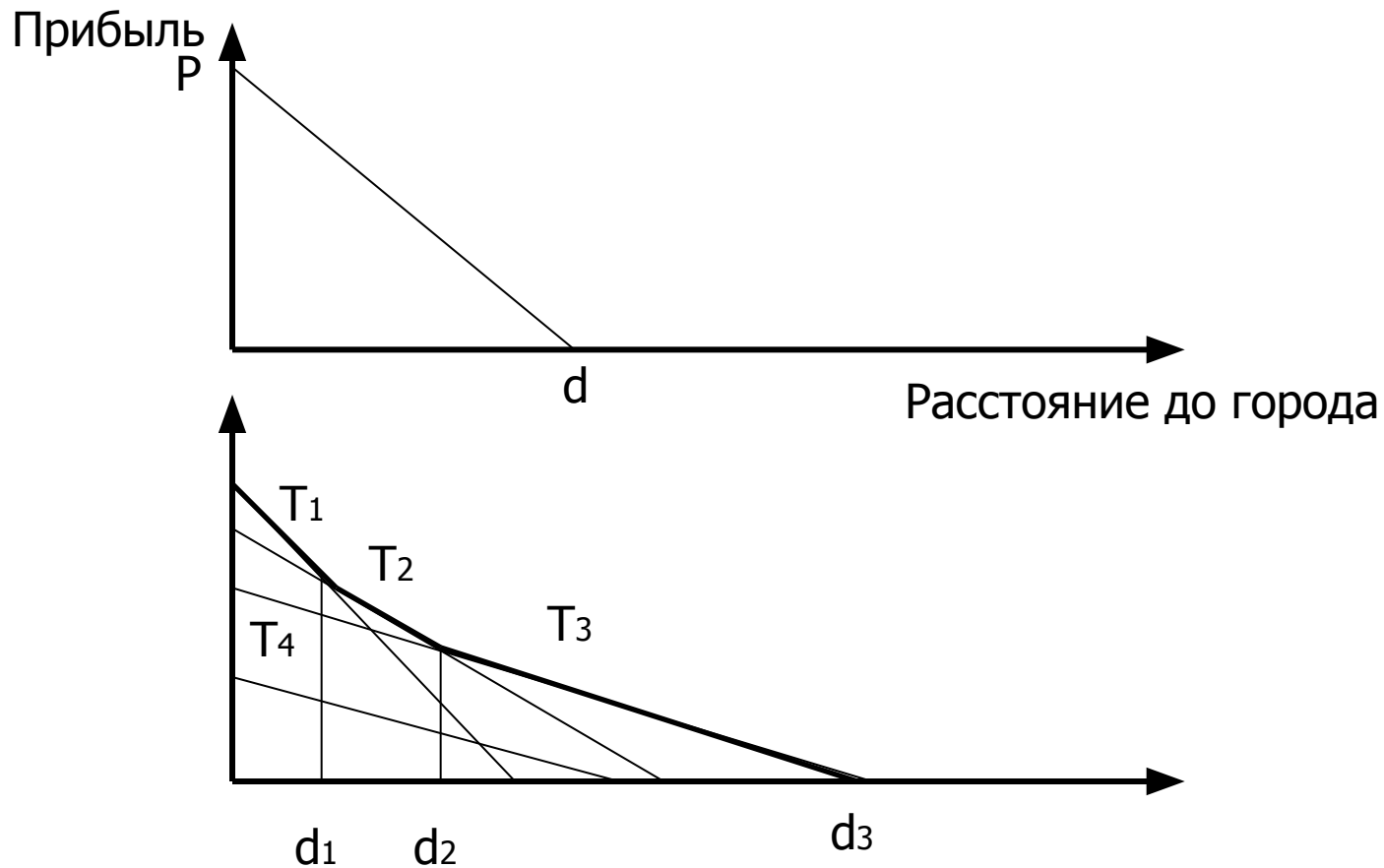
# Модель фон Тюнена (1830-е годы)

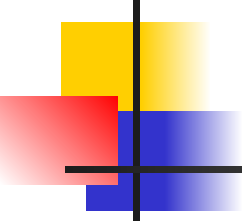
---

## ■ Исходные допущения

- Однородная равнина с городом в центре
- Равнина – сельское хозяйство, город – рынок
- Одинаковое плодородие + изотропность
- Отсутствие эффекта масштаба (равный размер земельных участков)
- Одинаковые издержки производства
- Расстояние равнозначно объёму продукции

# Модель фон Тюнена





# Модель фон Тюнена – скрытое допущение

---

- Товар с худшей транспортабельностью должен стоить дороже

Если  $a_b < a_m$ , то обязательно  $P_b > P_m$

- **Правило Дана:**

**система цен устанавливается в городе таким образом, чтобы дать пространство каждому товару в тех пропорциях, которые нужны горожанам.**

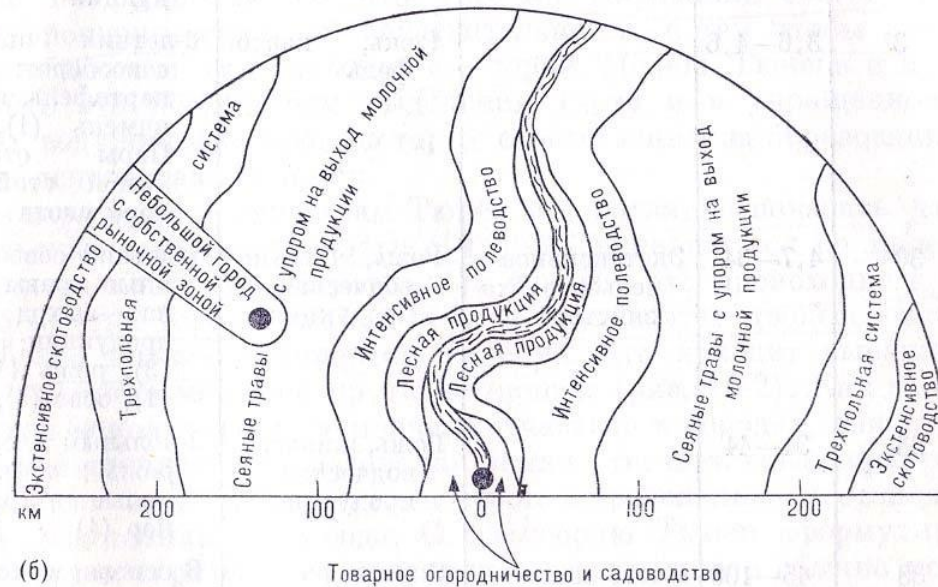
# Модель фон Тюнена - результаты

---

- 1 пояс. Овощеводство, интенсивное молочное производство
- 2 пояс. Лесная промышленность
- 3 пояс. Зерноводство (интенсивные культуры)
- 4 пояс. Зерноводство (экстенсивные культуры)
- 5 пояс. Пастбищное животноводство



(а)



(б)

Рис. 15-1. Зоны использования земли по тюненовскому «Изолированному государству» (1826 г.). (а) Кольца первоначального использования земли. (б) Изменения в структуре использования земли, вносимые судоходной рекой, благодаря которой снижаются транспортные издержки. Шкала расстояний была добавлена к исходной схеме Тюнена в 1933 году Л. Вайблом. (L. Waibel, Probleme der Landwirtschaftsgeografie, 1933.)



