

# Моделирование межрегиональных взаимосвязей на примере регионов Дальнего Востока и Приморского края

Абрамов А.Л., Величко А.С., Давыдов Д.В.

Дальневосточный центр экономического развития, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

# Принципы моделирования

*Межрегиональные взаимосвязи и экономическая интеграция регионов: система межтерриториальных связей, в том числе торговых, перемещение труда и капитала*

- ❑ Регионы: «макрорегионы», субъекты РФ, районы
- ❑ Продукты: конечные и промежуточные продукты отраслей, отдельные товары

*Влияние процессов модернизации*

- ❑ Производственные процессы и пространственное размещение: производство и потребление конечных продуктов, экспорт и импорт; многорегиональный межотраслевой баланс
- ❑ «Жесткая» инфраструктура: учет транспортной сети, мультимодальности, пространственной структуры транспортных издержек
- ❑ Неторговые межрегиональные барьеры
- ❑ Степень мобильности факторов производства

# Принципы моделирования

## □ Степень открытости системы регионов

- учет внешних (входящих и исходящих) потоков по отношению к рассматриваемой системе регионов

## □ Выбор критерия распределения потоков товаров

- нормативные модели: поток минимальной стоимости, максимальный поток
- наиболее вероятное распределение (в статистическом смысле) потоков товаров («энтропийные» модели)
- равновесие Вардропа для распределения потоков на транспортной сети
- немобильность факторов производства, леонтьевские производственные функции
- связь между региональными равновесными, гравитационными моделями и «энтропийными» моделями

## □ Неполнота данных для построения полномасштабной региональной модели общего равновесия

## □ Неточность исходных данных

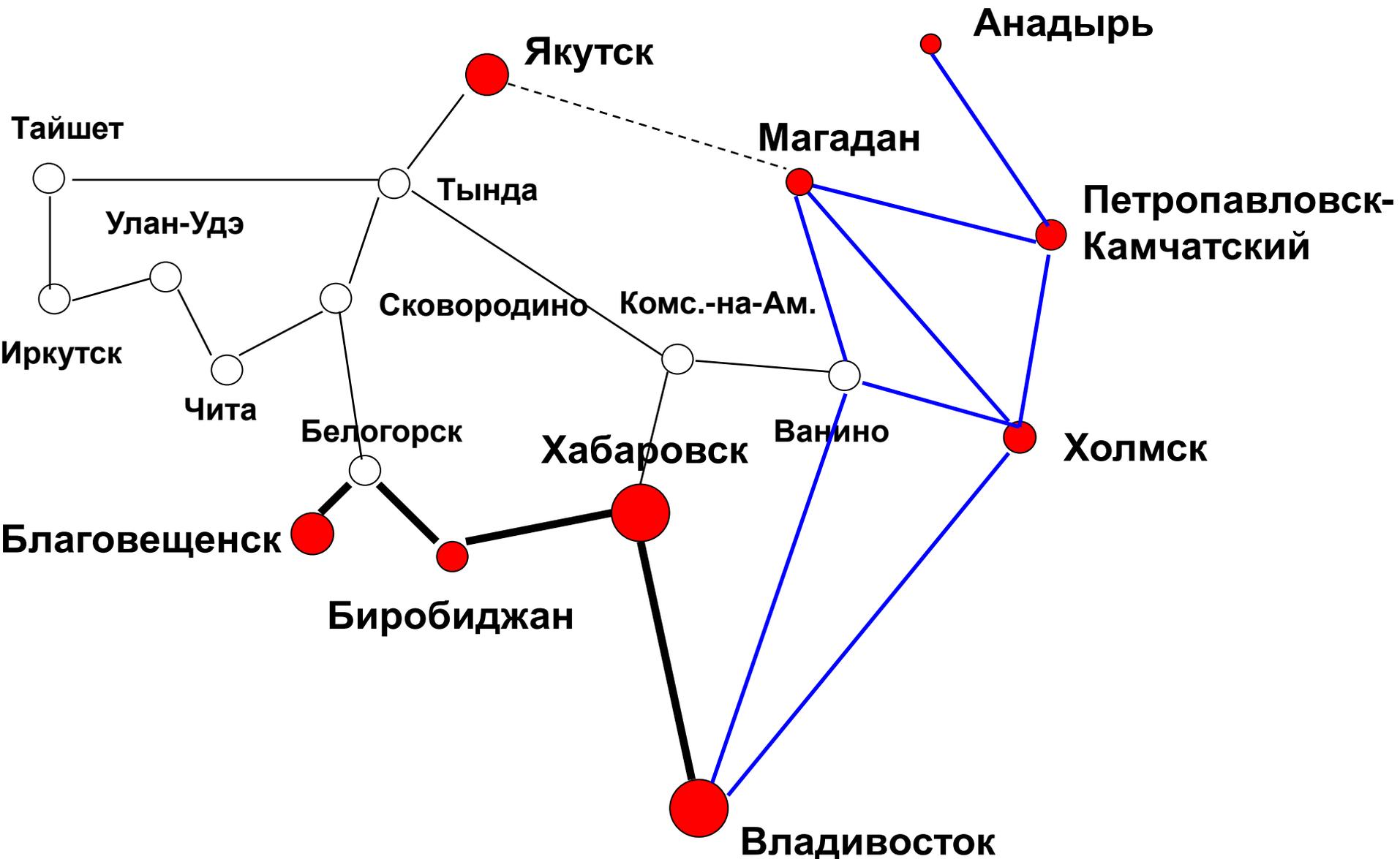
- стохастический или интервальный подход -> устойчивость структуры взаимосвязей экономик по отношению к изменению данным

# Многорегиональная межотраслевая модель для Дальнего Востока

- ❑ Расчет равновесных потоков, показателей «связности» регионов, построение иерархии связей регионов
- ❑ Анализ сценариев развития экономики региона
  - федеральные инициативы
  - изменение импорта и экспорта
  - изменение технологий
  - изменение инфраструктуры



# Транспортная сеть Дальнего Востока



	Прим	Хаб	Амур	ЕАО	Якутия	Магад	Сахал	Камч	Чук
РАССТ									
Прим	0	762	1410	938	3314	2490	990	2490	4490
Хаб	762	0	779	176	2552	2534	1034	2534	4534
Амур	1410	779	0	603	2035	3182	1813	3182	5182
ЕАО	938	176	603	0	2376	2710	1210	2710	4710
Якутия	3314	2552	2035	2376	0	1736	3586	2736	4736
Магад	2490	2534	3182	2710	1736	0	1500	1000	3000
Сахал	990	1034	1813	1210	3586	1500	0	1500	3500
Камч	2490	2534	3182	2710	2736	1000	1500	0	2000
Чук	4490	4534	5182	4710	4736	3000	3500	2000	0

# Многорегиональная межотраслевая модель

- Поиск равновесных потоков  $x_{ij}^r$ , соответствующих «наиболее вероятному» состоянию экономики
- Формулировка задачи

$$H = - \sum_i \sum_j \sum_k x_{ij}^k \ln x_{ij}^k \rightarrow \max$$

$$\sum_i x_{ij}^r = \sum_p a_j^{rp} \sum_k x_{jk}^p + c_j^r$$

$$C^r = \sum_i \sum_j c_{ij}^r x_{ij}^r$$

# Энтропийная модель межрегиональных потоков продуктов

$$\max_{x_{ij}^r} \left( - \sum_{i,j,r} x_{ij}^r \ln x_{ij}^r \right),$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij}^r = Q_i^r, \quad \sum_{i=1}^n x_{ij}^r = D_j^r,$$

$$\sum_{i,j} c_{ij}^r x_{ij}^r = C^r, \quad x_{ij}^r \geq \varepsilon > 0.$$

Условие сбалансированности:  $\sum_{i=1}^n Q_i^r = \sum_{j=1}^n D_j^r, \quad Q_i^r, D_j^r > 0.$

*Модифицированная энтропийная модель  
межрегиональных потоков продуктов*

$$\max_{x_{ij}^r} \sum_{i,j,r} x_{ij}^r \ln \frac{v_{ij}^r}{x_{ij}^r},$$
$$\sum_{j=1}^n x_{ij}^r = Q_i^r, \quad \sum_{i=1}^n x_{ij}^r = D_j^r,$$
$$x_{ij}^r \geq \varepsilon > 0.$$

Условие сбалансированности:  $\sum_{i=1}^n Q_i^r = \sum_{j=1}^n D_j^r, Q_i^r, D_j^r > 0.$

# Моделирование равновесного распределения потоков с учетом транспортной сети

$$\sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^{L_m} \int_0^{f_l^m} c_l^{(m)}(y) dy + \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \int_0^{z_{ij}^m} g(x) dx \rightarrow \min \left\{ z_{ij}^m, h_p^m \right\}$$

$$f_l^m = \sum_{p=1}^{P_m} d_{lp}^m h_p^m, \quad \sum_{p=1}^{P_m^{ij}} h_p^m = z_{ij}^m,$$

$$\sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^N z_{ij}^m = V_j, \quad \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^N z_{ij}^m = W_i$$

Batten D., Boyce D. Spatial interaction, transportation, and interregional commodity flow models. In: Handbook of Regional and Urban Economics, Volume 1.

