



# Межрегиональные модели в исследовании пространственной экономики России

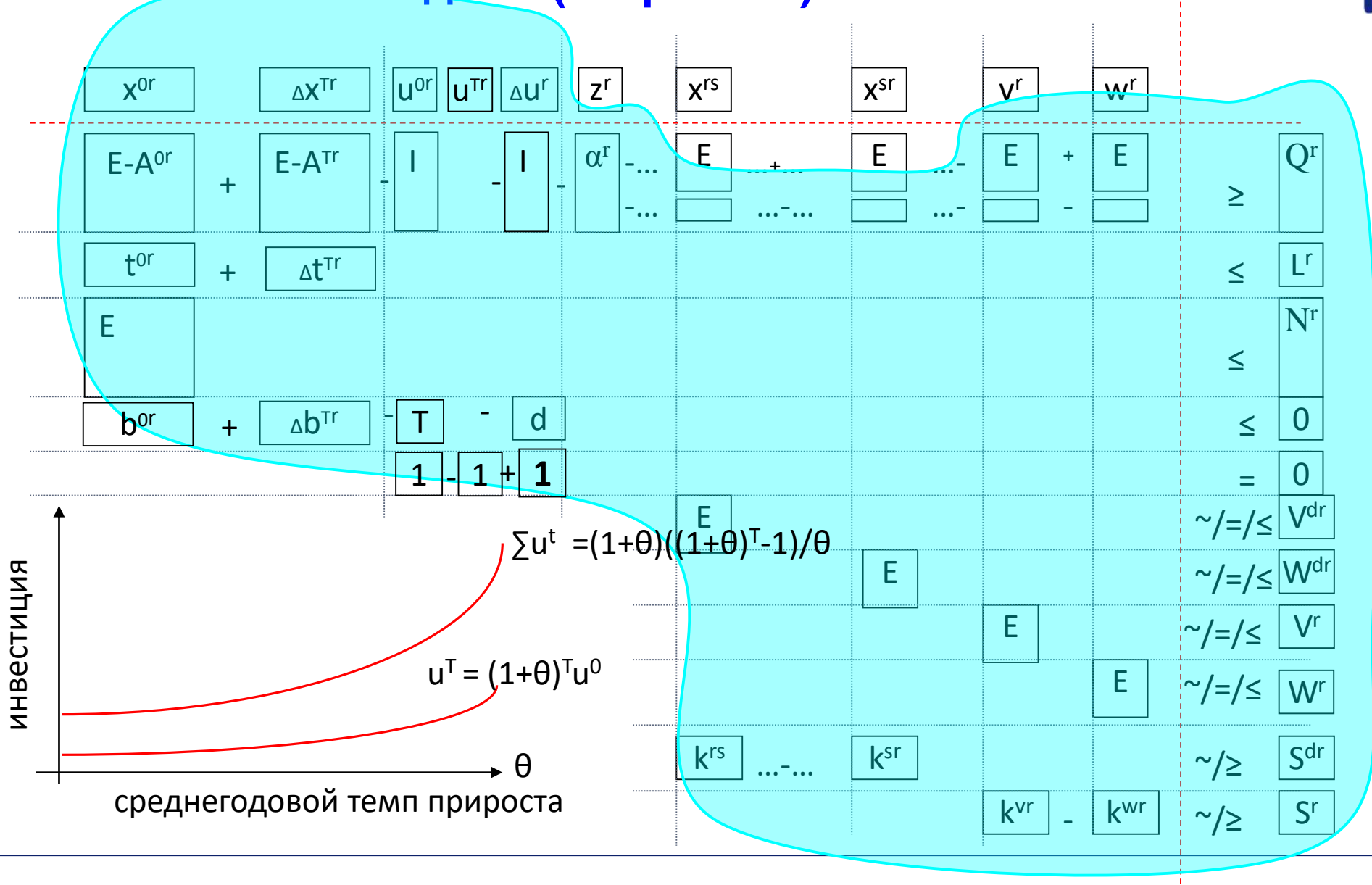
Суслов В.И., Ершов Ю.С, Ибрагимов Н. М.

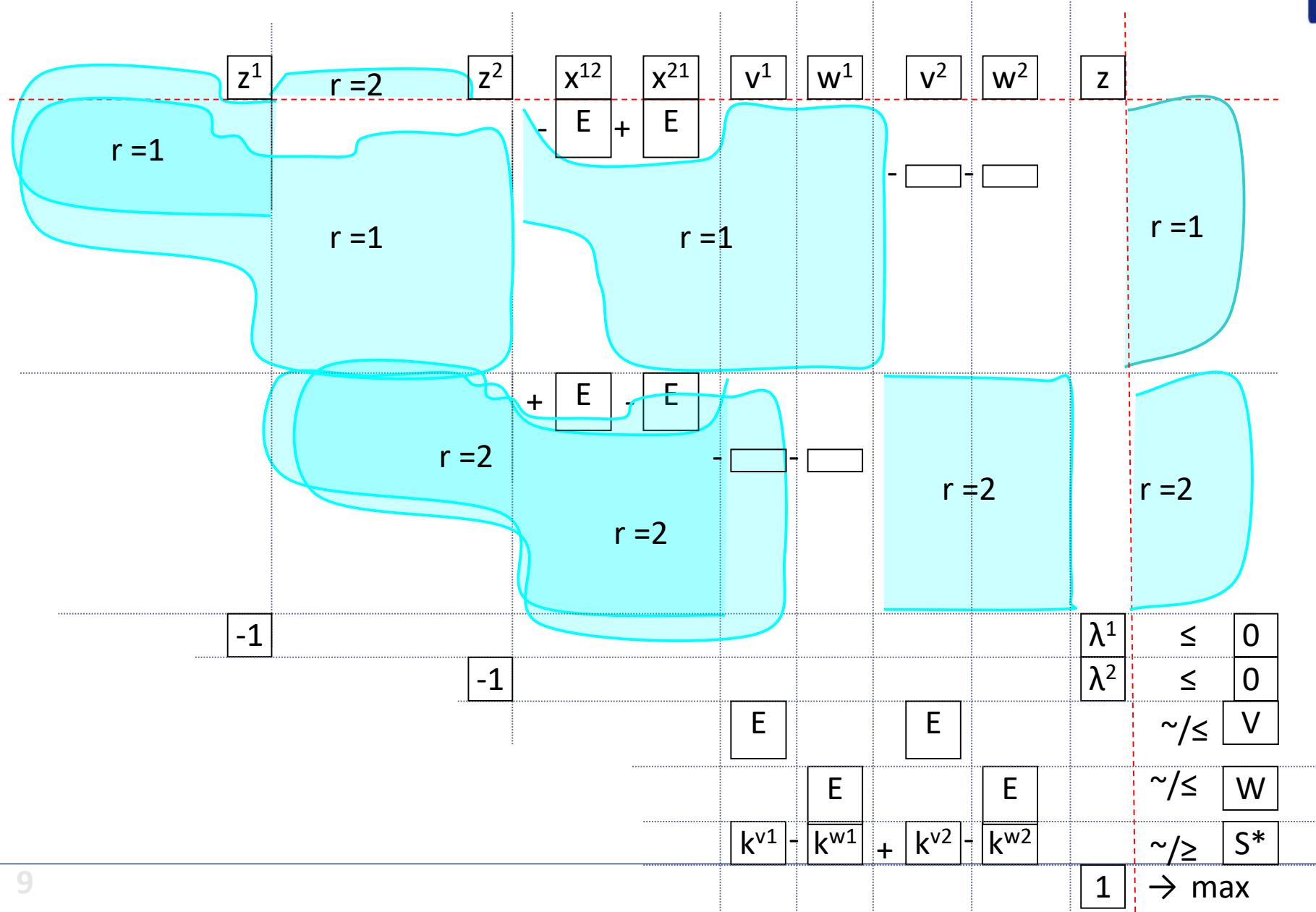
24 марта 2023 г., Сергиев Посад ИНП - ИЭОПП

страна	Площадь млн. кв. км
1. Россия	17.1
2. Канада	10.0
3. Китай	9.6
4. США	9.5
5. Бразилия	8.5
6. Австралия	7.7
7. Индия	3.3
8. Аргентина	2.8
9. Казахстан	2.8
10. Алжир	2.4

страна	Население млн. чел. (2021 г.)
1. Китай	1447
2. Индия	1399
3. США	334
4. Индонезия	277
5. Пакистан	255
6. Бразилия	215
7. Нигерия	211
8. Бангладеш	168
9. Россия	146
10. Япония	127

# Региональный блок модели (r-й регион)

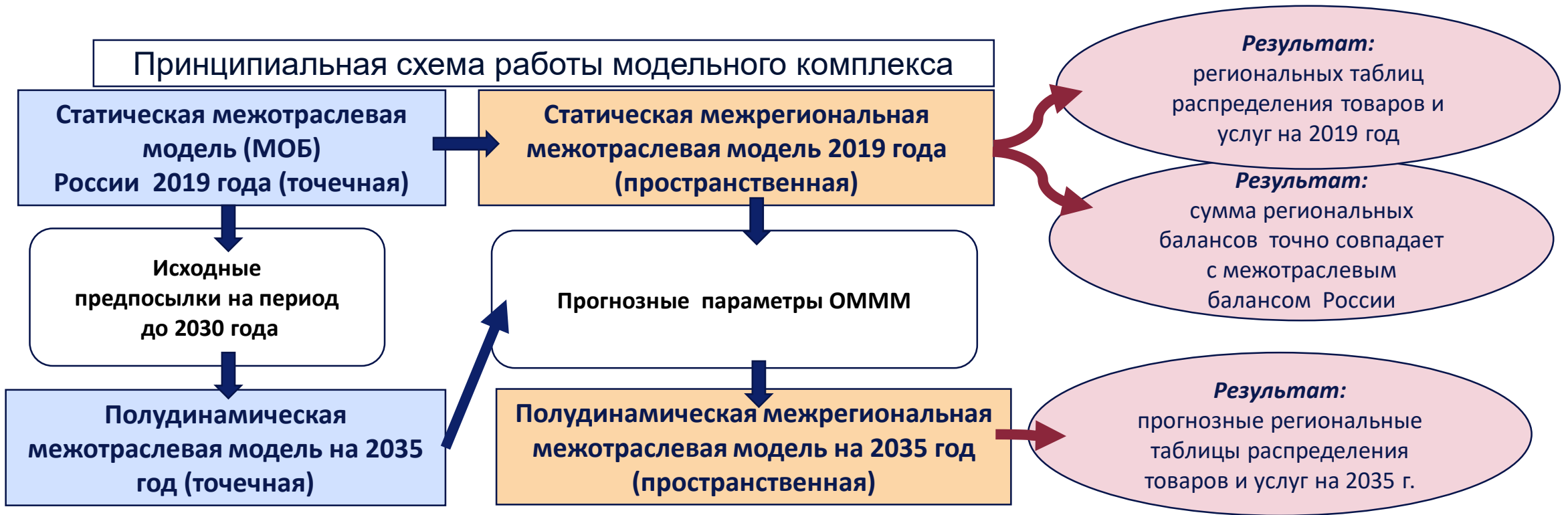




## **Имеется три направления использования ОМММ.**

- 1) Прогнозирование развития пространственной экономической системы (России), построение различных сценариев этого развития.**
  - 2) Анализ межрегиональных экономических взаимодействий: степени эквивалентности, взаимовыгодности, величины эффектов таких взаимодействий.**
  - 3) Экспериментальные расчеты с целью апробации перспективных направлений совершенствования самих моделей и расширения сферы их применения.**
-