# Модель фон Тюнена - итоги

---

- Первая модель цены земли
- Родоначальник класса моделей — «очаг воздействия»
- Философское толкование (Б.Б.Родоман):
  - Переход количества в качество
  - Структура, функция, местоположение
  - Давление места
  - Реальный мир — искажение идеальных моделей

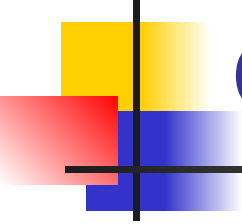




# Критика модели фон Тюнена

---

- Чрезмерная абстракция
- Противоречит реальности (на самом деле – Техас, Уттар-Прадеш, Саскачеван, Чикаго)
- **Карл Маркс:** «"Мекленбургский юнкер (впрочем с немецкой манерой мышления), который рассматривал свое имение Теллов как воплощение сельского хозяйства вообще, а Шверин в Мекленбурге как воплощение города вообще и, исходя из этих предпосылок, с помощью наблюдения, сопоставлений, практического счетоводства и т.п. самостоятельно конструирует для самого себя рикардовскую теорию земельной ренты. Это достойно уважения и в то же время смешно"».

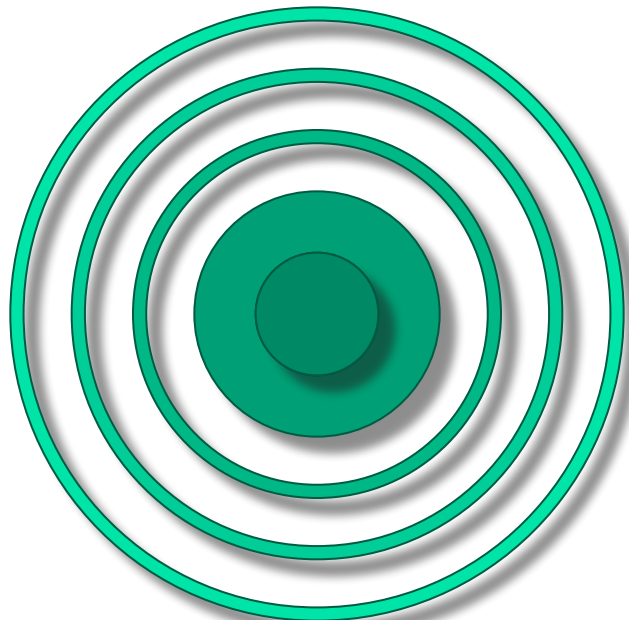


# Модели территориальной организации города

---

- **Концентрические кольца Берджесса (1925)**
  - Расширение зон по направлению к периферии
- **Секторная модель Хойта (1931)**
  - Изучение распределения арендной платы на жилье
- **Многоядерная модель Харриса-Ульмана (1946)**
  
- **Факторная экология (70-е годы)**
  - Семейный статус (кольца), доход (сектора), раса
  - Жизненный цикл семьи

# Модель Бёрджесса



Центр  
район  
жиле  
бизнес  
жиле  
район  
сред  
класс  
высо  
класс  
класс  
а

# Модель Хойта





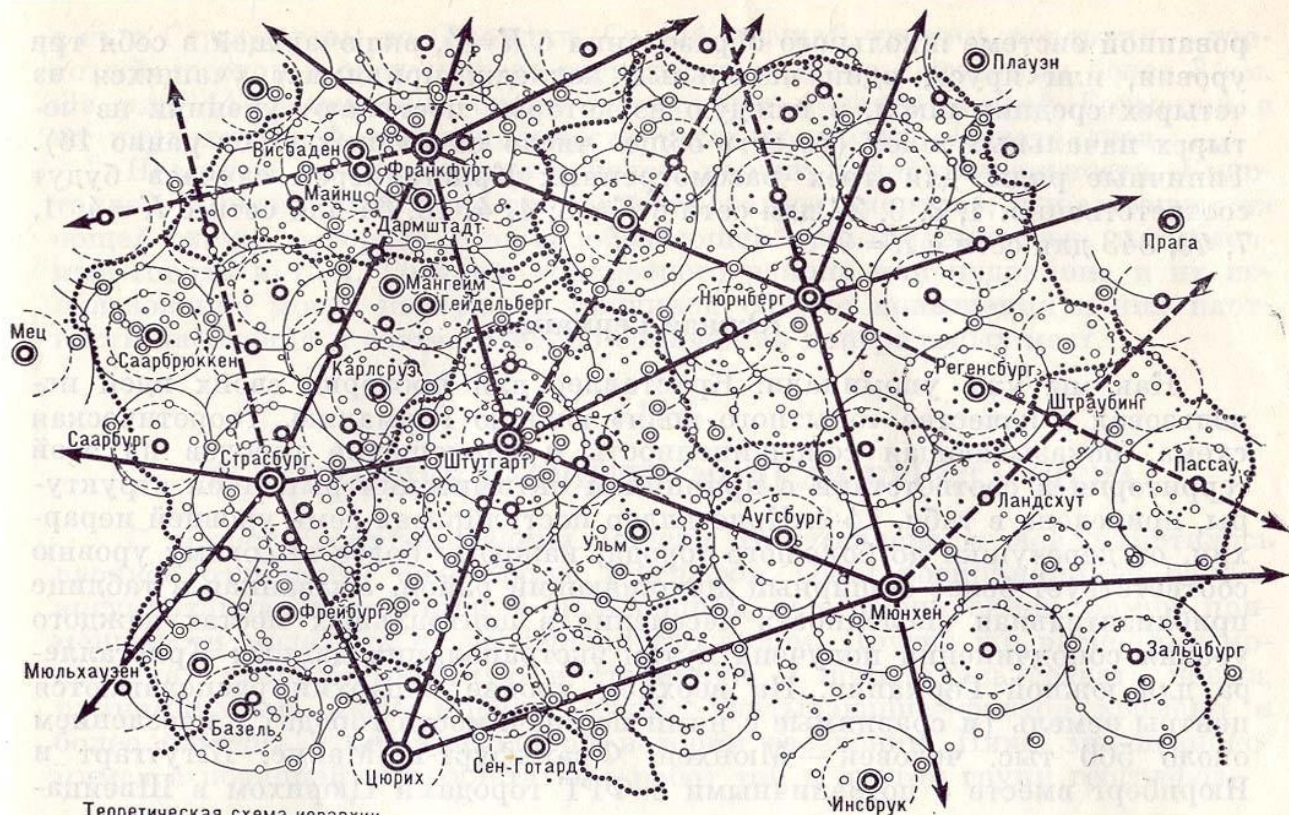
# Теория центральных мест

(Вальтер Кристаллер, Август Лёш)

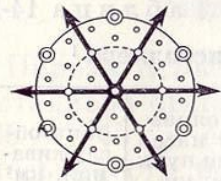
---

- Кристаллер: 1933, Южная Бавария
- Классический немецкий путь: от исследования реальности к абстрактной модели
- Классические допущения:
  - Однородная равнина
  - Равномерная «шахматная» сеть поселений
  - Спектр производств с разным масштабом предприятий и экономией на масштабе





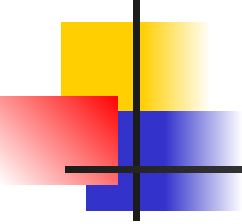
Теоретическая схема иерархии населенных пунктов



- |      |       |   |
|------|-------|---|
| ◎ ЦЗ | ----- | Границы зон влияния населенных пунктов типа Г (~ радиус 21км) |
| ◎ ЦО | ————  | Границы зон влияния населенных пунктов типа Цо                |
| ● ЦР | ..... | Границы зон влияния населенных пунктов типа ЦЗ                |
| ◎ Цо | ————  | } линии связи между населенными пунктами типа ЦЗ              |
| ○ Г  | ————  |   |
| ○ П  | ----- |   |
| • ПД | ----- |   |

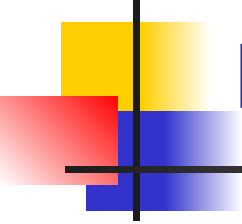
Рис. 14-10. Южная Германия. Размещение городов, местечек и деревень в южной Германии показано с учетом семи уровней иерархического соподчинения. (См. табл. 14-2.) Карта показывает также границы дополняющих районов для четырех верхних градаций центральных мест (обозначены прямыми линиями). На ней воспроизводится территория, изучавшаяся Кристаллером; такие «пограничные», города, как, например, Цюрих и Плауэн, как бы продолжают иерархическую систему населенных пунктов в глубины материка.