# Моделирование с учетом транспортной сети Дальнего Востока

- 18 «узловых» пунктов
- 30 дуг сети
- Более 90 тысяч всевозможных ациклических маршрутов между всеми парами вершин сети
- Большое количество переменных, относительно небольшое количество ограничений оптимизационной задачи
- Требуются специальные методы декомпозиции
- Возможны упрощенные постановки задачи

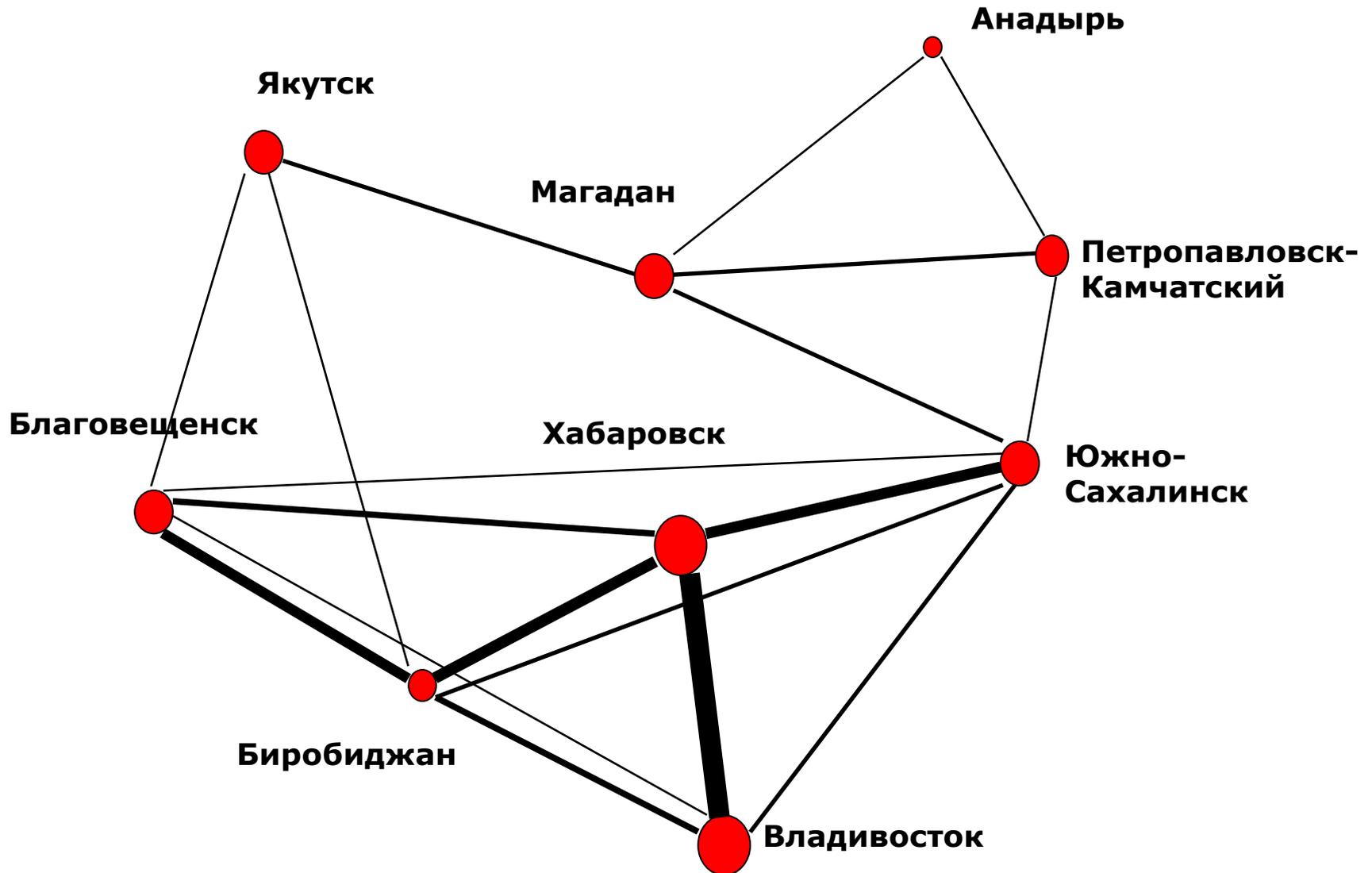
# Визуализация результатов

Показатель тесноты экономических взаимосвязей регионов:

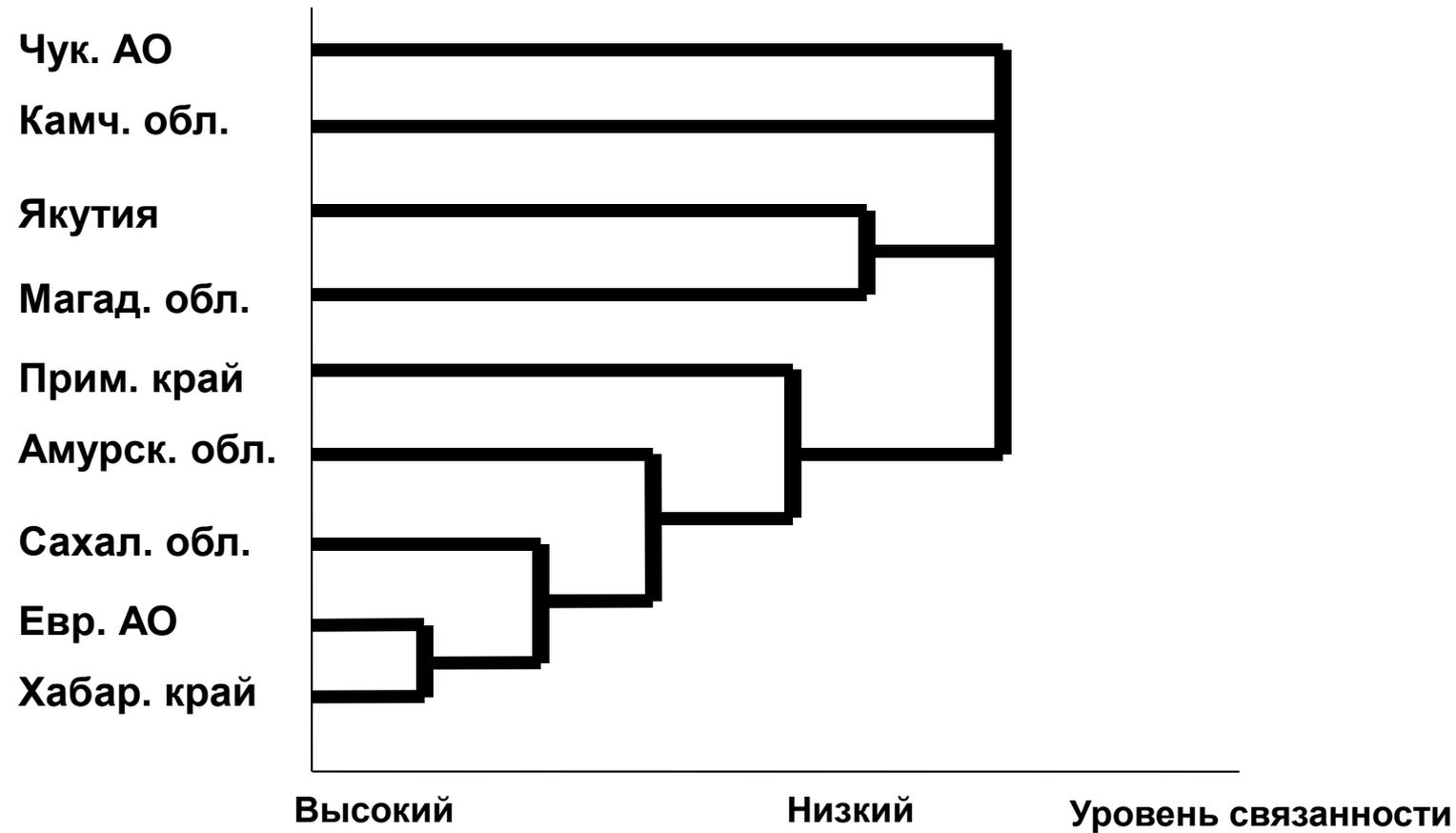
$$E_{\alpha\beta}^r = \frac{x_{\alpha\beta}^r + x_{\alpha\alpha}^r + x_{\beta\alpha}^r + x_{\beta\beta}^r}{\sum_j x_{\alpha j}^r + \sum_i x_{i\alpha}^r + \sum_j x_{\beta j}^r + \sum_i x_{i\beta}^r}, \alpha, \beta = \overline{1, n}$$