## От изолированной модели – к модельно-программному комплексу



**Направления 1. прикладной анализ** отраслевых и пространственных темпов и пропорций социально-экономического развития страны, **построения сценариев** социально-экономического развития

## Основные режимы использования

- **“Классический”** – при заданных тенденциях изменения параметров (аргументов) – удельных затрат всех видов, изменений структуры конечного потребления, экспорта и импорта – рассчитать прогнозные показатели на заданную перспективу по глобальному народнохозяйственному критерию. Вариация значений аргументов для оценки их влияния на значения прогнозных показателей.
- Режим **“отраслевой и пространственной разверстки”** заданных прогнозных значений основных макроэкономических показателей, т.е. фактически поиск ответа на вопрос о том, каким может быть отраслевой и пространственный разрез экономики, если к концу прогнозного периода будут достигнуты прогнозные значения ВВП, объемов промышленного производства, конечного потребления, инвестиций, экспорта и импорта.
- Параллельная задача – оценка степени реалистичности макроэкономического прогноза и выявление потенциальных узких мест.



Коалиционный анализ используется для расчета **эффектов межрегиональных взаимодействий**, под которыми понимаются вклады одних регионов в потребление других регионов (в принципе эффекты можно рассчитывать на базе любых других макропоказателей).

Если в **некоторую коалицию** регионов добавить **новый** регион, то потребление регионов исходной коалиции **изменится**, скорее всего – **вырастет**. Эти изменения и будут **оценками вкладов** нового региона в потребление регионов исходной коалиции.

Таких оценок **много**. Так, для 3-региональной системы вклад 1→2 можно оценить, добавив 1-й регион ко 2-му или к коалиции 2-3.

В общем случае (без внешней торговли) имеется  $2^{R-2}$  оценок каждого вклада. Их **среднее** и есть эффект межрегиональных взаимодействий (можно еще посчитать **дисперсию**, как характеристику **ошибки** измерения).



Все рассчитанные эффекты собираются в **шахматную таблицу** эффектов взаимодействия.

Для трех регионов:

	Регион 1	Регион 2	Регион 3	$\Sigma$
Регион 1	$\Delta z^{11}$	$\Delta z^{12}$	$\Delta z^{13}$	$z^1$
Регион 2	$\Delta z^{21}$	$\Delta z^{22}$	$\Delta z^{23}$	$z^2$
Регион 3	$\Delta z^{31}$	$\Delta z^{32}$	$\Delta z^{33}$	$z^3$
$\Sigma$	$z^{1,123}$	$z^{2,123}$	$z^{3,123}$	$z$

В **итоговой строке** такой таблицы – потребление регионов в полной системе, в **итоговом столбце** – полный вклад региона в общее потребление по системе. Обычно для каждого региона рассчитывается **сальдо взаимодействия**, как разность между его общим вкладом в потребление системы и его фактическим потреблением.

Если учитывать **внешнюю торговлю**, то кроме эффектов межрегиональных взаимодействий возникают внешнеторговые эффекты (вклады внешней торговли по каждому внешнему рынку в потребление регионов). В таком случае каждый эффект, как **межрегиональный**, так и **внешнеторговый** имеет  $2^{R+1-2}$  оценок.

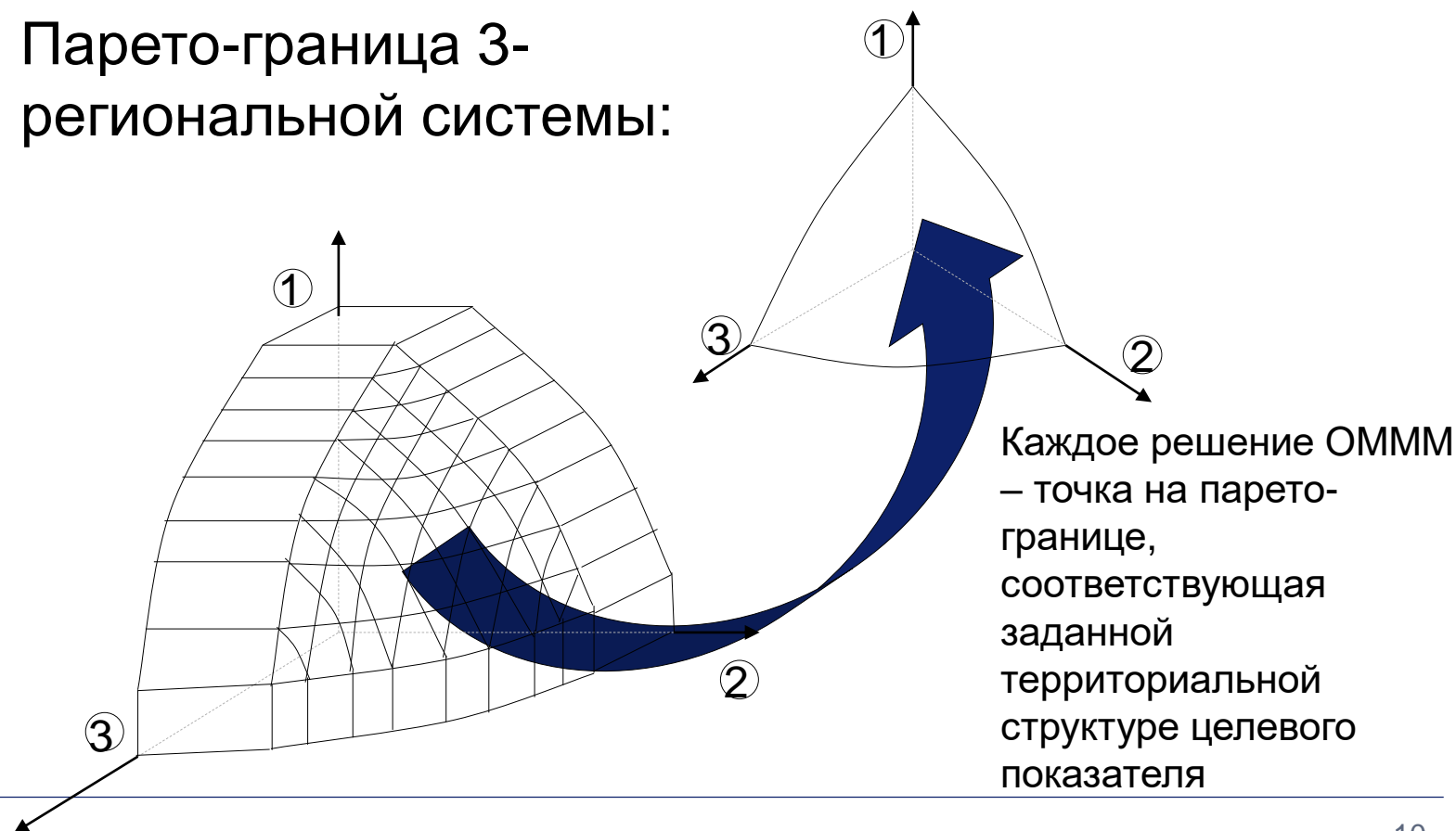
В каждом  $r$ -м регионе целевой является переменная  $z^r$  конечного потребления в заданной отраслевой структуре.

Если эти переменные «свободны», то возникает многоцелевая модель (задача векторной оптимизации), решением которой является **Парето-граница** в  $R$ -мерном ( $R$  – количество регионов в системе) пространстве региональных целевых переменных.

Парето-граница – это множество таких допустимых состояний векторной цели, которые нельзя улучшить сразу по всем компонентам (отдельным целям).

**Все парето-оптимальные состояния - равновесны по Вальрасу:** каждое из них является **композицией** решений региональных моделей при определенных ценах обмена и сальдо бюджетов.

Парето-граница 3-региональной системы:



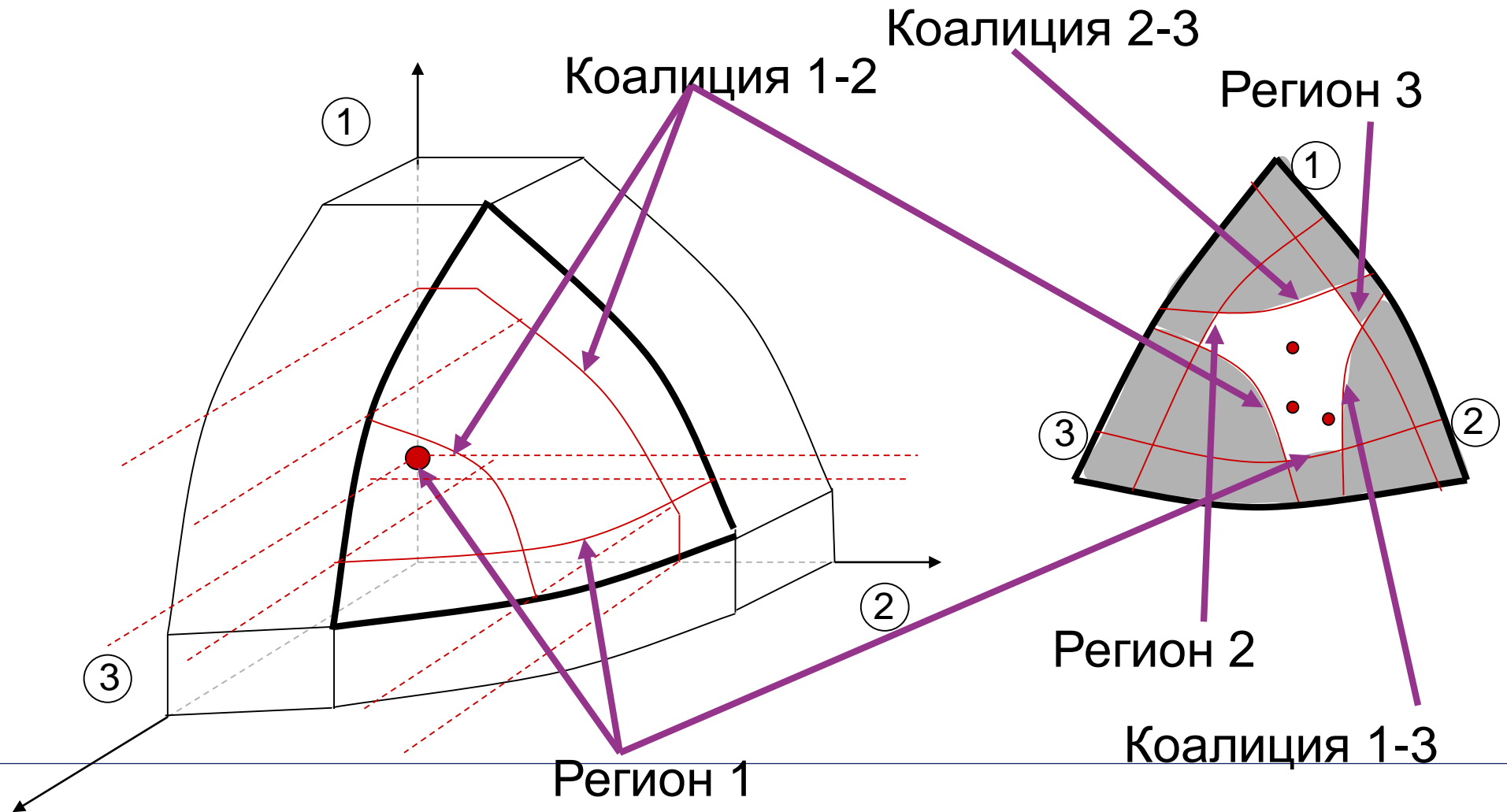
Эффекты межрегиональных взаимодействий относятся к классу **эмерджентных, синергетических, системных** эффектов. Их сумма по всей системе всегда **положительна**, т.е. взаимодействие увеличивает общий функционал. Это математический факт: к тем возможностям, которые имели участники системы (в данном случае – регионы) **по отдельности**, взаимодействие добавляет **новые** возможности.

**Общий эффект эмерджентности может быть очень большим.**

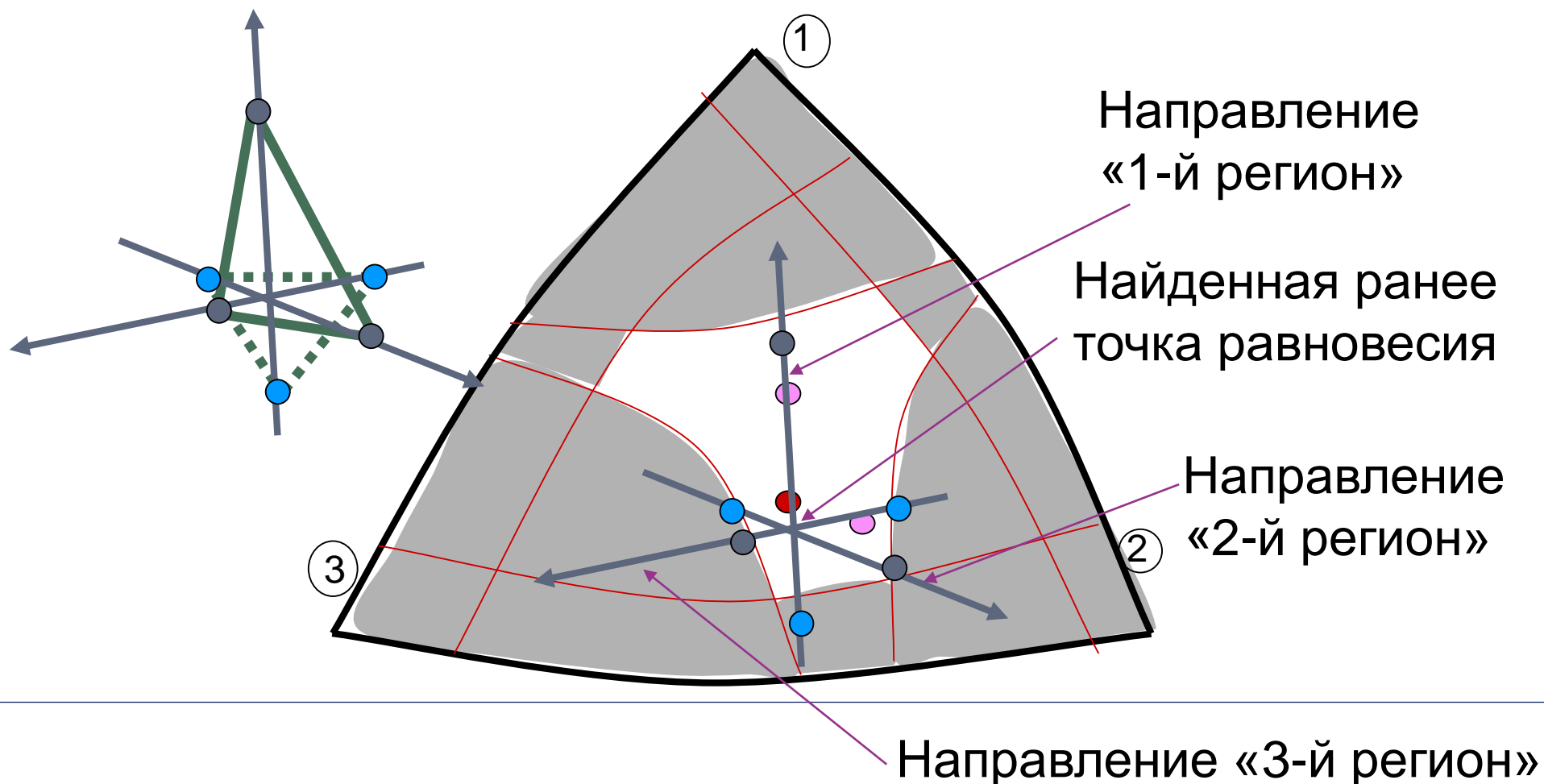
Но этот **общий эффект может быть неравномерно распределен среди участников системы**. Вплоть до того, что сильные игроки могут «стянуть одеяло на себя» и оставить другим игрокам эффект в **отрицательной** области.

Однако – строго доказывається – **всегда** есть достаточно широкая область взаимовыгодных распределений – **ядро системы**, равновесие по **Нэшу**.

Далеко не всякое решение межрегиональной модели равновесно по Нэшу, но с ее помощью можно исследовать область ядра системы. Ядро – это часть парето-множества, которая не блокируется ни одной коалицией регионов.

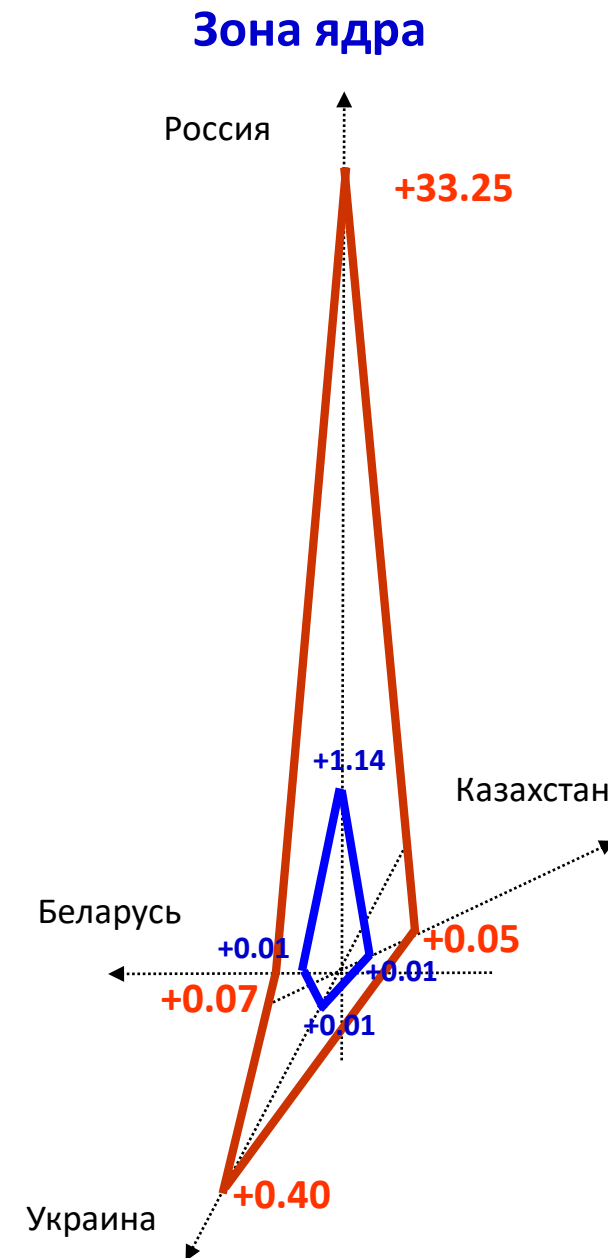


В прикладном анализе проводится анализ зоны ядра по направлениям, исходя из найденной ранее точки Вальрасовского равновесия (она всегда в ядре). Например, увеличивая и уменьшая долю 1-го региона, ищутся граничные точки, в которых обнаруживается блокирующая коалиция.



## Территориальная структура непроизводственного потребления (процентные пункты)

Макрорегионы	Факт	Нижний предел ядра	Эквива- лентный обмен	Верхний предел ядра
<b>1987 г.</b>				
Россия	58,06	56,25	56,37	89,62
Украина	18,58	19,21	19,42	19,82
Беларусь	3,79	4,76	5,01	5,08
Казахстан	5,07	3,91	4,36	4,41
<b>1996 г.</b>				
Россия	59,67	59,00	59,03	60,17
Украина	15,40	16,74	16,79	16,80
Беларусь	3,83	4,22	4,26	4,29
Казахстан	5,10	4,71	4,75	4,76



А вот Центральный федеральный округ имеет отрицательный вклад в общесистемный целевой показатель: исключение этого округа из российской экономики привело бы к увеличению общероссийского конечного потребления на 7.7%.