# Теория центральных мест: постулаты



---

- **Компромисс** экономии на масштабе и близости к потребителю
- Задача Хотеллинга «Мороженщики на пляже», 1929 год
- Возникновение центральных мест с зонами обслуживания
- **Три вида услуг:**
  - повседневные (везде),
  - периодические (часто)
  - эпизодические
- Центральные места различаются по размерам из-за разного набора размещённых в них услуг
- Центральные места образуют зоны обслуживания
- Зоны – шестиугольники (оптимальный способ замощения)



# Теория центральных мест: варианты оптимизации

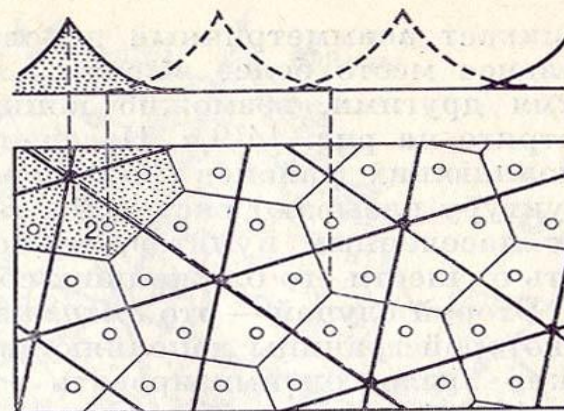
---

- Оптимизация рыночной структуры (K=3)
- Оптимизация транспортной структуры (K=4)
- Оптимизация административной структуры (K=7)

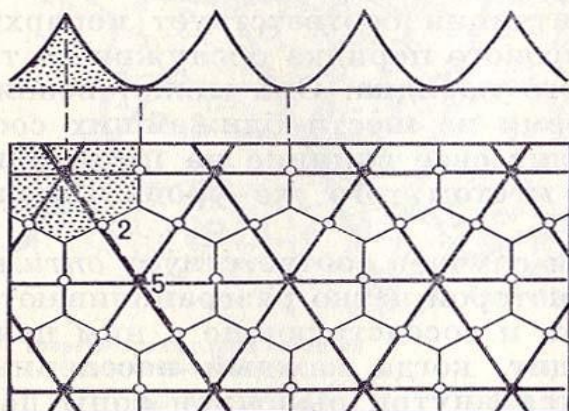




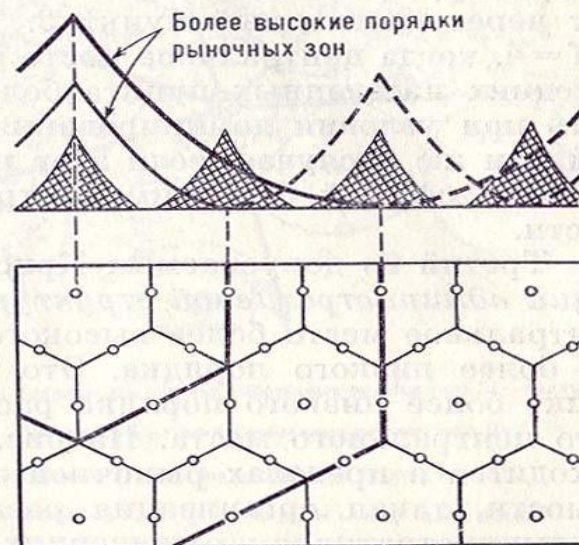
(а) Оптимизация рыночной структуры при  $K=3$



(е) Оптимизация административной структуры при  $K=7$



(б) Оптимизация транспортной структуры при  $K=4$

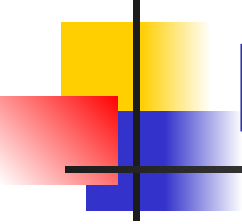


(г)

- Центральное место
- Обслуживаемый населенный пункт
- Граница дополняющего района
- Автомагистрали, соединяющие центральные места

Рис. 14-9. Другие принципы организации территории по модели Кристаллера. Сеть населенных пунктов можно расчленить тремя разными способами (а), (б) и (е), расширяя и вращая шестиугольные ячейки. Затем эти ячейки можно сгруппировать по принципу соподчинения, чтобы получить ряды центральных мест более высокого иерархического ранга. Например, схема (б) показывает центры более высокого порядка в оптимизации транспортной структуры ( $K=4$ ). Обратите внимание на то, что центры более низкого порядка «гнездятся» внутри рыночных зон и центральных мест более высокого порядка, напоминая по своим очертаниям на профиле аттракцион «русские горы» (г).