Свойства показателя:  $0 \leq E_{\alpha\beta}^r \leq 1$

# Теснота экономических взаимосвязей регионов Дальнего Востока



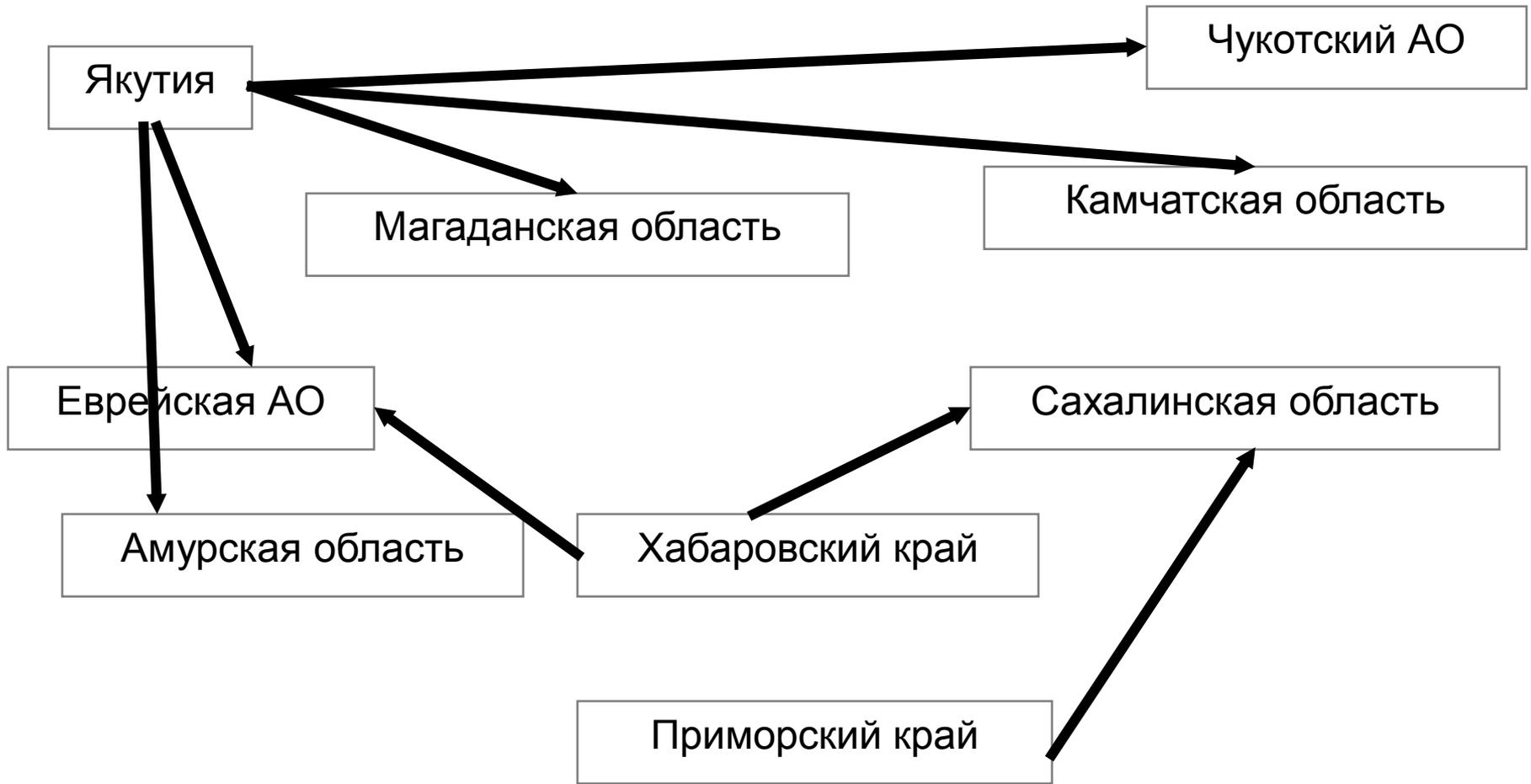
# Иерархия равновесных агрегированных Потоков