нальных взаимодействий – 2030 г., в %% к региональному итогу)

Эффект	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО	Итого (Общий вклад)	Сальдо взаимодействия
ЦФО						13.1	-10.4	-10.4	-7.7	-32.7
СЗФО										
ЮФО										
СКФО										
ПФО										

Удивительно, но самый большой вклад в общесистемный целевой показатель дает сравнительно небольшой по экономическому значению федеральный округ – Дальневосточный: 31.0%. Почти 7% Небольшой отрицательный вклад имеет также Северо-Кавказский федеральный округ.

Для Северо-Западного федерального округа межрегиональные отношения (ЧВЭ) имеют очень небольшое значение: они объясняют всего 4.1% целевого показателя этого региона. Но их роль очень велика для Северо-Кавказского (74.7% конечного потребления), Южного (74.1%), Центрального (71.0%) и Приволжского (66.5%) федеральных округов.

Надо понимать ограниченно результата. Следует отметить, что относительно большие по абсолютному значению отрицательные вклады ЦФО обусловлены гипотез услуги являются не Модель не учитывает, что в центр российской государс образовательный, техноло культурно-исторический це Западный федеральный окр 80.6% своего уровня потреб

						1.6	51.5	5.8	18.9	10.3
								68.2	21.0	16.8
								84.7	73.2	
								4.3	73.2	
								16.5	53.9	
								15.3	26.8	

Среди «самодостаточных» регионов роль межрегиональной интеграции высока для УФО и СФО. В этих округах чистый внутренний эффект выше, чем эффект внешних связей: в УФО на 13.2 п. п., в СФО на 7.0 п. п. В то же время именно УФО и СФО выделяются общие характеристики четырех ранее упомянутых «самодостаточных» регионов во взаимодействии с остальными. СЗФО, УФО, СФО и ДФО, вступая в коалицию с любым округом, вносят в потребление последнего существенные положительные вклады. Это регионы с выраженной общероссийской производственной специализацией, они обеспечивают экспорт нефти, газа, угля, цветных металлов, леса. Для них характерно положительное сальдо товарообмена и пониженная (по сравнению с долей в суммарном ВРП) доля в суммарном конечном потреблении.

Эффекты межрегиональных взаимодействий в России, измеренные по объему инвестиций, (2030 г., % к объему инвестиций региона)



ФО России	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДВФО	Итого (Общий вклад)	Сальдо взаимодействий
ЦФО	0.0	4.3	-2.4	-2.6	10.0	1.8	18.1	65.0	8.4	-9.5
СЗФО	14.7	65.2	13.0	15.5	16.7	5.8	7.9	-1.8	17.0	6.7
ЮФО	5.9	2.2	0.0	1.5	10.0	15.5	27.3	-6.1	8.5	1.3
СКФО	1.1	2.6	1.8	0.0	2.6	4.0	17.5	1.2	3.8	0.8
ПФО	-1.7	5.0	6.1	2.6	0.0	-12.9	-5.2	2.0	-1.5	-14.8
УФО	1.7	-8.8	18.2	13.7	-4.2	60.7	-33.3	-21.7	4.3	-7.8
СФО	19.4	13.8	16.6	17.9	13.8	3.6	48.5	-18.4	16.2	4.8
ДВФО	25.8	17.0	21.8	25.6	25.6	9.3	19.5	71.6	24.5	18.6
Внутренний эффект (территориальная структура)	67.0 (17.9)	101.3 (10.3)	75.2 (7.2)	74.3 (3.0)	74.6 (13.3)	88.0 (12.1)	100.4 (11.4)	91.8 (5.9)	81.2 (81.2)	
Внешние связи	33.0	-1.3	24.8	25.7	25.4	12.0	-0.4	8.2	18.8	
Итого (территориальная структура)	100.0 (26.7)	100.0 (10.2)	100.0 (9.6)	100.0 (4.1)	100.0 (17.9)	100.0 (13.7)	100.0 (11.4)	100.0 (6.4)	100.0	



По показателям выпуска и инвестициям, напротив, часто имеют место результаты, противоположные тем, которые имели место при оценке вкладов по показателю конечного потребления. Так, например, вклад ЦФО в объемы выпуска восточных регионов становится положительным – регион становится дополнительным рынком сбыта продукции отраслей специализации Азиатской части.

ФО России	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДВФО	(Общий вклад)	взаимодействий
ЦФО	0.0	-6.3	-1.1	-2.4	4.8	0.7	6.0	11.2	1.3	-22.3
СЗФО	9.1	71.1	12.9	18.3	20.1	12.5	8.9	1.3	18.6	8.1
ЮФО	7.7	-3.4	0.0	2.7	7.2	16.1	13.8	-0.3	6.9	1.6
СКФО	0.9	0.7	0.2	0.0	1.5	1.4	9.2	-0.2	1.8	-0.1
ПФО	1.9	4.5	3.0	1.8	0.0	-5.3	-5.1	2.9	0.4	-12.4
УФО	5.0	6.9	19.7	9.6	0.6	29.5	-7.3	1.7	6.9	-2.4
СФО	17.4	9.7	20.9	20.7	12.2	11.2	48.6	0.4	17.8	8.3
ДВФО	27.9	9.6	20.5	23.3	25.4	14.9	12.3	70.2	23.6	19.3
Внутренний эффект (территориальная структура)	70.0 (23.6)	92.8 (10.6)	76.1 (5.4)	73.9 (1.9)	71.8 (12.8)	80.8 (9.3)	86.4 (9.5)	87.2 (4.3)	77.4 (77.4)	
Внешние связи	30.0	7.2	23.9	26.1	28.2	19.2	13.6	12.8	22.6	
Итого (территориальная структура)	100.0 (33.7)	100.0 (11.4)	100.0 (7.0)	100.0 (2.6)	100.0 (17.8)	100.0 (11.5)	100.0 (11.0)	100.0 (4.9)	100.0	

Эффекты межрегиональных взаимодействий –  
по конечному потреблению (2030 г., в % к региональному итогу)

Эффекты межрегиональных взаимодействий –  
по конечному потреблению плюс инвестиции  
(2030 г., в % к региональному итогу)



Вклад Эффект	Эффекты межрегиональных взаимодействий – по конечному потреблению (2030 г., в % к региональному итогу)										Эффекты межрегиональных взаимодействий – по конечному потреблению плюс инвестиции (2030 г., в % к региональному итогу)										
	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО	ВВЭ	Терр.стр-ра	СФО	ДФО	Итого (Общий вклад)	Сальдо взаимод-ствий							
Критерий “максимум конечного потребления” к концу прогнозного периода является чисто формальным – фактически максимизируется <b>сумма конечного потребления и инвестиций</b> . И чем выше темпы экономического роста, тем больше разрыв между темпами роста ВВП и темпами роста инвестиций, тем выше доля фонда накопления.	0.0	-22.6																			
ЦФО	0.0	-22.6	11.3	19.3	23.9	20.2	11.4	5.1	20.4	11.7	СЗФО	9.8	76.8	11.8	18.4	22.0	15.6	10.5	3.1	19.5	10.5
СЗФО	8.5	80.6	0.0	1.6	4.4	13.5	5.6	-2.8	3.1	-3.2	ЮФО	4.3	-5.2	0.0	1.5	5.8	14.1	11.2	-3.8	4.5	-2.1
ЮФО	3.9	-7.6	-2.7	0.0	-1.7	-3.3	2.1	-4.7	-1.6	-4.6	СКФО	-0.6	-2.3	-1.5	0.0	-0.6	-0.9	6.1	-2.9	-0.2	-3.3
СКФО	-1.0	-3.9	6.3	4.6	0.0	-3.2	-1.7	8.0	3.3	-7.6	ПФО	4.2	6.4	6.3	4.1	0.0	-6.3	-2.6	6.2	2.1	-9.4
ПФО	5.7	6.9	16.5	10.3	21.4	11.2	15.5	15.7	9.3		УФО	12.0	10.4	26.0	15.8	6.5	34.0	-0.3	4.4	12.9	5.1
УФО	14.5	16.8	12.3	11.6	51.5	5.8	18.9	10.3		СФО	18.1	9.8	20.2	21.2	12.7	9.1	50.7	-1.4	18.2	8.9	
СФО	17.8	8.4	16.9	19.3	25.8	19.7	9.6	68.2	21.0	16.8	ДФО	22.4	8.7	18.2	20.9	25.8	16.4	12.2	69.2	21.9	17.2
ДФО	21.5	6.0	66.5	66.8	79.2	84.7	73.2			ВВЭ	70.2	88.8	74.4	74.6	68.6	73.6	84.7	86.8	75.2		
ВВЭ	71.0	84.7	6.3	3.0	10.9	6.4	8.6	4.3	73.2		Терр.стр-ра	23.3	9.1	6.5	3.0	11.5	7.8	9.3	4.7	75.2	
Терр.стр-ра	25.0	8.7	74.7	66.5	45.4	27.7	16.5	53.9		в т.ч. ЧВЭ	70.2	12.0	74.4	74.6	68.6	39.6	34.0	17.6	54.5		
в т.ч. ЧВЭ	71.0	4.1	33.5	33.2	20.8	15.3	26.8			ВВС	29.8	11.2	25.6	25.4	31.4	26.4	15.3	13.2	24.8		
ВВС	29.0	15.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		Итого	100	100	100	100	100	100	100	100		
Итого	100.0	100.0	8.5	4.1	16.4	9.6	10.9	5.0	100.0		Терр.стр-ра	33.2	10.2	8.8	4.1	16.8	10.6	11.0	5.4	100.0	
Терр.стр-ра	35.3	10.2																			

Если перейти от оценки эффектов только по изменениям конечного продукта к показателям изменения продукции, используемой на территории региона, то прогноз эффектов взаимодействия регионов во всех возможных коалициях на 2030 год показал, что Северо-Западный, Уральский, Сибирский и Дальневосточный федеральные округа лучше всего адаптируются к разрыву межрегиональных связей по сравнению с центральными и южными регионами. Соответственно, Центральный, Северо-Кавказский, Южный и Приволжский округа более всего выигрывают от интеграции в многорегиональную систему и от выхода на внешний рынок.

данном случае представляется как более содержательный для оценки эффектов межрегиональных взаимодействий, так как инвестиции последнего года – это скорее результат (для запрогнозного периода), а не затраты.