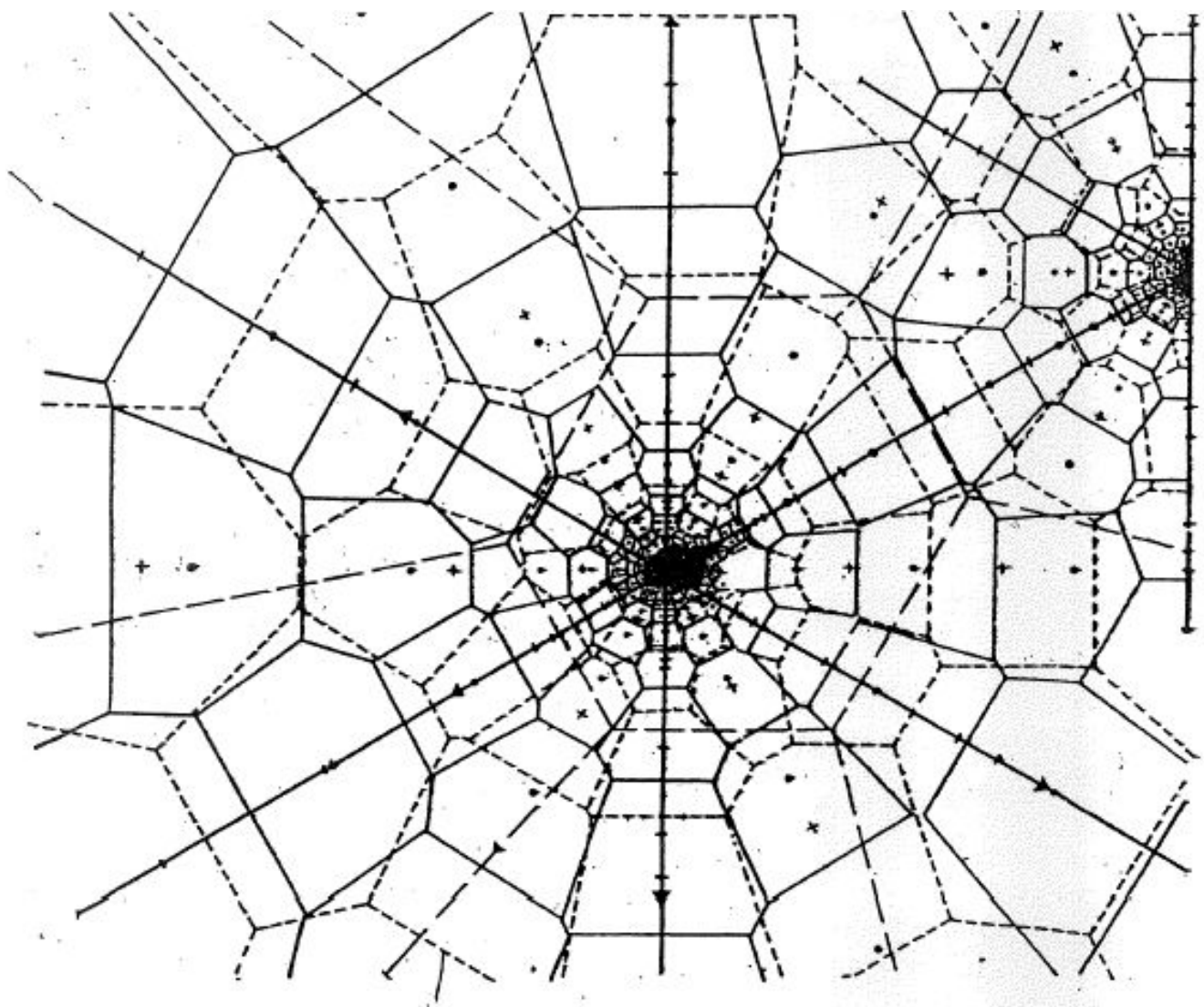
# Искажения правильной решетки



---

- Искажения, обусловленные агломерацией (модификация У. Изарда)
- Искажения, обусловленные локализацией ресурсов
- Искажения, обусловленные, магистральными путями сообщения





Р и с. II-14. Преобразование схемы шестиугольных территориальных ячеек Лёша, вызванное агломерацией.

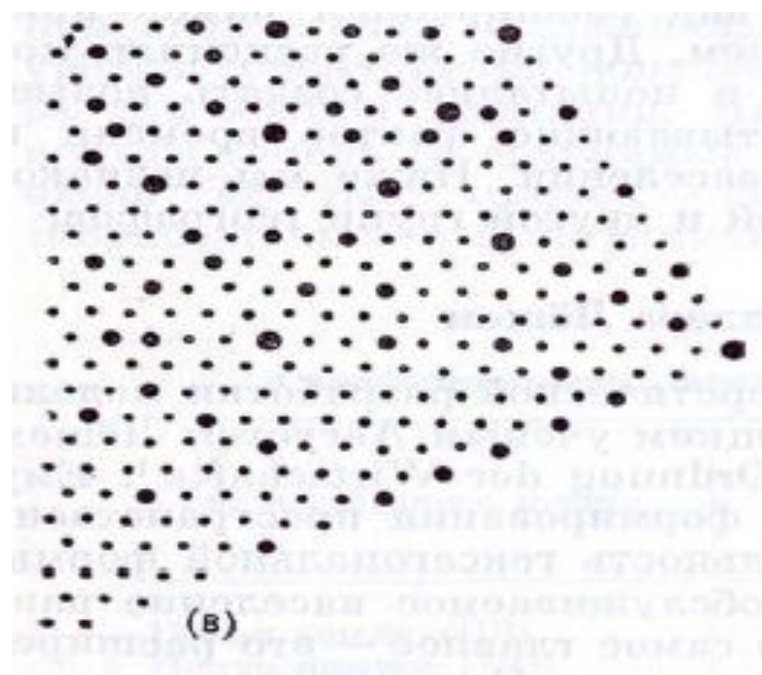
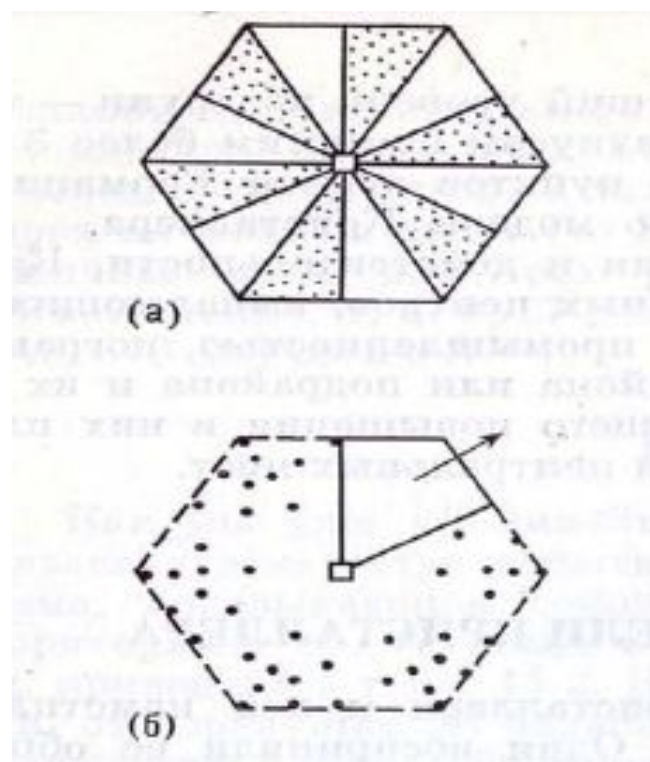
Источник: Isard, 1956, 272.



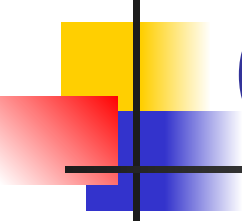
# Экономический ландшафт: модификация модели В. Кристаллера А.Лёшем

---

- Максимальное совмещение функций центральных мест
- Построение иерархии «сверху – вниз»
- «Богатые» и «бедные» городами секторы
- Связь концентрических и секторных моделей



Р и с. 14-11. «Ландшафт» Лёша. Богатые и бедные городами секторы в «ландшафте» Лёша. (а) Двенадцать секторов. (б) Центры с наибольшим числом функций. (в) Два соседствующих сектора, специально увеличенных, чтобы показать лежащую в основе распределения правильную сеть шестиугольников; размер точек пропорционален числу функций.