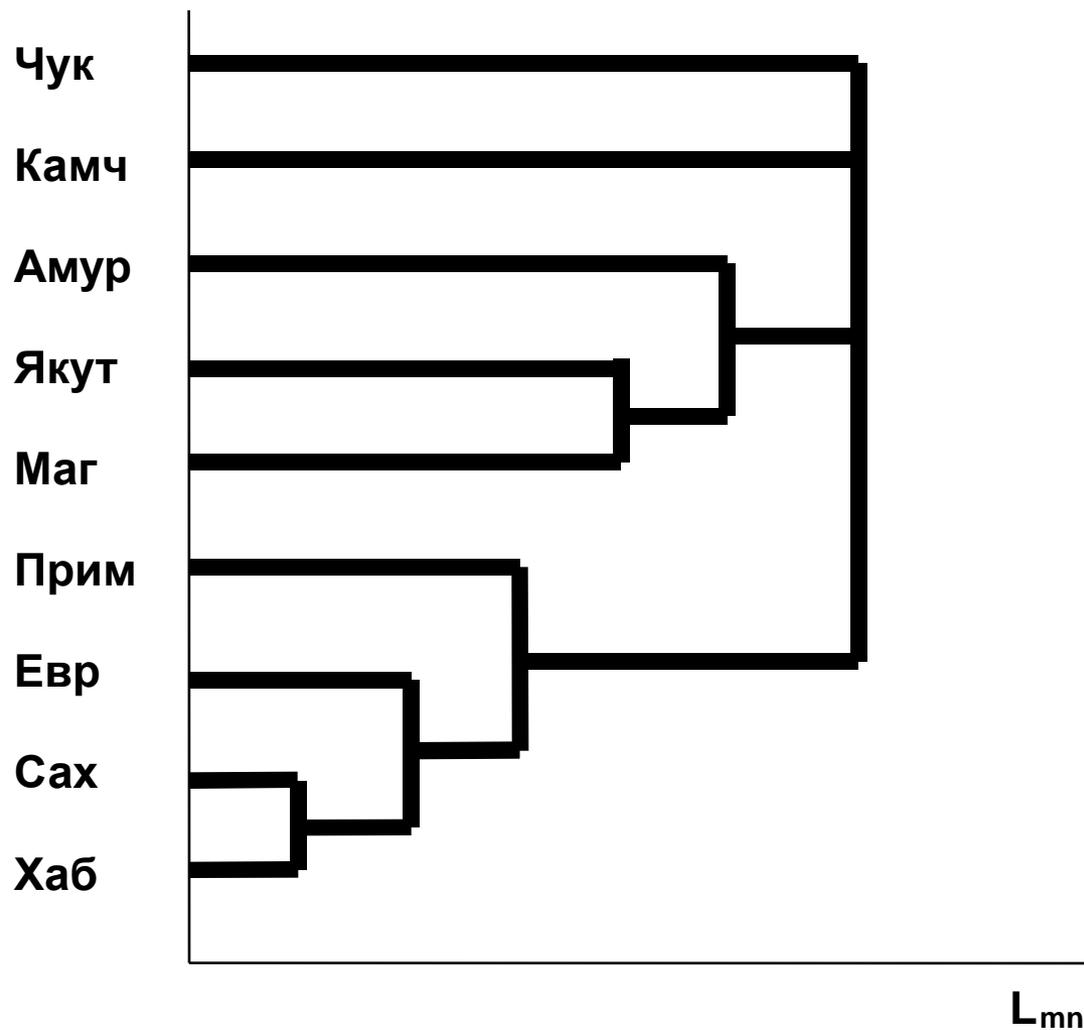
# Горнодобывающая промышленность

## Структура оптимальных перетоков



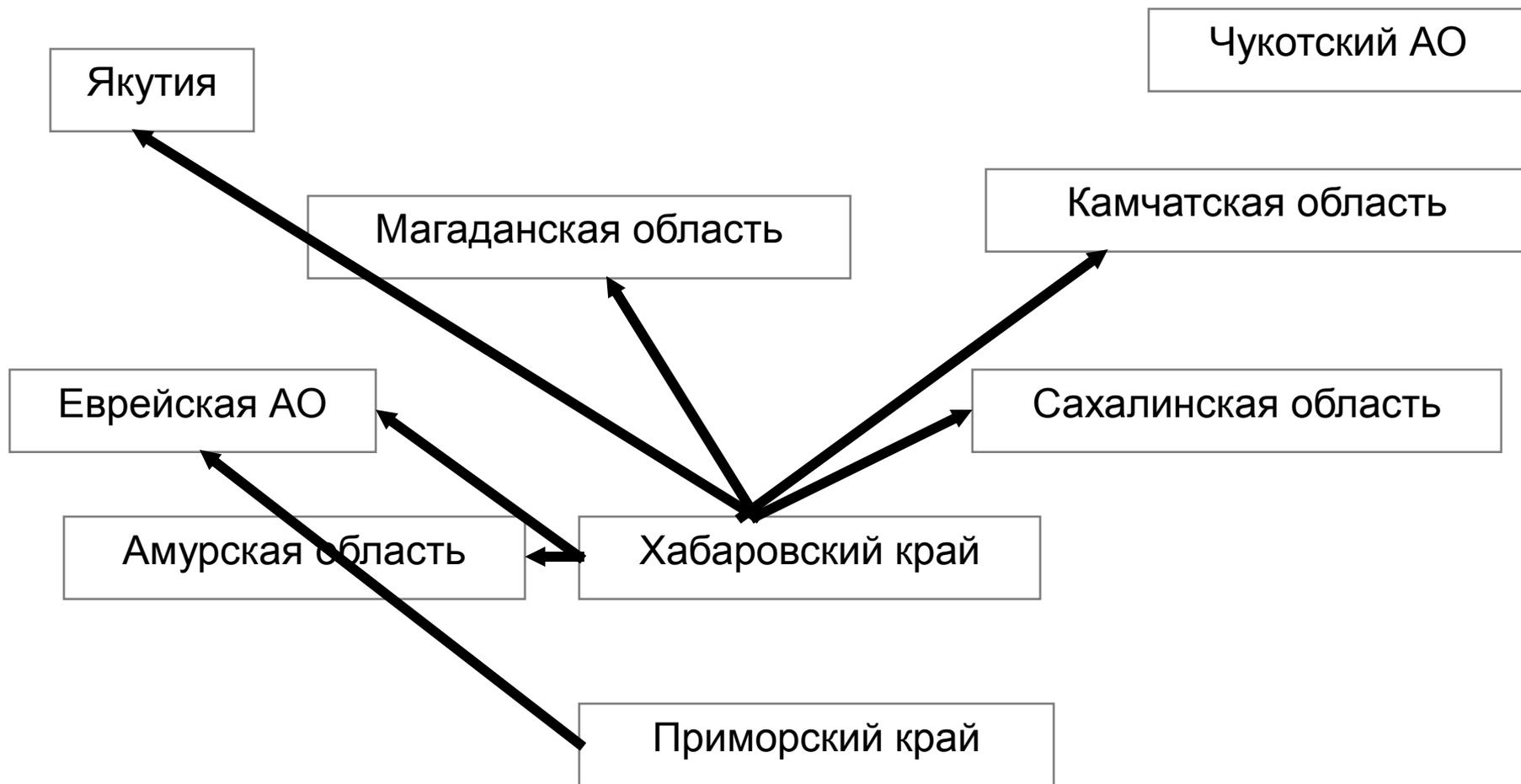
# Горнодобывающая промышленность

## Иерарархия связей



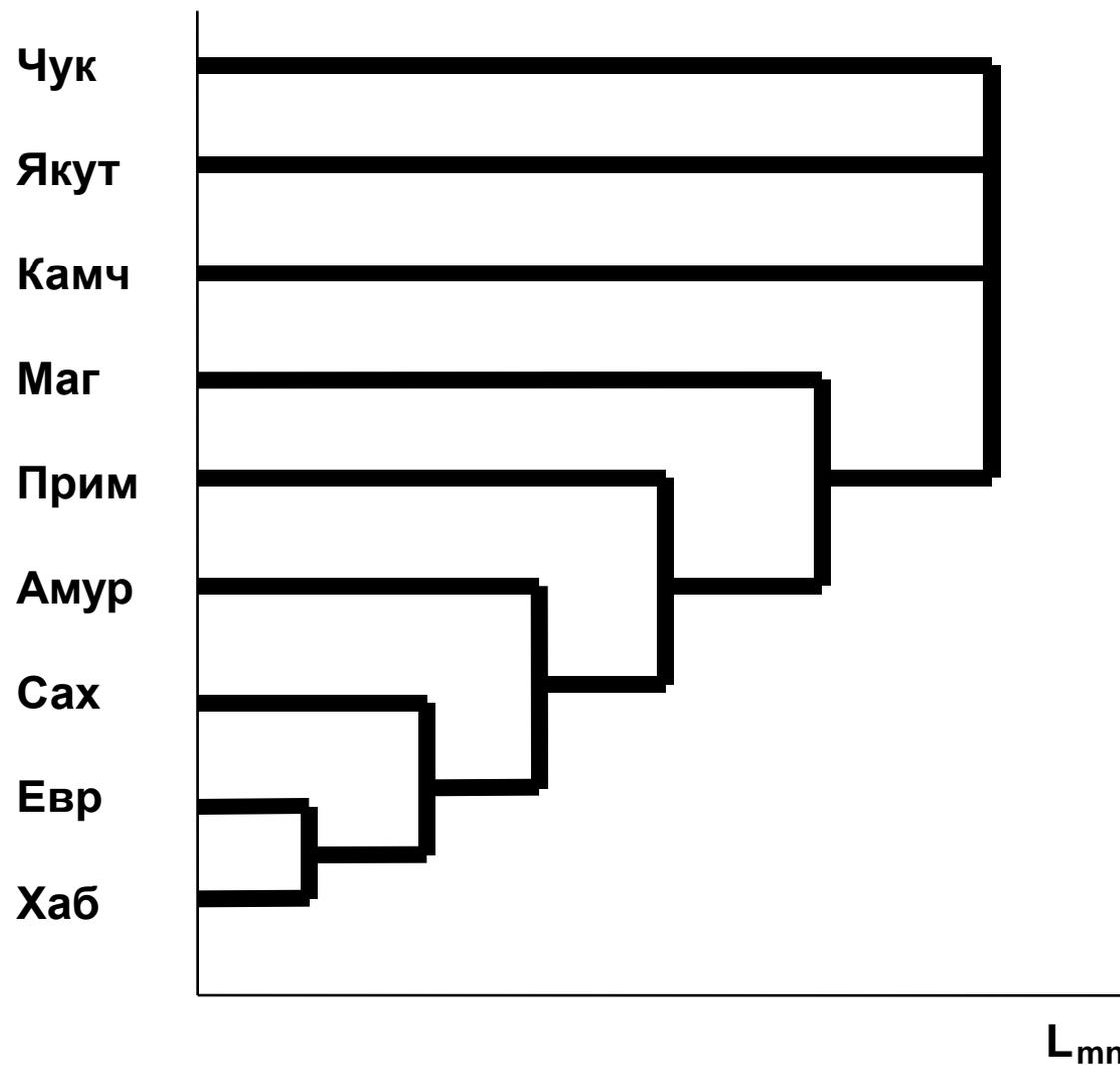