## Эффекты межрегиональных взаимодействий в России в состоянии эквивалентного межрегионального обмена (2030 г., % к конечному потреблению регионов)

ФО России	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДВФО	Итого (Общий вклад)	Сальдо взаимо- действий
<p>«Недополучающими» свою долю общего «пирога» оказываются Приволжский, Сибирский и Уральский федеральные округа. Так, фактическая доля в общем целевом показателе Урала (9.6%) почти в 1,5 раза меньше того, что этот макрорегион мог бы получать при эквивалентном обмене (14.4%).</p>			<p>«Переполучают» по сравнению с эквивалентным обменом Северо-Кавказский и, особенно, Центральный федеральные округа. Для последнего фактическая доля в потреблении (35.3%) в 1.4 раза выше его доли в состоянии эквивалентного обмена (23.2%).</p>						4.0	-10.3
									24.0	16.6
									4.6	-1.6
									1.1	-0.7
									-0.4	-14.5
УФО	9.1	5.5	20.1	8.4	4.8	15.0	4.0	8.1	8.9	-1.6
СФО	17.6	2.2	17.6	18.1	9.1	8.4	41.9	4.2	15.5	4.0
ДВФО	19.5	-1.7	12.0	13.5	18.8	12.0	3.7	43.0	15.4	8.1
Внутренний эффект (территориальная структура)	61.6 (14.3)	83.4 (7.4)	73.1 (6.2)	70.4 (1.8)	69.6 (14.1)	72.8 (10.5)	82.1 (11.5)	87.5 (7.3)	73.0 (73.0)	
Внешние связи	38.4	16.6	26.9	29.6	30.4	27.2	17.9	12.5	27.0	
Итого (территориальная структура)	100.0 (23.2)	100.0 (8.9)	100.0 (8.5)	100.0 (2.5)	100.0 (20.2)	100.0 (14.4)	100.0 (14.0)	100.0 (4.4)	100.0	
(тер.стр. - факт)	(35.3)	(10.2)	(8.5)	(4.0)	(16.4)	(9.6)	(10.8)	(5.0)		



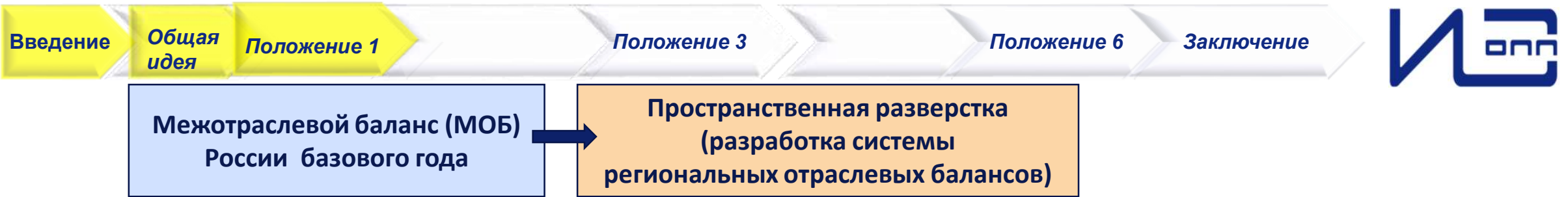
Спасибо за внимание!

naimdjon@ieie.nsc.ru  
+79139159103

Эффекты межрегиональных взаимодействий в России , измеренные по численности занятых, при фактической территориальной структуре конечного потребления при полной «либерализации» внешних связей (2030 г., % к объему трудовых ресурсов региона )



ФО России	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДВФО	Итого (Общий вклад)	Сальдо взаимо- действий
ЦФО	0.0	-11.2	-2.4	-3.7	-0.2	-5.8	-0.4	3.5	-1.9	-20.8
СЗФО	9.4	77.2	12.7	20.1	23.9	17.1	10.8	4.3	20.6	11.6
ЮФО	6.4	-5.2	0.0	1.7	6.5	15.1	10.7	-1.3	5.3	-1.7
СКФО	0.4	-1.2	-1.1	0.0	0.3	-0.3	6.9	-1.7	0.8	-3.2
ПФО	3.3	5.0	4.1	1.7	0.0	-5.1	-3.7	4.5	1.2	-14.0
УФО	6.0	9.2	22.9	10.3	2.8	32.1	0.9	5.2	9.0	1.8
СФО	17.5	8.8	21.1	21.7	12.7	12.8	53.1	4.0	19.9	7.8
ДВФО	26.4	8.0	18.5	22.4	27.0	17.1	10.8	76.4	23.5	18.4
Внутренний эффект (территориаль- ная структура)	69.4 (18.9)	90.6 (9.1)	75.8 (7.0)	74.2 (3.9)	73.0 (15.1)	82.9 (7.2)	89.2 (12.0)	94.9 (5.0)	78.3 (78.3)	
Внешние связи	30.6	9.4	24.2	25.8	27.0	17.1	10.8	5.1	21.7	
Итого (территориаль- ная структура)	100.0 (27.2)	100.0 (10.0)	100.0 (9.3)	100.0 (5.3)	100.0 (20.8)	100.0 (8.7)	100.0 (13.5)	100.0 (5.3)	100.0	



**Идея алгоритма:** пространственная развёрстка национальной таблицы «затраты-выпуск» с последующими дополнениями.

**Этапы алгоритма:**

- 1. Промежуточные расчёты - распределение** национальных показателей МОБ (объемов выпуска, конечного потребления домохозяйств, инвестиций в основной капитал, экспорта и импорта и т.д.) **пропорционально** имеющимся в статистике **прямым и косвенным данным**; На этом этапе при первоначальной оценке распределения по отраслям регионального промежуточного потребления для всех регионов используются общероссийские показатели материалоемкости.
- 2. Балансировка региональных таблицы распределения товаров и услуг -** корректировка невязок, возникших в результате этапа 1;
- 3. Оценка итогов межрегиональной торговли-** расчёт значений вывоза-ввоза по регионам, а также объемов транспортной работы;
- 4. Построение региональных таблиц «затраты-выпуск» -** финальная балансировка с контролем окаймляющих итогов. Используется многоэтапная бипропорциональная корректировка (**типа RAS**) региональных таблиц.

## Расчет региональных показателей **объемов выпуска**

1. Распределение **пропорционально объемам добавленной стоимости** (образование, здравоохранение, государственное управление, прочие услуги).
2. Распределение **пропорционально численности занятых и данным налоговой статистики** (финансовые услуги).
3. Распределение **пропорционально неполным данным о региональных объемах выпуска** (сельское хозяйство, строительство).
4. Распределение **пропорционально натуральным показателям производства** (рыболовство и рыбоводство, добыча угля, добыча нефти, добыча газа, добыча руд черных металлов, производство кокса, производство нефтепродуктов, производство электроэнергии, производство теплоэнергии).
5. Распределение **пропорционально показателям «Объем отгруженной продукции ..»** (отдельные виды деятельности, относящихся к промышленности, и для строительства)
6. Распределение **пропорционально данным детализированной статистической формы П1**, где приводятся объемы выпуска для организаций (сухопутный и трубопроводный транспорт, связь)

## Промежуточные расчёты

### Оценка региональных объемов и структуры конечного потребления домохозяйств

1. Распределение **пропорционально региональным объемам выпуска** (здравоохранения, образования и других аналогичных услуг).
2. Распределение **пропорционально региональным объемам потребления.** (электроэнергии, услуг почты и электросвязи, услуги туристических агентств).
3. Распределение **пропорционально данным о доходах и расходах населения** (сельское хозяйство, пищевая и легкая промышленность, торговля и транспортные услуги и т.д)
4. Распределение **на основе данных о кредитных организациях** (финансовая деятельность).
5. Расчет **по национальной таблице использования** (если потребление домохозяйств по отдельным отраслям добычи в этой таблице отсутствует, то и региональные объемы потребления также равны нулю)



## Промежуточные расчёты

### Оценка региональных объемов и структуры конечного потребления госучреждений

1. Распределение **пропорционально региональным объемам выпуска** (здравоохранения, образования и других аналогичных услуг).
2. Распределение **в соответствии с пространственной структурой конечного потребления домохозяйств** (по остальным отраслям).

### Оценка региональных объемов инвестиций в основной капитал

Доступная статистика – «**Электронные таблицы статистики РФ. Инвестиции в экономику РФ**» дает возможность разделить объемы накопления основного капитала в разрезе трех видов деятельности – машиностроение, строительство и операции с недвижимостью, аренда и предоставление услуг, **эти данные не полные**, но приближенные к общим объемам инвестиций, и **выход на полные объемы может быть осуществлен пропорциональным увеличением всех трех составляющих.**

## Оценка пространственной структуры экспорта и импорта

1. Для отраслей материального производства использовались прямые данные **таможенных статистик** ФО.
2. Для отраслей нематериальных услуг – экспорт **пропорционально данным о региональных объемах выпуска**, а импорт **пропорционально данным о региональном конечном потреблении домохозяйств**

$$X=AX+Y+I+Ex-Im$$

Первоначальная балансировка проводилась с помощью **основного уравнения МОБ**, где в качестве **региональных матриц прямых затрат** взята **общероссийская**.

## Территориальная структура непроизводственного потребления (1987 г., процентные пункты)

Макрорегионы	Факт	Нижний предел ядра	Эквива- лентный обмен	Верхний предел ядра
Россия	58,06	56,25	56,37	89,62
Украина и Молдова	18,58	19,21	19,42	19,82

Несколько иную картину давали результаты равновесного анализа (по Вальрасу и Нэшу). Зона ядра сильно вытянута в сторону увеличения доли России в общесистемном непроизводственном потреблении. Это означает, что непроизводственное потребление России могло бы быть значительно увеличено за счет других республик, но межреспубликанский обмен оставался бы взаимовыгодным, т.е. коалиции республик без России имели бы меньшее потребление.

При этом фактическая доля непроизводственного потребления России выше ее доли в состоянии эквивалентного обмена (см. таблицу на рисунке). Т.е. ее потребление преувеличено по сравнению с тем, которое имело бы место при эквивалентном межреспубликанском обмене. Такая же ситуация – но гораздо в большей степени – была характерна для Казахстана и Средней Азии. А вот потребление Украины, Закавказья, Прибалтики и, особенно, Белоруссии – занижено.



Модели Гранберга, используемые в представленном исследовании, – это мультирегиональные модели леонтьевского типа – оптимизационные многорегиональные межотраслевые – ОМММ.

За более чем 45-летнюю историю своего использования они существенно изменились как по своей структуре, так и по способам применения в теоретическом и прикладном анализе.