# Правило «ранг-размер» (Правило Ципфа)

---

$$P_n = P_1/n$$

$P_n$  – население города n-го ранга

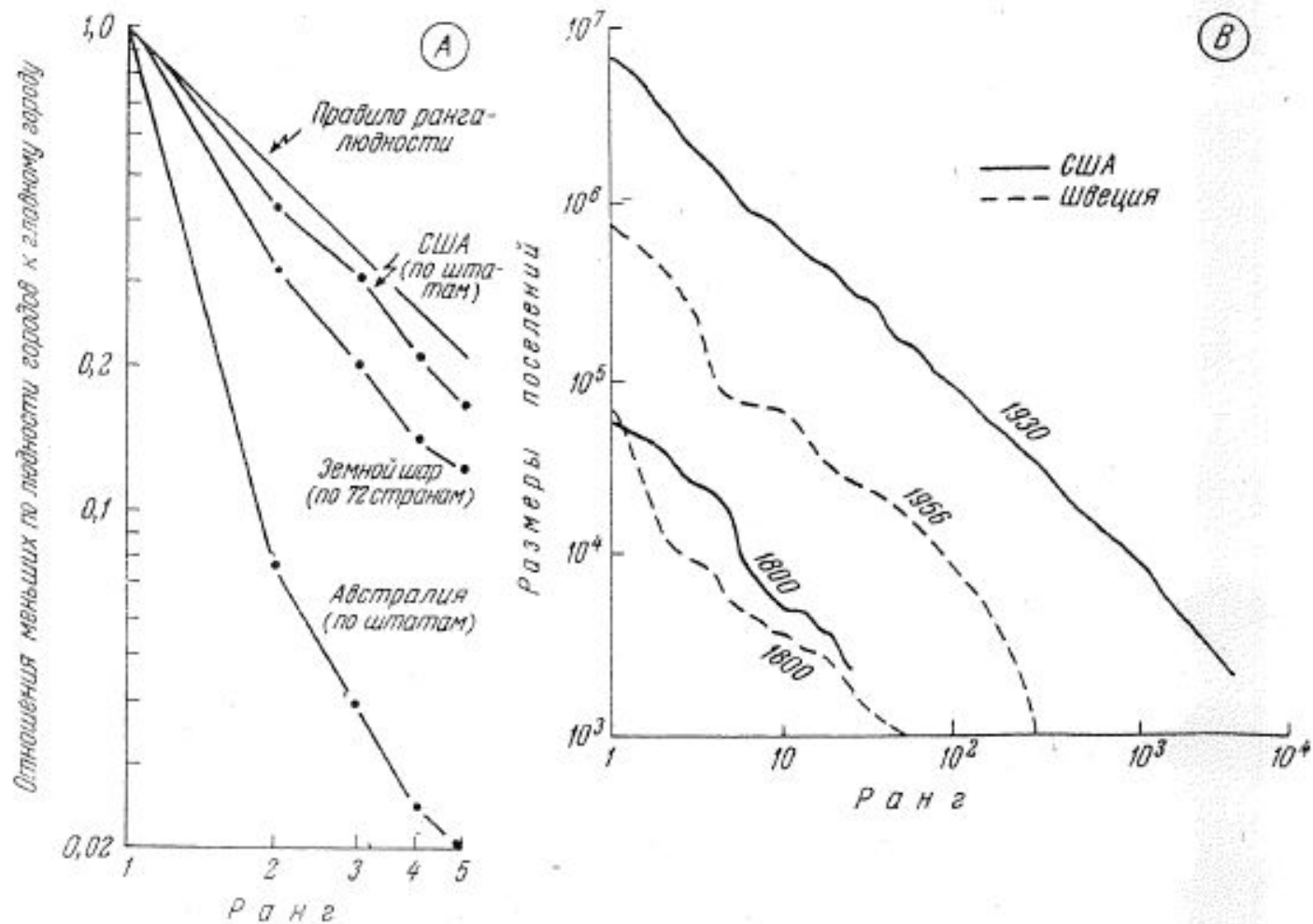
$P_1$  – население крупнейшего города  
страны



# Правило Ципфа

---

- Эмпирическое правило
- **Возможные направления использования**
  - Оценка деформации городских систем (мегацефалия, двуголовость, subsystemы)
  - Оценка потенциала роста/риска упадка отдельных городов
  - Использование при разработке региональной политики

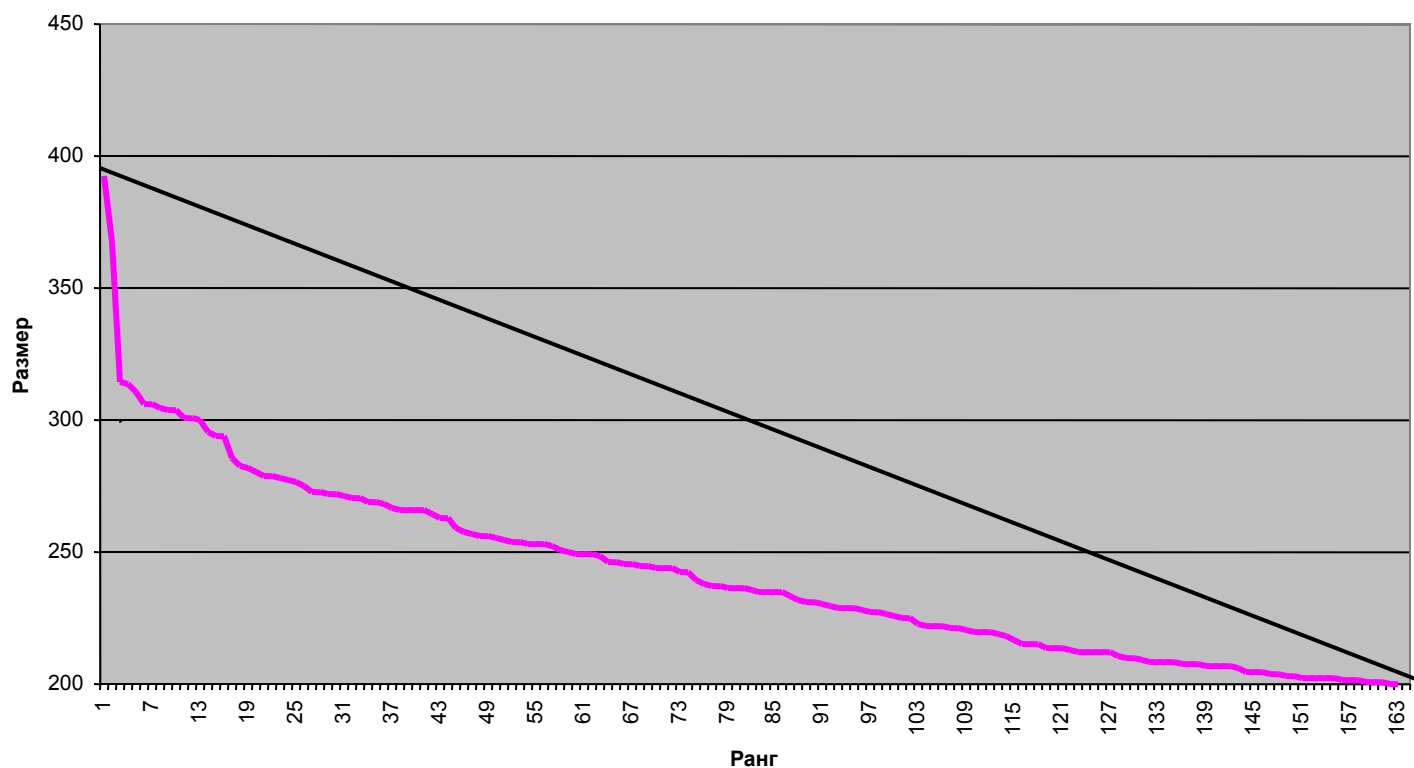


Р и с. IV-9. А — отношения размеров меньших по численности городов и главного города; В — изменения в распределении городов по их размерам в Швеции и США.

Источники: Stewart, 1958, 228, 231; Zipf, 1949.



# Правило Ципфа для российских городов: реальность 2000 в сопоставлении с идеальным распределением

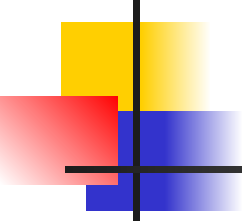




# Трудности с правилом Ципфа:

---

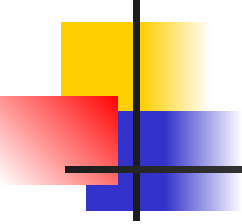
- **Сильная зависимость от способов подсчёта людности городов** (административные границы, урбанизированный ареал, агломерация)
- **Хорошо работает только с 25-35 первыми городами**



# Диффузия нововведений Т. Хагерстранда

---

- **Тезис:** процесс не охватывает всю территорию сразу, а возникает сначала в неких точках и распространяется отсюда по неким законам, упорядоченно.
- **Двойная упорядоченность:**
  - по расстоянию от очага
  - по иерархии



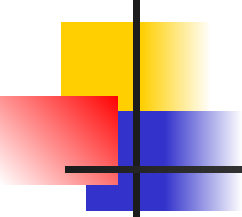
# Диффузия нововведений: стадии процесса

---

- Первоначальная - в главном центре
- Диффузия - охват новых центров
- Конденсация - одинаковая скорость повсюду
- Насыщение - медленный подъем во всех незаполненных местах.