# Лесная промышленность

## Структура оптимальных перетоков



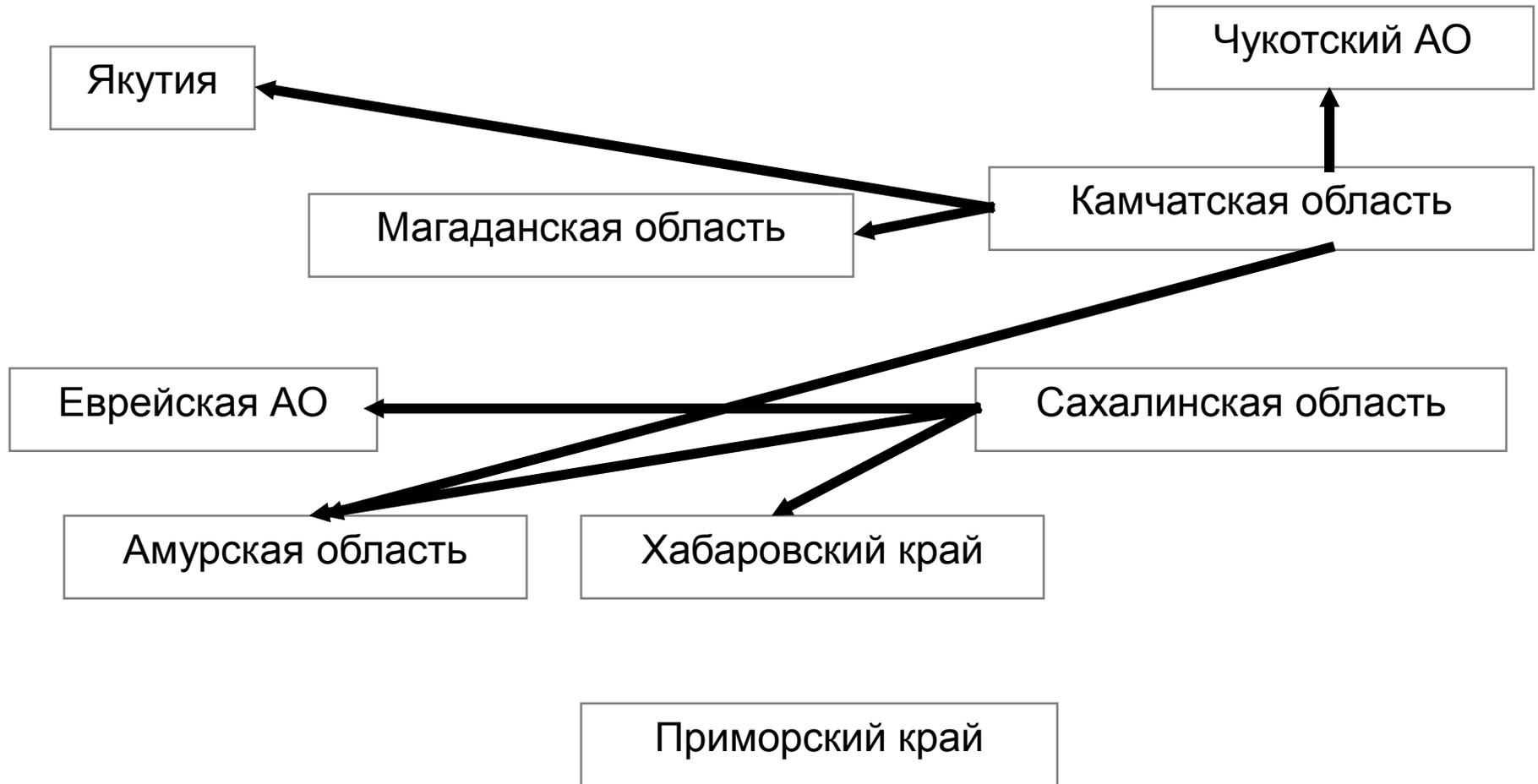
# Лесная промышленность

## Иерарархия связей



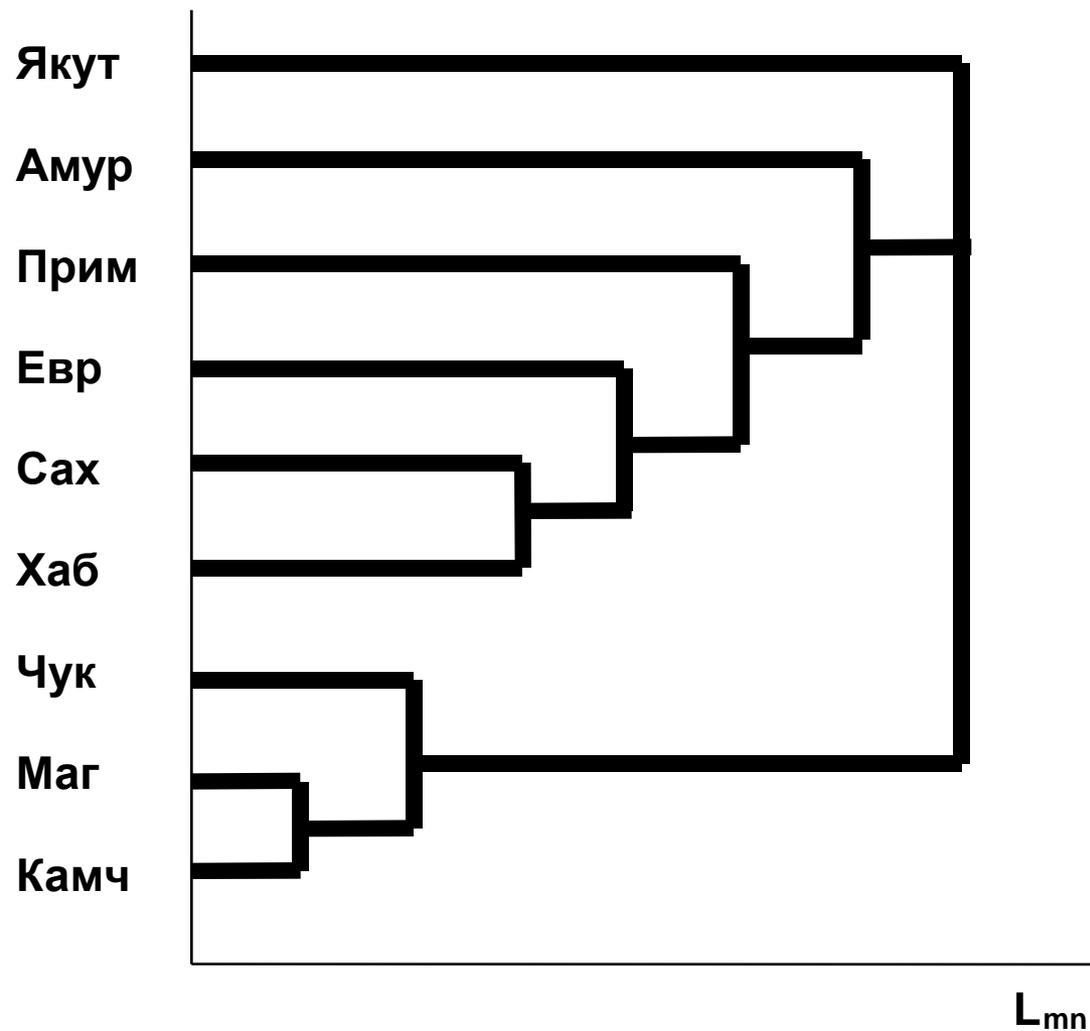
# Пищевая промышленность

## Структура оптимальных перетоков



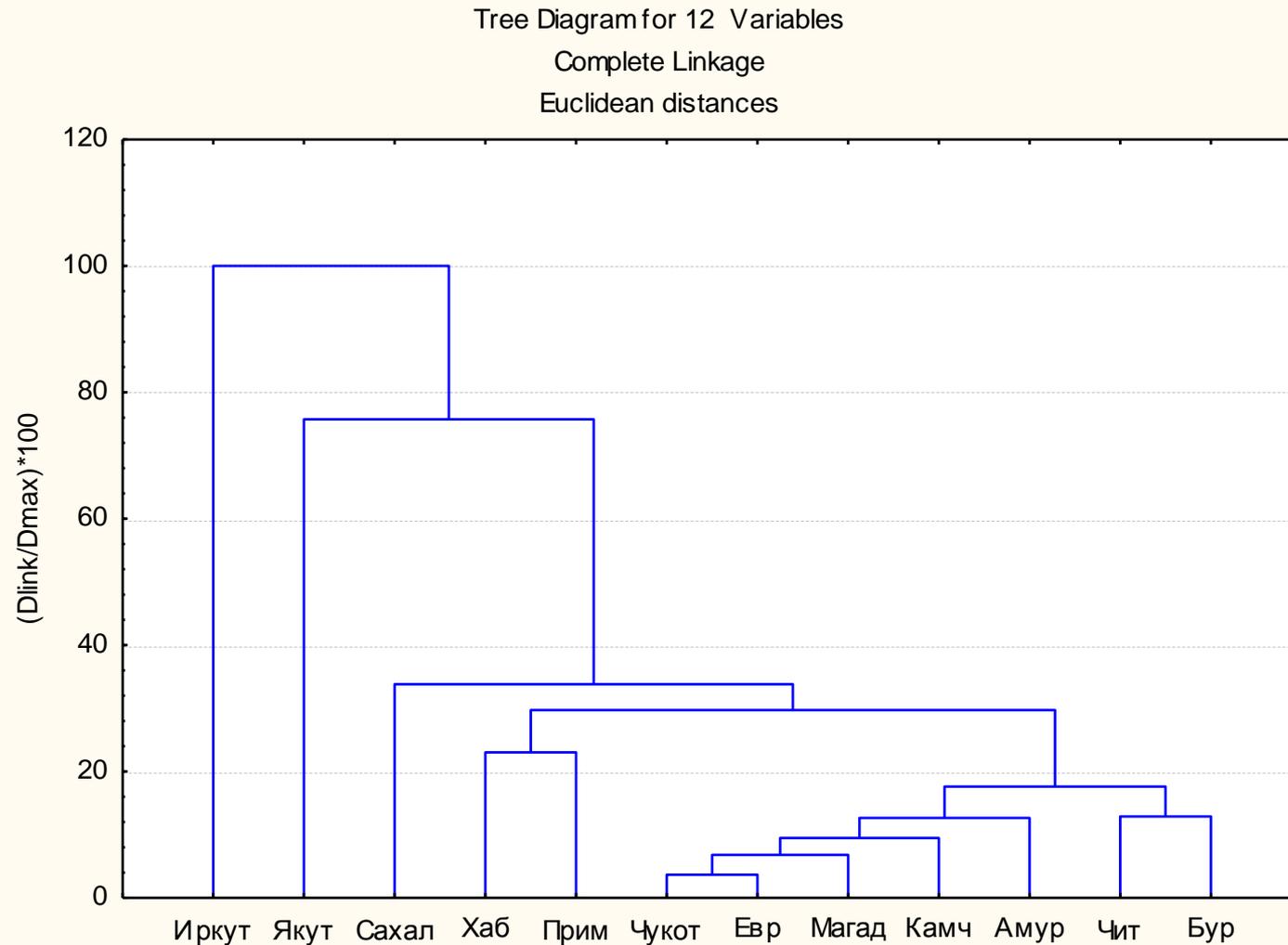