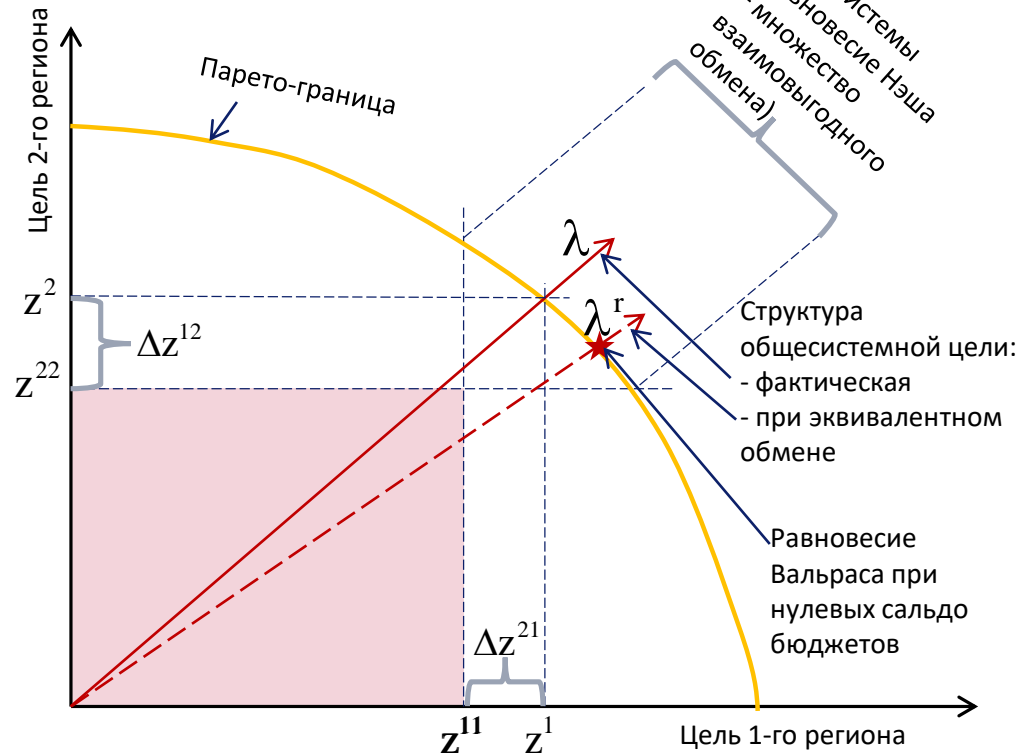
Неизменной осталась их суть: в них региональные межотраслевые модели объединяются с помощью способов межрегиональных связей (типа транспортной задачи) и условий выравнивания региональных уровней потребления (скаляризирующих вектор региональных целей) в линейно программные конструкции.

Важное направление использования этих моделей – анализ межрегиональных экономических взаимодействий. Этот анализ основывается на двух разделах математической экономики: теории экономического равновесия и теории кооперативных игр. Весьма абстрактные теоретические понятия находят свое применение в прикладных расчетах, благодаря относительной простоте и «очевидности» структуры ОМММ.

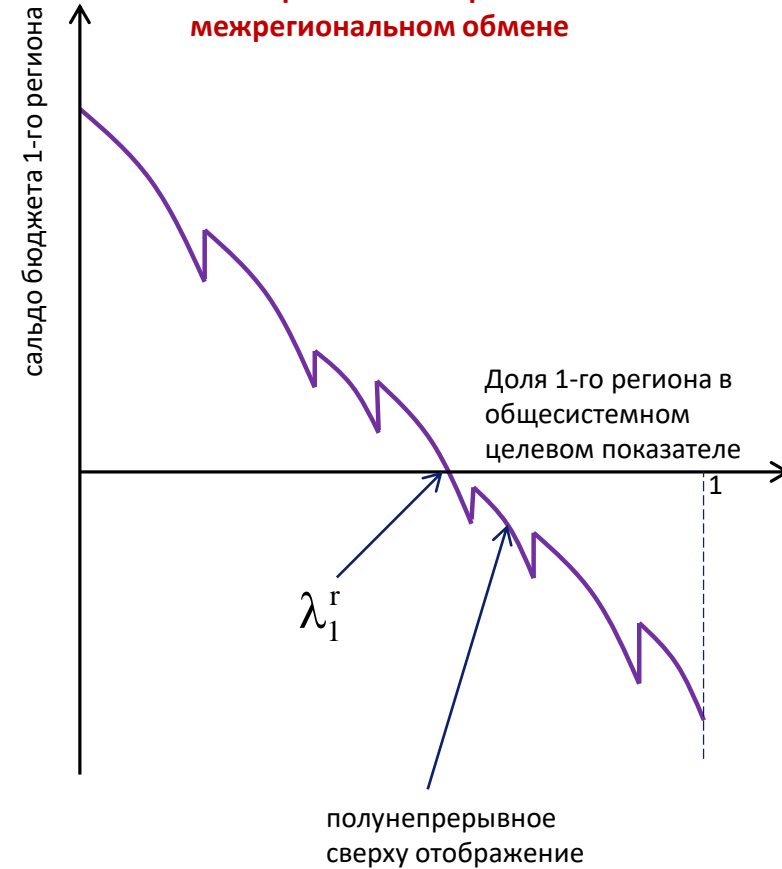
Для иллюстрации различных положений теории межрегиональных экономических взаимодействий используется малоразмерный условный пример 3-региональной 5-отраслевой системы. При поиске особых состояний на парето-границе расчеты по этому условному примеру проводились во всех узлах некоторой аппроксимирующей сетки, «покрывающей» всю парето-границу. При приближении к искомым особым состояниям сетка детализировалась (Расчеты проведены и подготовлены 3D-иллюстрации Н.М.Ибрагимовым и Д.А.Доможировым)

Парето-граница – множество решений задачи векторной оптимизации. Это множество таких допустимых состояний векторной цели, которые нельзя улучшить сразу по всем компонентам, в данном случае – региональным целевым показателям (объемам потребления домашних хозяйств и государства в регионе). В ОМММ векторный критерий скаляризуется заданием территориальной структуры потребления. Варьируя луч территориальной структуры, можно восстановить всю парето-границу.

**В пространстве региональных целевых показателей**



**Поиск равновесия при эквивалентном межрегиональном обмене**



**Таблица эффектов межрегиональных взаимодействий**

	1	2	Общий вклад ( $\Sigma$ )	Сальдо взаимодействия
1	$z^{11}$	$\Delta z^{12}$	$\bar{z}^1$	$\bar{z}^1 - z^1$
2	$\Delta z^{21}$	$z^{22}$	$\bar{z}^2$	$\bar{z}^2 - z^2$
Целевой показатель ( $\Sigma$ )	$z^1$	$z^2$	$z$	

## Промежуточные расчёты

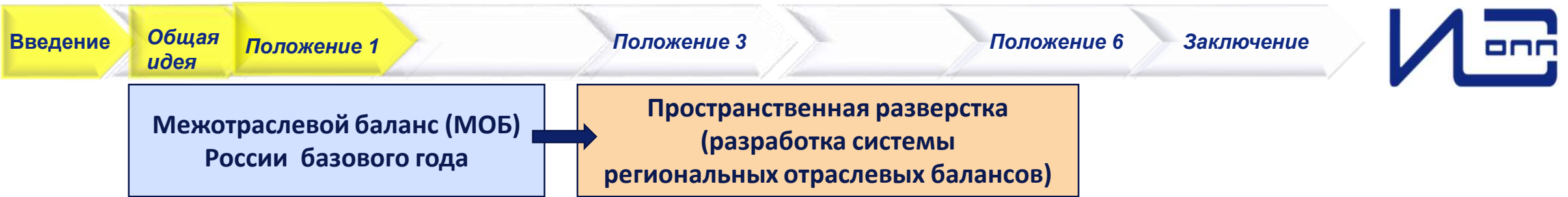
### Оценка региональных объемов и структуры конечного потребления домохозяйств

1. Распределение **пропорционально региональным объемам выпуска** (здравоохранения, образования и других аналогичных услуг).
2. Распределение **пропорционально региональным объемам потребления.** (электроэнергии, услуг почты и электросвязи, услуги туристических агентств).
3. Распределение **пропорционально данным о доходах и расходах населения** (сельское хозяйство, пищевая и легкая промышленность, торговля и транспортные услуги и т.д)
4. Распределение **на основе данных о кредитных организациях** (финансовая деятельность).
5. Расчет **по национальной таблице использования** (если потребление домохозяйств по отдельным отраслям добычи в этой таблице отсутствует, то и региональные объемы потребления также равны нулю)

# Положение 1

Предложенный автором подход позволяет **в условиях отсутствия отчетных региональных таблиц «затраты-выпуск» получить систему оценочных региональных таблиц** как базу для построения пространственной модели. Подход основан на данных национальной отчетной таблицы «затраты-выпуск» и на имеющихся прямых и косвенных региональных показателях и обеспечивает автоматическую сбалансированность региональных и национальной таблиц. При расчетах региональных таблиц «затраты-выпуск» учитываются особенности отраслевой структуры производства и потребления в каждом регионе, специфика распределения товаров и услуг, взаимные зависимости показателей развития сопряженных отраслей





**Идея алгоритма:** пространственная развёрстка национальной таблицы «затраты-выпуск» с последующими дополнениями.

**Этапы алгоритма:**

1. **Промежуточные расчёты - распределение** национальных показателей МОБ (объемов выпуска, конечного потребления домохозяйств, инвестиций в основной капитал, экспорта и импорта и т.д.) **пропорционально** имеющимся в статистике **прямым и косвенным данным**; На этом этапе при первоначальной оценке распределения по отраслям регионального промежуточного потребления для всех регионов используются общероссийские показатели материалоемкости.
2. **Балансировка региональных таблицы распределения товаров и услуг** - корректировка невязок, возникших в результате этапа 1;
3. **Оценка итогов межрегиональной торговли**- расчёт значений вывоза-ввоза по регионам, а также объемов транспортной работы;
4. **Построение региональных таблиц «затраты-выпуск»** - финальная балансировка с контролем окаймляющих итогов. Используется многоэтапная бипропорциональная корректировка (типа **RAS**) региональных таблиц.

## Расчет региональных показателей **объемов выпуска**

1. Распределение **пропорционально объемам добавленной стоимости** (образование, здравоохранение, государственное управление, прочие услуги).
2. Распределение **пропорционально численности занятых и данным налоговой статистики** (финансовые услуги).
3. Распределение **пропорционально неполным данным о региональных объемах выпуска** (сельское хозяйство, строительство).
4. Распределение **пропорционально натуральным показателям производства** (рыболовство и рыбоводство, добыча угля, добыча нефти, добыча газа, добыча руд черных металлов, производство кокса, производство нефтепродуктов, производство электроэнергии, производство теплоэнергии).
5. Распределение **пропорционально показателям «Объем отгруженной продукции ..»** (отдельные виды деятельности, относящихся к промышленности, и для строительства)
6. Распределение **пропорционально данным детализированной статистической формы П1**, где приводятся объемы выпуска для организаций (сухопутный и трубопроводный транспорт, связь)

## Промежуточные расчёты

### Оценка региональных объемов и структуры конечного потребления госучреждений

1. Распределение **пропорционально региональным объемам выпуска** (здравоохранения, образования и других аналогичных услуг).
2. Распределение **в соответствии с пространственной структурой конечного потребления домохозяйств** (по остальным отраслям).