**ПРИМЕРЫ:** холера, картофель, трамвай, радио, телевидение, субурбанизация

# Диффузия нововведений: динамика по расстояниям (поясам) и ступеням иерархии



	1 пояс	2 пояс	3 пояс	4 пояс
1 и. ступень	1 фаза	2 фаза	3 фаза	4 фаза
2 ступень	2 фаза	3 фаза	4 фаза	5 фаза
3 ступень	3 фаза	4 фаза	5 фаза	5 фаза
4 ступень	4 фаза	5 фаза	5 фаза	5 фаза



# Гравитационные модели

---

Интенсивность взаимодействия между городами

Псевдоаналогия с законом Ньютона-Кулона

На деле – запись пропорциональности

$$F_{12} = a \frac{M_1 M_2}{D_{12}^b}$$

Показатель степени отражает трение пространства  
зависит от средств сообщения: чем лучше, тем меньше экспонента

В Африке она выше, чем в Дании, а в 1880 г. выше, чем в 2000

# Географическая теория поля или модель потенциалов Кларка-Медведкова

- **Потенциал точки** равен сумме отношений людности каждого города к расстоянию от него до данной точки

- $V_n = \sum (P_m / L^{a_{nm}})$  где  $P$  – людность города,

$L$  – расстояние,  $a$  - экспонента

- **Затруднения в истолковании:**
- В чём содержательный смысл меры – чел./км?
- Как учесть население в самой точке, где  $L=0$  ?
- Что обозначает рельеф поля потенциалов?
  - $L$

# Разграничение зон влияния городов: метод главных потенциалов

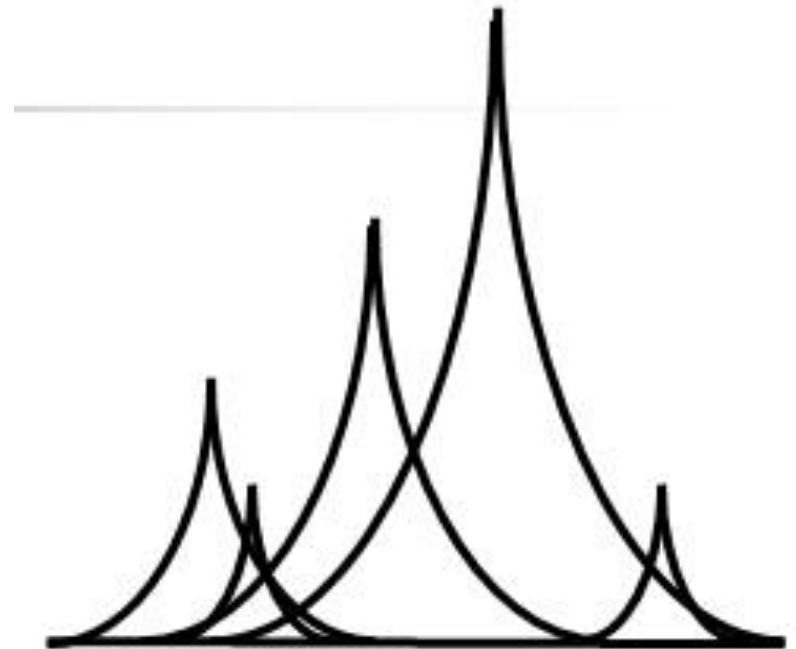
- **Даны:**

$P_a, P_b$  ( $P_a > P_b$ ),  $L_{ab}$

$$\beta = P_b / P_a$$

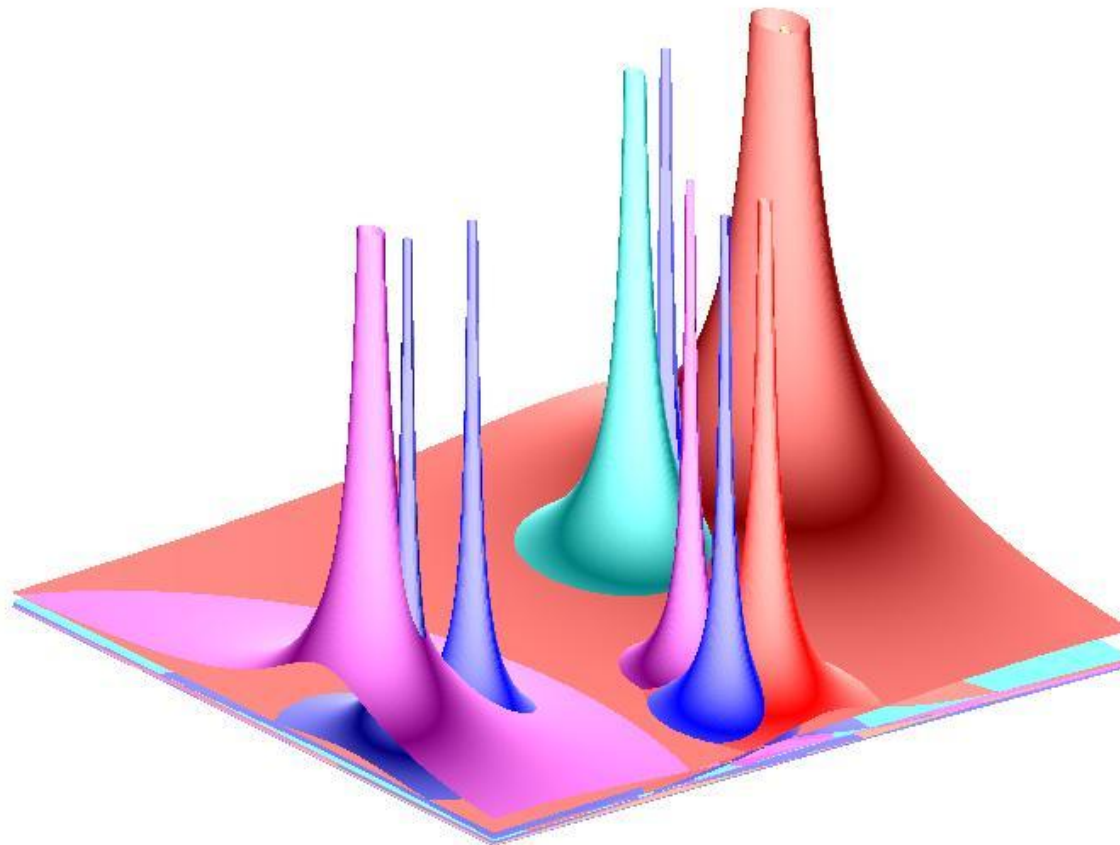
**Зона влияния В** на фоне А –  
круг с радиусом  $R$  и центром в  $L_{az}$