# Пищевая промышленность

## Иерарархия связей



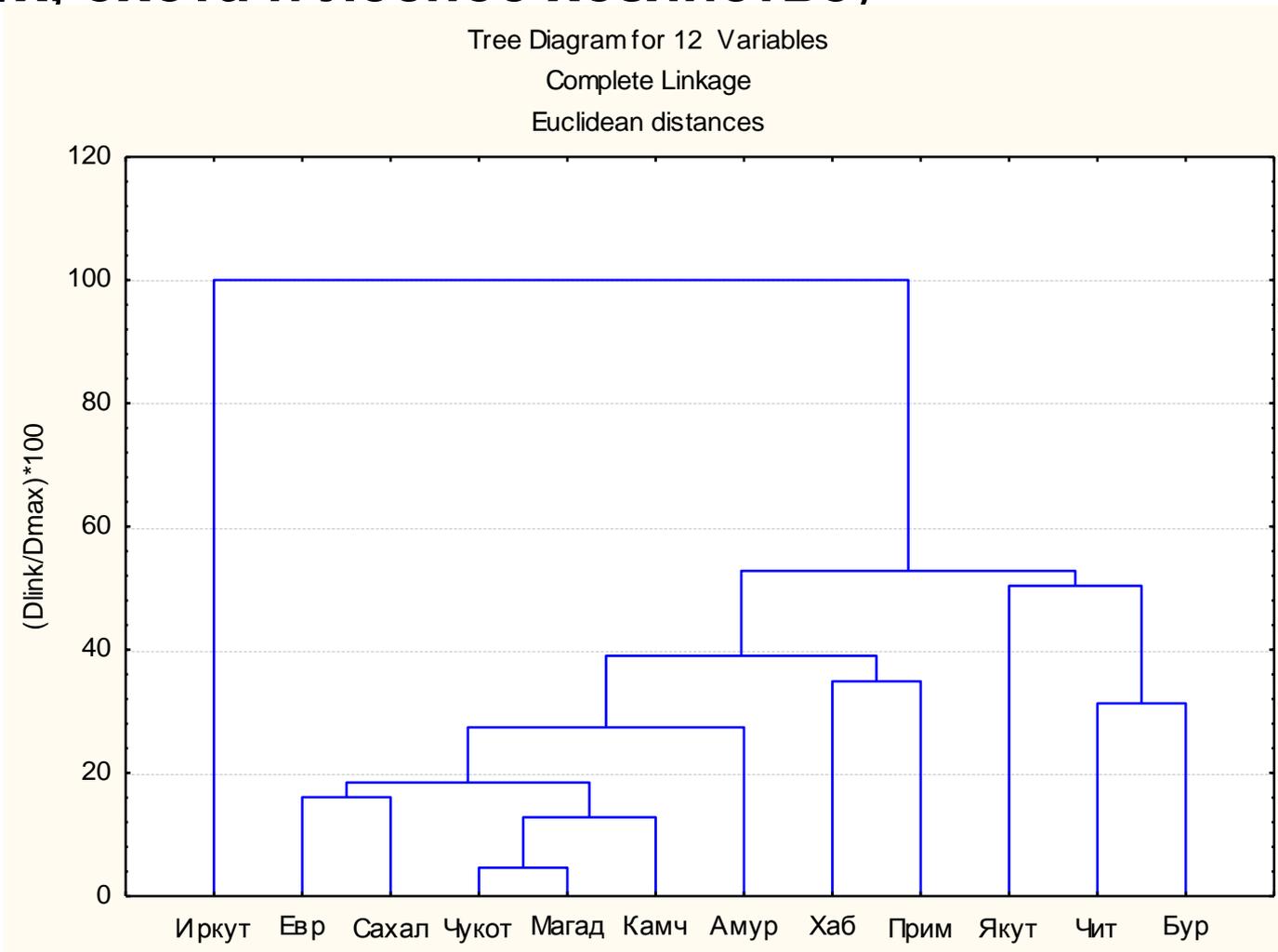
# Моделирование экономического пространства ДВ и Прибайкалья

- ◆ Дендрограмма иерархии экономических связей регионов (по всем отраслям)



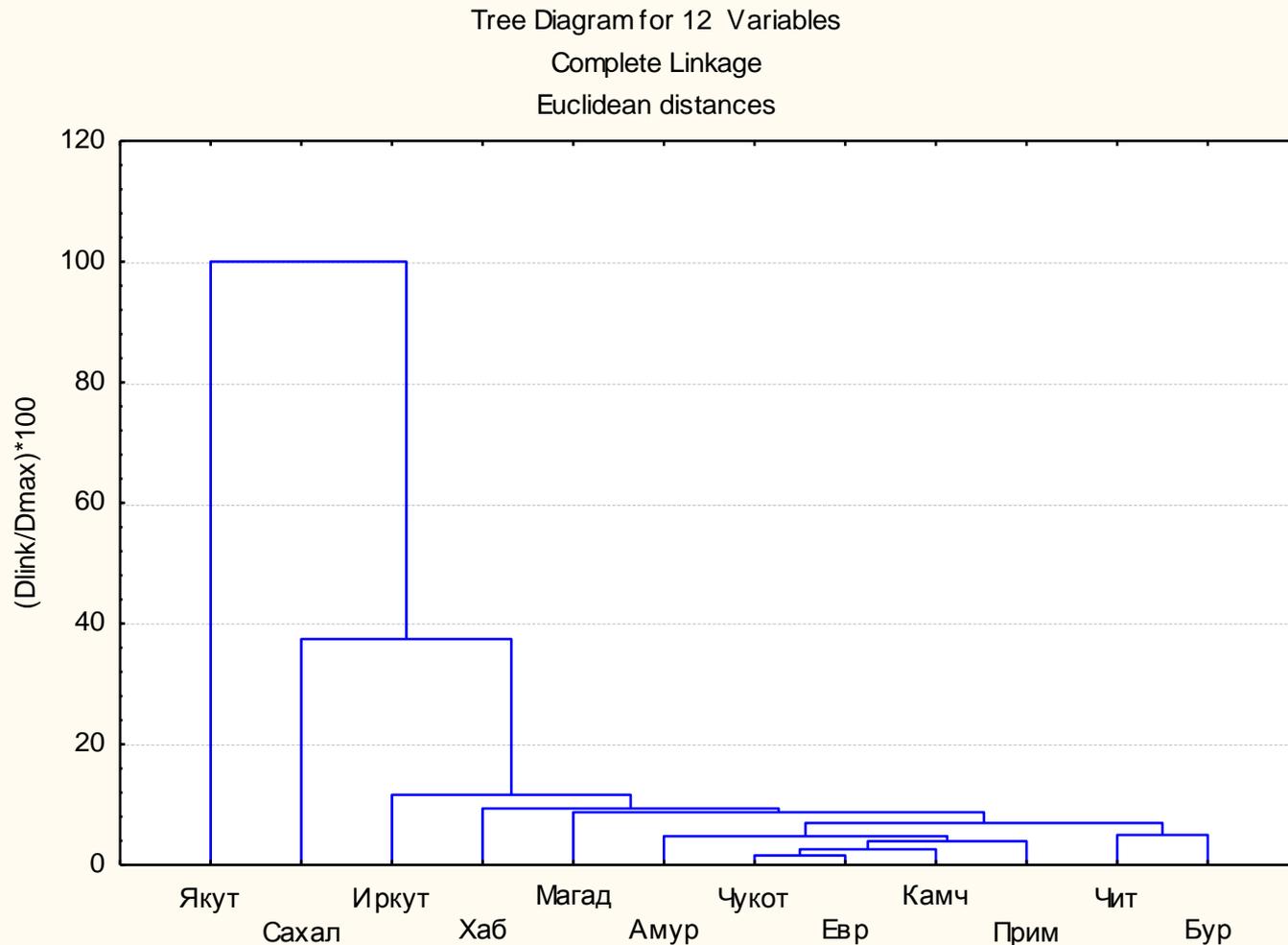
# Моделирование экономического пространства ДВ и Прибайкалья