### Оценка региональных объемов инвестиций в основной капитал

Доступная статистика – «**Электронные таблицы статистики РФ. Инвестиции в экономику РФ**» дает возможность разделить объемы накопления основного капитала в разрезе трех видов деятельности – машиностроение, строительство и операции с недвижимостью, аренда и предоставление услуг, **эти данные не полные**, но приближенные к общим объемам инвестиций, и **выход на полные объемы может быть осуществлен пропорциональным увеличением всех трех составляющих.**

## Оценка пространственной структуры экспорта и импорта

1. Для отраслей материального производства использовались прямые данные **таможенных статистик** ФО.
2. Для отраслей нематериальных услуг – экспорт **пропорционально данным о региональных объемах выпуска**, а импорт **пропорционально данным о региональном конечном потреблении домохозяйств**

$$X=AX+Y+I+Ex-Im$$

Первоначальная балансировка проводилась с помощью **основного уравнения МОБ**, где в качестве **региональных матриц прямых затрат** взята **общероссийская**.

# Положение 2

Разработанный автором **модельно-программный комплекс**, в котором интегрированы точечная и пространственная модели «затраты-выпуск», реализует два принципа разработки региональных экономических прогнозов:

- 1) учет условий и предпосылок народнохозяйственных прогнозов и
- 2) взаимная увязка региональных прогнозов

Модельно-программный комплекс позволяет критически анализировать и корректировать первоначальные гипотезы, закладываемые в перспективные параметры модели по федеральным округам.

Комплекс **реализован средствами языка «КОМБИ-2000»**, разработанного автором с помощью языка Visual Basic 6.0 на базе Microsoft Office Excel.

**«КОМБИ-2000» позволяет компактно представить оптимизационные модели, обеспечивает разворачивание моделей верхнего уровня до нужного количества регионов и отраслей**



Прогнозирование развития пространственной экономики требует привлечения широкого круга **экспертов**. **Разработанный МПК**, представляющий собой систему универсальных программ с собственным языком макрокоманд, **решает проблему расширения круга пользователей**. **Пред- и послеоптимизационные вычисления, организация связей с пакетом оптимизации, базы данных и записи моделей представлены в нем в удобной и упрощенной структуре**. Комплекс реализован средствами языка «**КОМБИ-2000**», разработанного автором с помощью языка Visual Basic 6.0 на базе Microsoft Office Excel. «**КОМБИ-2000**» **позволяет компактно представить оптимизационные модели, обеспечивает разворачивание моделей верхнего уровня до нужного количества регионов и отраслей**

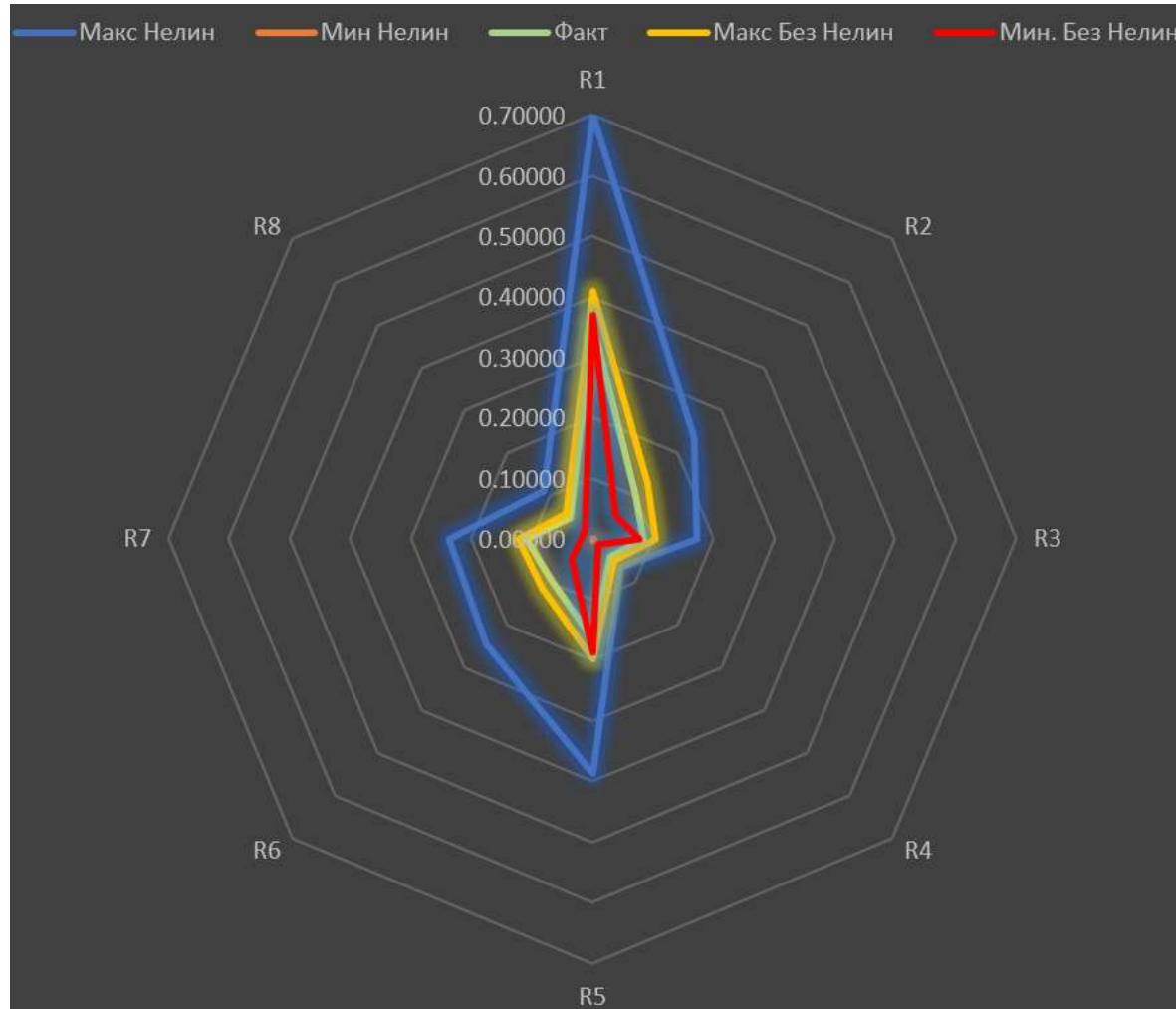
КОМБИ - Комплекс Обработки Матричных Блоков Информации

# Положение 3

Решена проблема **автоматизации** большого числа **серийных расчетов**, вызванного высокой размерностью моделей. Во-первых, **программно реализованы методические схемы модельных экспериментов**, которые делают возможной **генерацию множества прогнозных сценариев**, различающихся значением и сочетаниями управляющих параметров, а также числом регионов. Во-вторых, результаты серий расчетов для большого числа регионов **автоматически обрабатываются и оцениваются, что позволяет предложить наилучшие варианты для экспертной оценки**. В-третьих, для целей коалиционного анализа решена задача автоматического построения всех возможных, не обязательно территориально связанных коалиций регионов. **Программно реализован алгоритм поиска различных равновесий, построения Парето-границ и зоны ядра многорегиональной системы**. Возможность оперативно оценить альтернативные сценарии особенно важна в процессе согласования прогноза между группами отраслевых экспертов, что **превращает модель в площадку формализованного форсайт-проекта**.

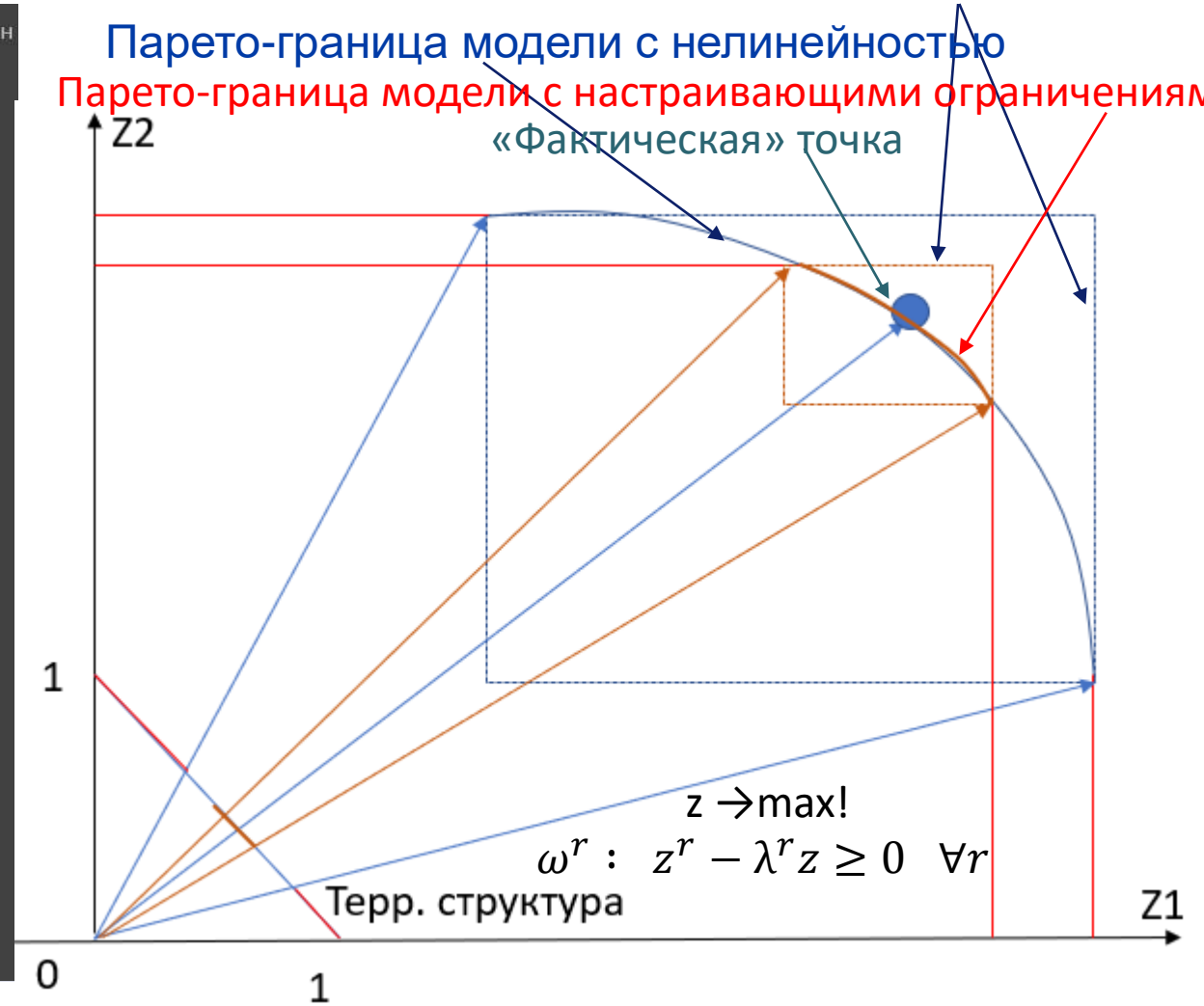


# Габариты Парето-границы



«Габаритные» параллелепипеды

Парето-граница модели с нелинейностью  
Парето-граница модели с настраиваемыми ограничениями  
«Фактическая» точка