$$L_{az} = L_{ab} / (1 - \beta^2) \quad R = L_{ab} * \beta$$



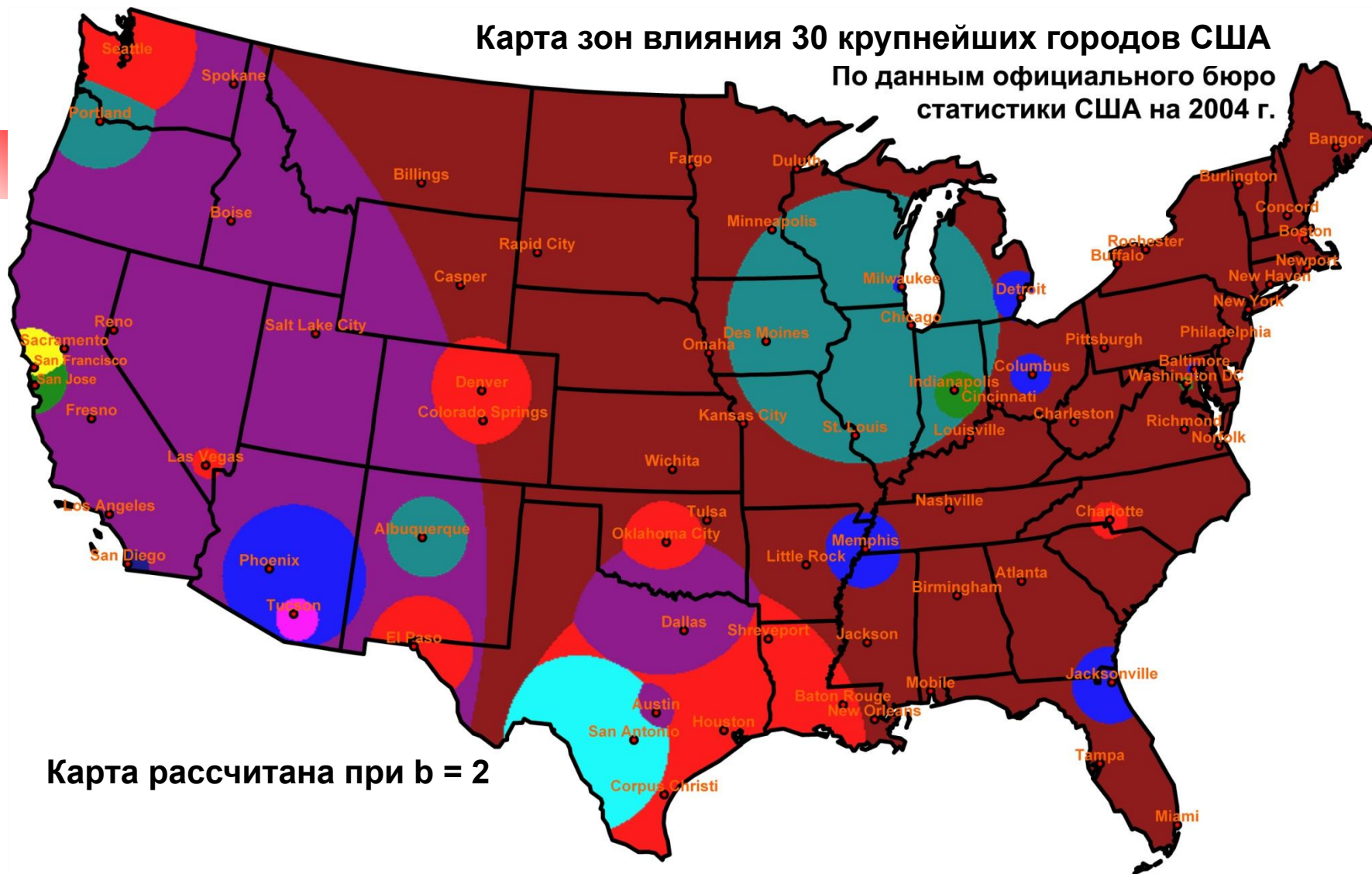


# Разграничение зон влияния городов: трехмерное изображение



# Карта зон влияния 30 крупнейших городов США

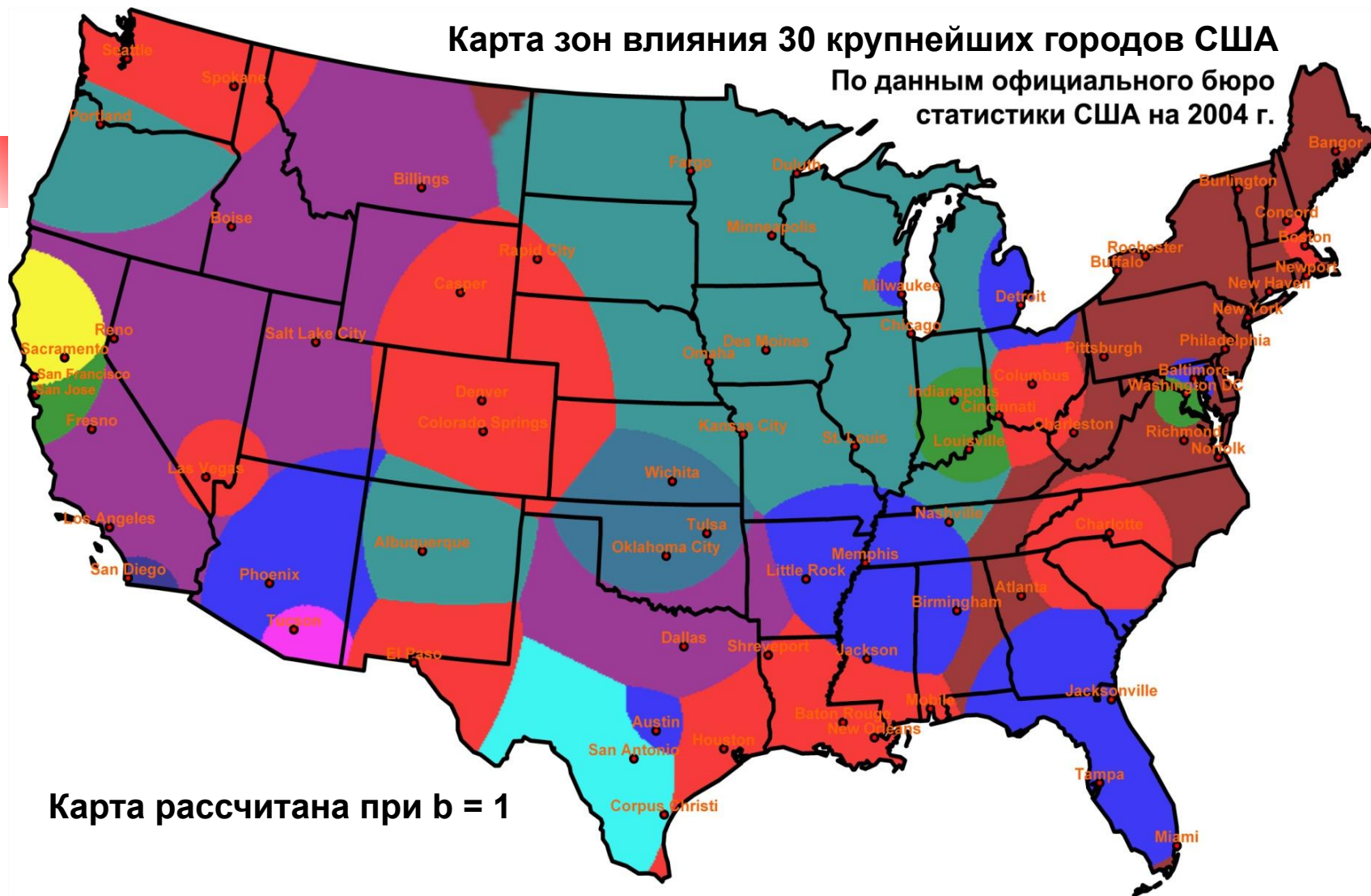
По данным официального бюро статистики США на 2004 г.