- ◆ Дендрограмма иерархии экономических связей (с/х, охота и лесное хозяйство)



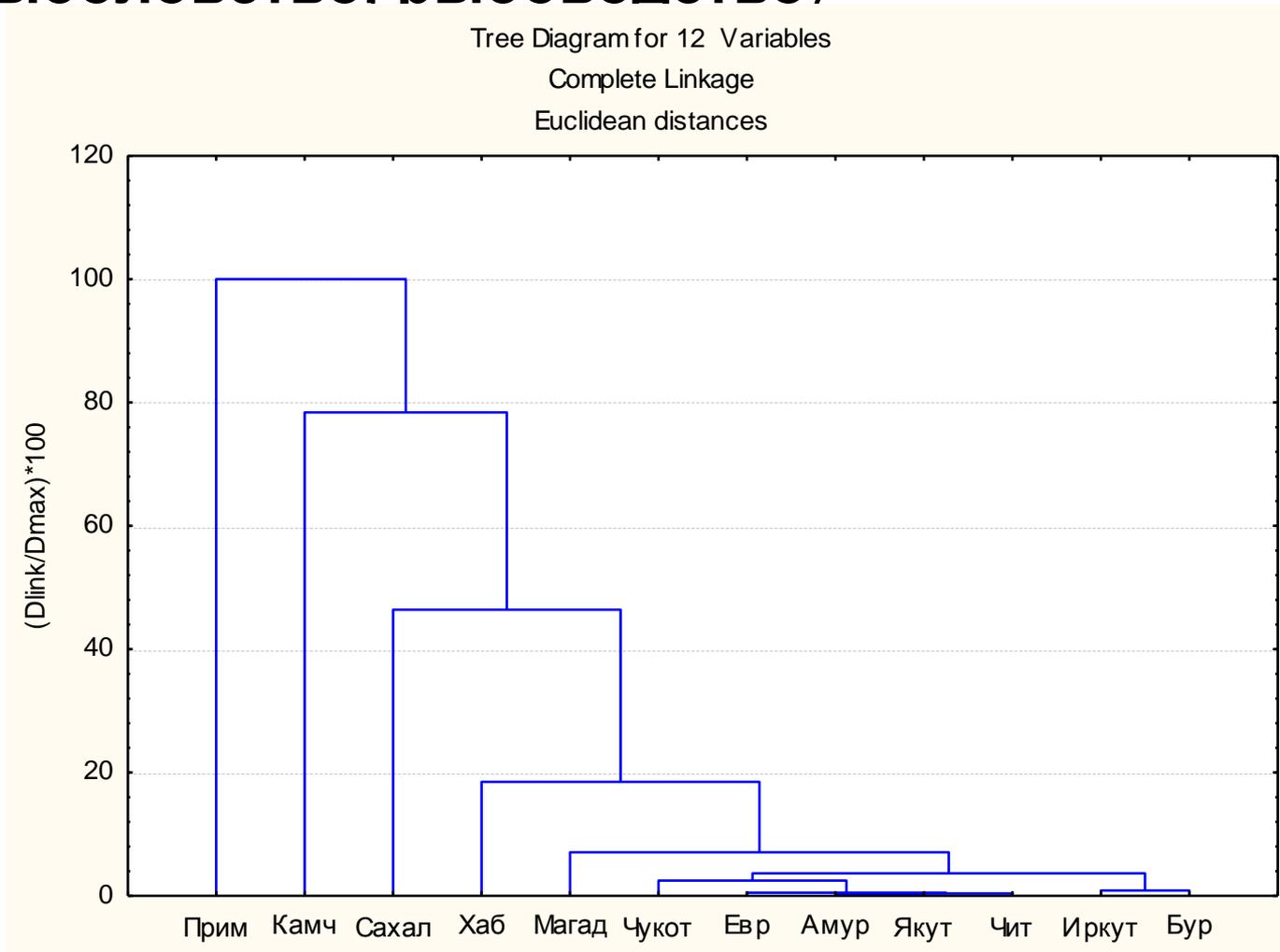
# Моделирование экономического пространства ДВ и Прибайкалья

- ◆ Дендрограмма иерархии экономических связей (добыча полезных ископаемых)



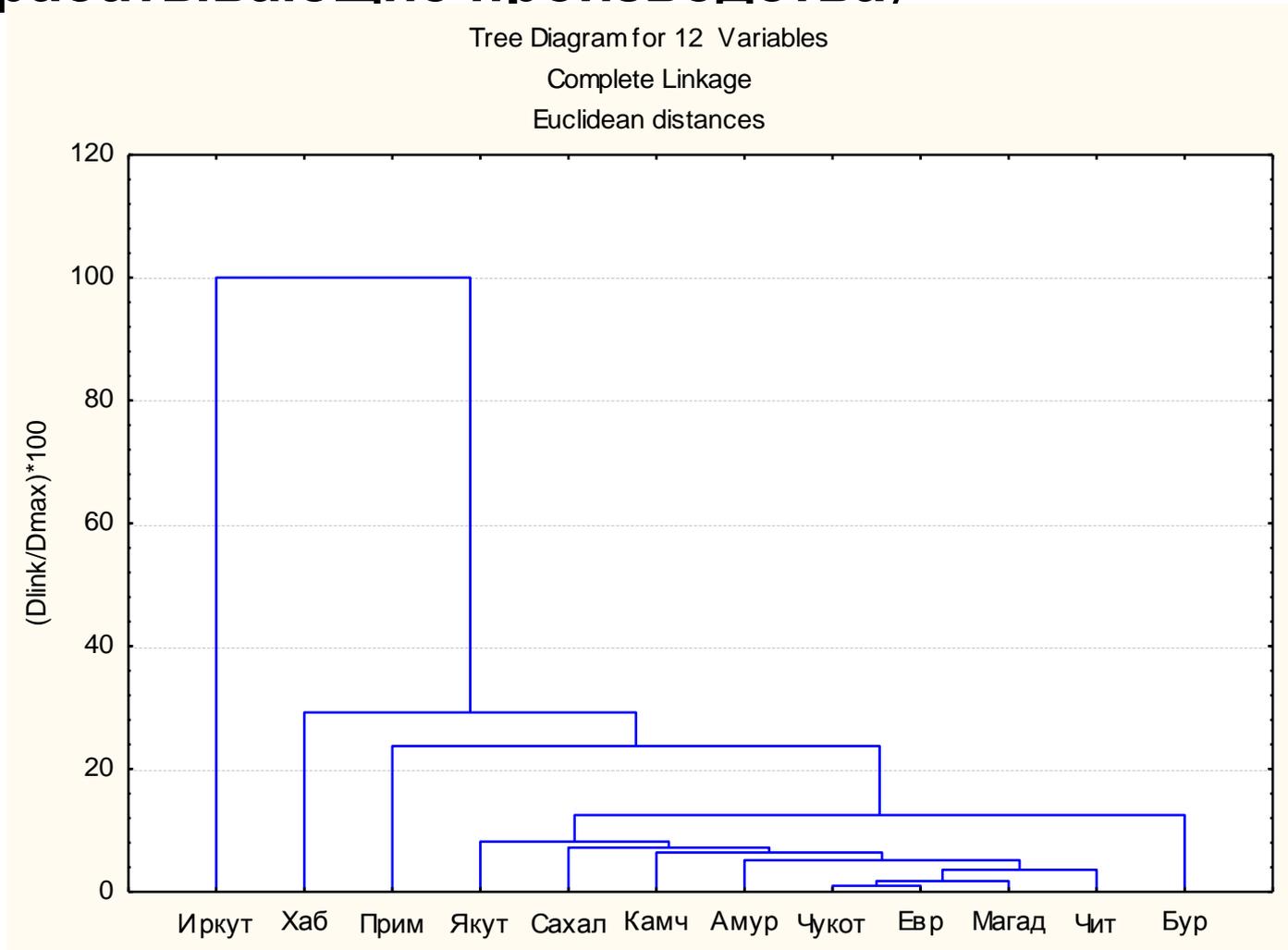
# Моделирование экономического пространства ДВ и Прибайкалья

- ◆ Дендрограмма иерархии экономических связей (рыболовство. рыбоводство)

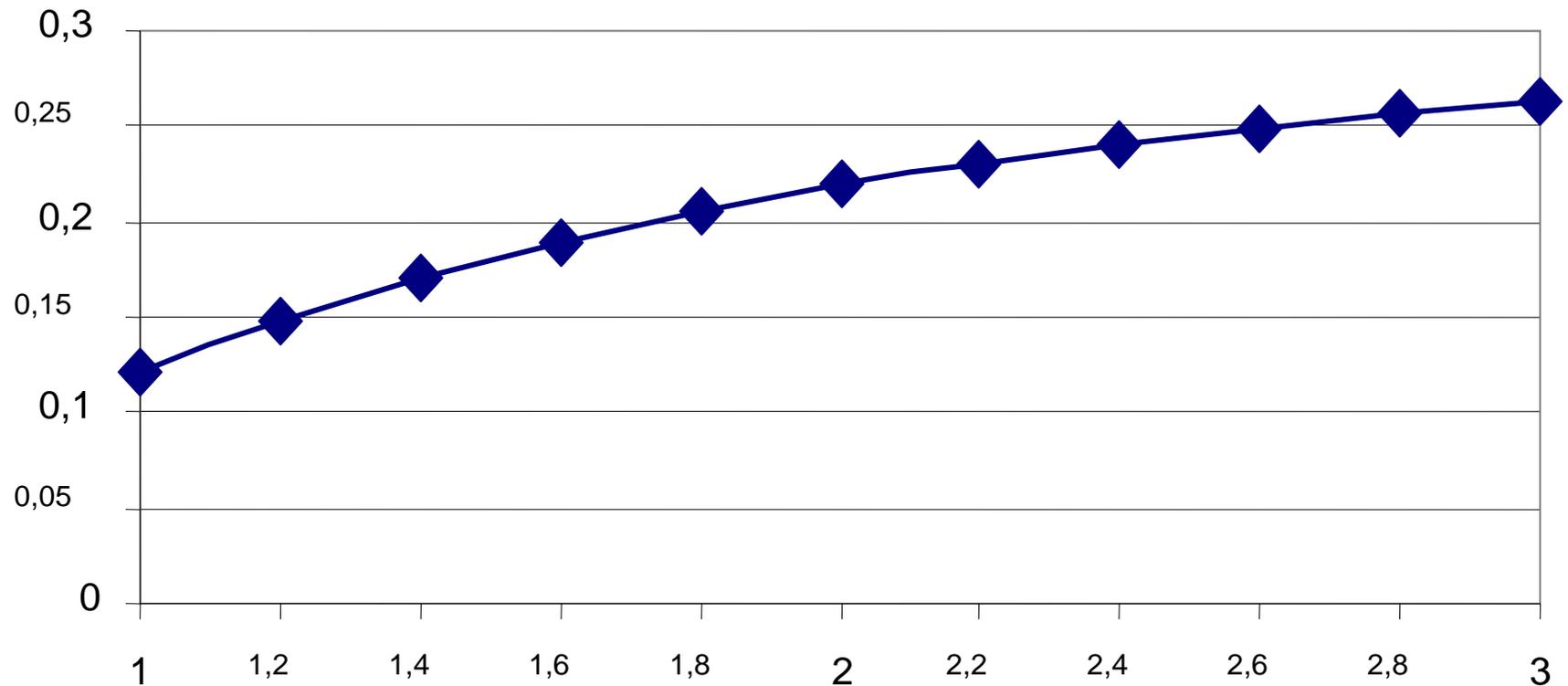


# Моделирование экономического пространства ДВ и Прибайкалья

- ◆ Дендрограмма иерархии экономических связей (обрабатывающие производства)



**Изменение доли обмена между регионами  
в общем товарообороте регионов**



**Сокращение транспортных издержек (раз) -  
Хабаровский и Приморский край**

# Моделирование воздействия внешних рынков

## Моделирование роста импорта продукции пищевой промышленности в Приморский край на 10%

Изменение ввоза в регион из других регионов ДВ

Прим	Хаб	Амур	Камч	Маг	Сах	Якут	Евр	Чук
-3,3%	-4,7%	-2,4%	-3,8%	-1,7%	-3,8%	-0,1%	-3,7%	0,6%

Изменение вывоза из региона в другие регионы ДВ

Прим	Хаб	Амур	Камч	Маг	Сах	Якут	Евр	Чук
-14,4%	-1,7%	-2,2%	-0,4%	-1,1%	-0,8%	-0,1%	-3,2%	0,5%

# Моделирование воздействия внешних рынков

## Моделирование роста импорта продукции пищевой промышленности в Приморский край на 20%

Изменение ввоза в регион из других регионов ДВ

Прим	Хаб	Амур	Камч	Маг	Сах	Якут	Евр	Чук
-5,7%	-9,5%	-4,9%	-7,6%	-3,6%	-7,7%	-0,4%	-7,3%	1,2%

Изменение вывоза из региона в другие регионы ДВ

Прим	Хаб	Амур	Камч	Маг	Сах	Якут	Евр	Чук
-28,7%	-3,3%	-4,5%	-0,8%	-2,3%	-1,6%	-0,3%	-6,4%	0,9%

# Моделирование воздействия внешних рынков

## Моделирование роста экспорта продукции ТЭК из Сахалинской области на 10%

Изменение ввоза в регион из других регионов ДВ

Прим	Хаб	Амур	Камч	Маг	Сах	Якут	Евр	Чук
2,4%	3,6%	1,9%	1,0%	1,6%	1,8%	1,2%	2,4%	-0,4%

Изменение вывоза из региона в другие регионы ДВ

Прим	Хаб	Амур	Камч	Маг	Сах	Якут	Евр	Чук
0,9%	0,9%	1,3%	0,6%	1,1%	5,4%	0,4%	1,8%	-0,2%

# Моделирование воздействия внешних рынков

## Моделирование роста экспорта продукции ТЭК из Сахалинской области на 20%

Изменение ввоза в регион из других регионов ДВ

Прим	Хаб	Амур	Камч	Маг	Сах	Якут	Евр	Чук
4,7%	7,3%	3,9%	2,0%	3,2%	3,7%	2,5%	4,8%	-0,8%

Изменение вывоза из региона в другие регионы ДВ

Прим	Хаб	Амур	Камч	Маг	Сах	Якут	Евр	Чук
1,8%	1,7%	2,7%	1,2%	2,2%	10,8%	0,8%	3,7%	-0,4%

# Выводы

- Неоднородная структура экономики (региональное распределение создаваемой валовой добавленной стоимости и конечного спроса)
- Макрорегион «Юг»: Приморский, Хабаровский края, Сахалинская, Амурская области, Еврейская АО
- Макрорегион «Север»: Якутия, Камчатский край, Магаданская область, Чукотский АО
- Значительные географические расстояния существенно влияют на «тесноту» экономических связей

# Выводы

- ❑ В условиях неполноты данных были получены интерпретируемые результаты, имеющие экономический смысл
- ❑ Данный подход позволяет выяснить картину потенциала взаимодействий экономик регионов ДВ в условиях существующей пространственной структуры размещения производств и существующего распределения внешних потоков
- ❑ Пространственная разнородность отраслевой структуры ВРП и конечного потребления, большие географические расстояния не позволяют говорить о едином экономическом пространстве макрорегиона Дальнего Востока и Прибайкалья
- ❑ Взаимосвязи экономик регионов ДВ сопровождается их пространственной неравномерностью и сильной дифференциацией по разным группам товарам

# Выводы

- ❑ Изменение параметров экономического пространства (географические расстояния, отраслевая структура ВРП, потребления, ввоза и вывоза продуктов) приводит к изменению тесноты экономических связей регионов
- ❑ Новая структура взаимосвязей экономик регионов возможна при изменении параметров экономического пространства (транспортная, энергетическая инфраструктура; пространственная структура производства и расходования ВРП)
- ❑ Внешние экономики влияют на структуру взаимосвязей регионов и могут «оттягивать» на себя товарные потоки межрегиональной торговли