Карта рассчитана при  $b = 2$

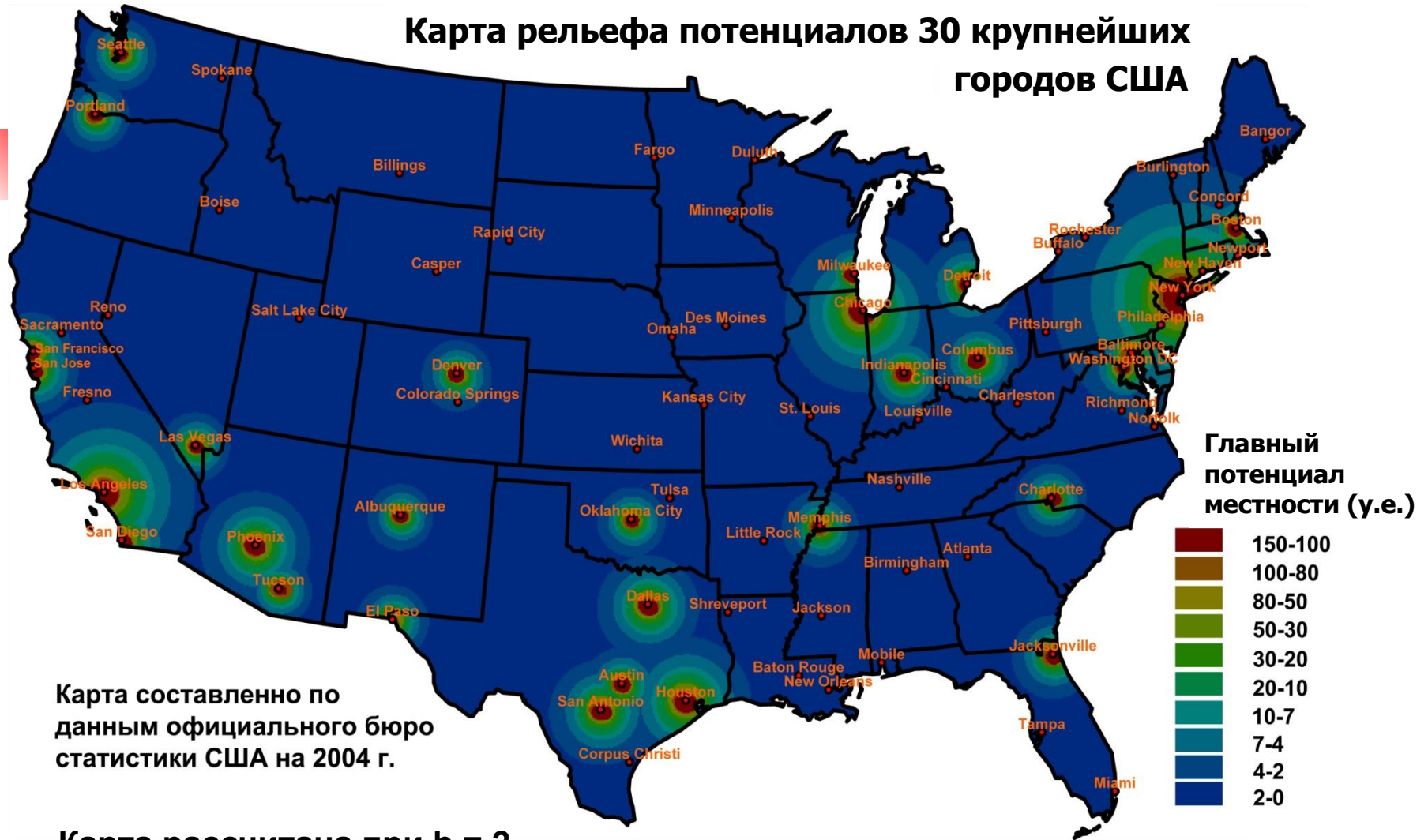
# Карта зон влияния 30 крупнейших городов США

По данным официального бюро статистики США на 2004 г.



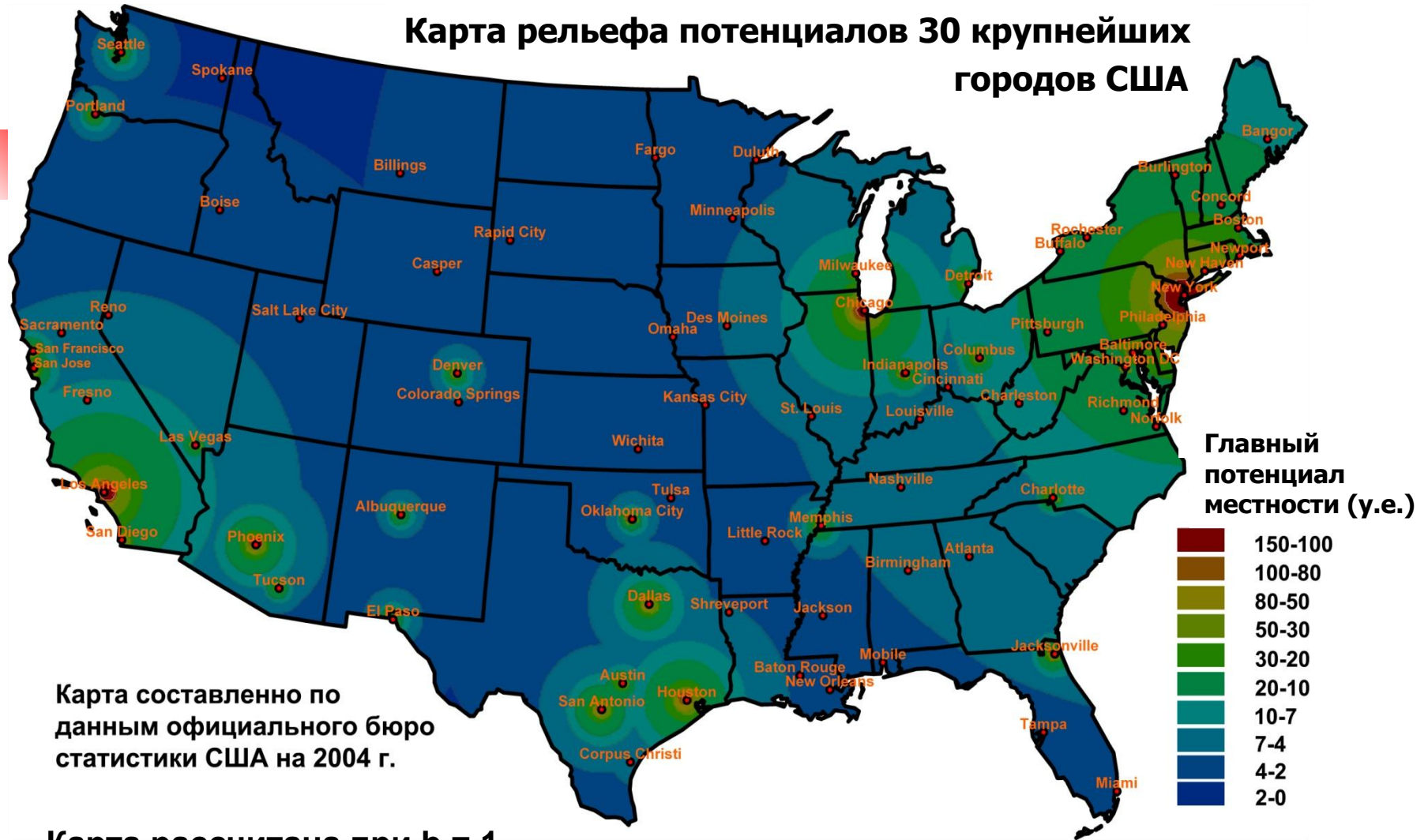
Карта рассчитана при  $b = 1$

# Карта рельефа потенциалов 30 крупнейших городов США





# Карта рельефа потенциалов 30 крупнейших городов США





# Модель главных потенциалов: приложения

---

- Оpozнание **региональной структуры** страны
- Организация **торговли** (оптовой прежде всего)
- **Рельеф** - обеспеченность крупногородскими услугами
- Отбор элементов **опорного каркаса** расселения
- Проницаемость экономического пространства
- **Пенепленизация** рельефа в региональной политике
- **Перерождение** региональной структуры в зоны тяготения крупных городов