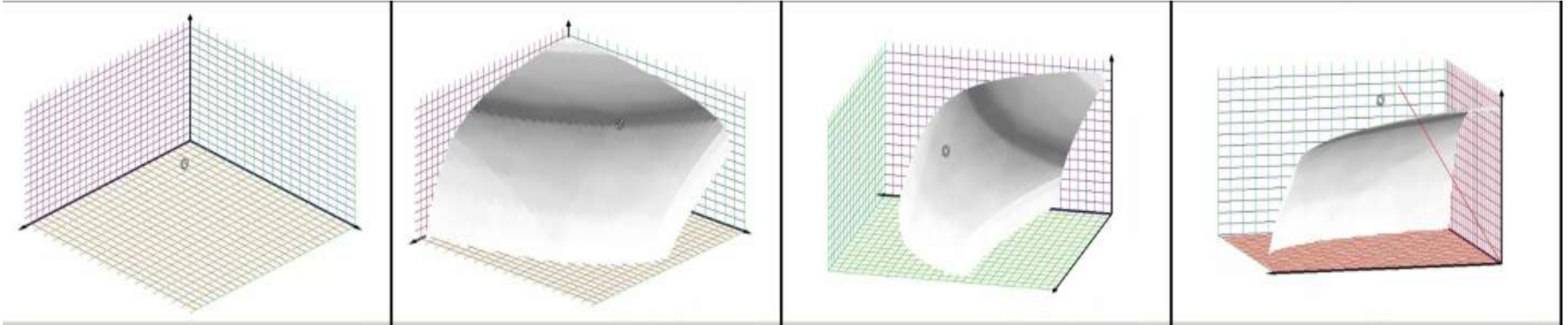


# Положения 4

Автор предложил подходы к поиску равновесия в терминах ассоциированной с ОМММ задачи линейного программирования. Во-первых, для малоразмерной модели с условным центром **показана равновесность по Вальрасу состояния эквивалентного обмена**, и экспериментально получены все три типа равновесий. Во-вторых, на малоразмерной модели с реалистичной географией межрегиональных связей **получены равновесия Вальраса и Нэша, совпадающие с теоретически найденными ранее** [Васильев, 2012]. Подтвердив таким образом теоретическую **непротиворечивость прикладной конструкции равновесия**, автор смог найти **равновесия Вальраса и Нэша на полноразмерной модели с реальной географией связей**. Предложенный подход **освобождает исследователя от необходимости последовательно перебирать все точки Парето-границы** (что невозможно на существующих вычислительных мощностях на полноразмерной модели), **позволяя ограничиться целенаправленной проверкой нескольких точек, выбранных по определенным критериям**.

*В.А. Васильев. О существовании вальрасовского равновесия в модели межрегиональных экономических отношений // Дискретн. анализ и исслед. опер. – 2012. – Т. 19, №4. – С. 15–34.*

## Парето-граница. Луч территориальной структуры



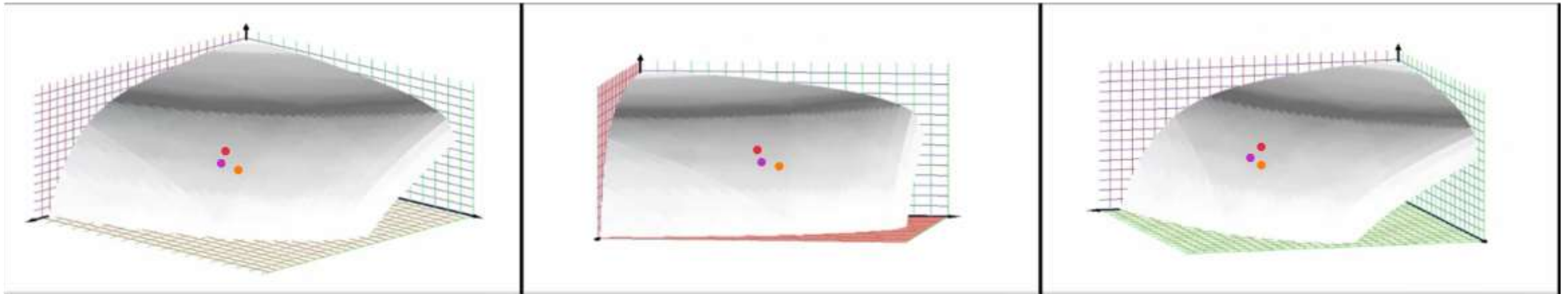
А. Пространство целей регионов

Б. Парето-граница в разных ракурсах

В. Луч территориальной структуры

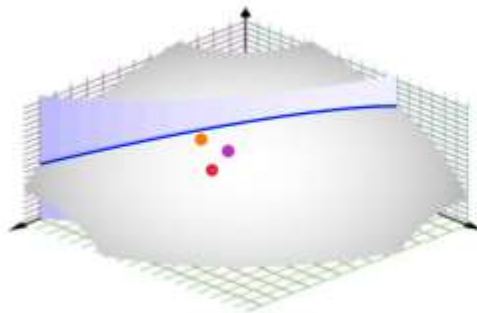
**При поиске** особых состояний на **Парето-границе** расчеты проводились во всех узлах некоторой аппроксимирующей **сетки**, «покрывающей» всю Парето-границу. Парето-граница – множество решений задачи векторной оптимизации. **В ОМММ** векторный критерий скаляризуется заданием территориальной структуры потребления. **Варьируя луч территориальной структуры, можно восстановить всю Парето-границу.**

## Три точки равновесия Вальраса – эквивалентный обмен – в разных ракурсах

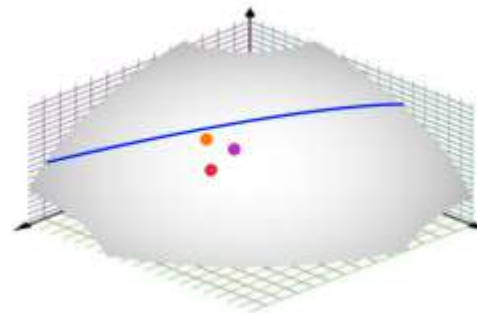


В рамках концепции рынка по Вальрасу для поиска состояния эквивалентного межрегионального обмена было реализовано два алгоритма: теоретический и прикладной подход. **Теоретически доказана равновесность по Вальрасу состояния эквивалентного обмена** Экспериментальные расчеты также показали полную эквивалентность двух равновесных конструкций. **Данный результат показывает теоретическую корректность состояния эквивалентного обмена, используемой в прикладном анализе.** Для условного примера было найдено три точки равновесий

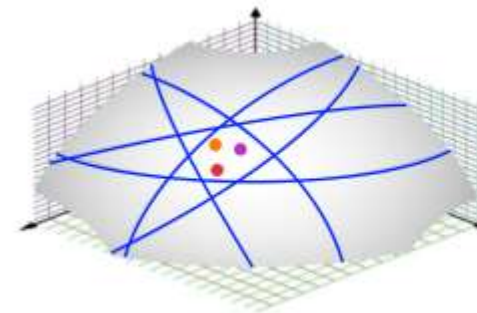
## Блокирующие коалиции. Ядро системы по Нэшу



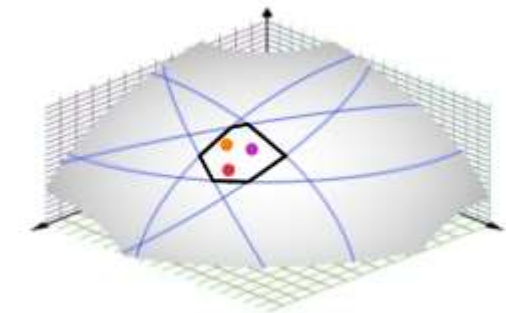
А. Парето границы: общая и коалиции «1-2»



Б. Блокирующая изоклинал коалиции «1-2»



В. Блокирующие изоклинали всех шести коалиций



Г. Ядро системы – незаблокированная часть Парето-границы

**В рамках концепции Нэша для поиска состояния взаимовыгодного межрегионального обмена реализован, наряду с традиционным подходом, новый подход заключается в геометрически модифицированном переборе точек Парето-границы с проверкой каждого узла на неблокируемость ни одной из коалиций с Наблюдаются предсказанные теорией эффекты взаимного расположения результирующих множеств. **Равновесия Вальраса лежат в ядре.****

# Положение 5

Автор впервые обобщил **результаты коалиционного анализа взаимодействий участников многорегиональной системы, полученные на базе разработанного им МПК для 1987, 1996, 2000, 2005, 2013 гг. и на перспективу до 2030 г.** Коалиционный анализ взаимодействий союзных республик до и после распада СССР показал, что в 1996 г. их экономики продолжали сохранять многие признаки взаимодополняемости, но размеры эффектов от вхождения в коалиции уже заметно снизились по сравнению с 1987 г. **Результаты анализа взаимодействий федеральных округов РФ в течение 2000-2013 гг. выявили нарастающее усиление их взаимной зависимости.** При этом максимальный положительный эффект от вступления в коалиции имели округа с наиболее высокой концентрацией населения, а более всего теряли регионы с избыточными (по сравнению с внутренним потреблением) мощностями по производству углеводородов. Коалиционный анализ на перспективу до 2030 г. показал, что в условиях автаркии или усеченной коалиции даже полная либерализация внешних связей (при условии общего нулевого сальдо торгового баланса) не позволяет региону компенсировать потерянные эффекты межрегиональных взаимодействий.

## Эффекты фактических межрегиональных взаимодействий (1987 г., % к непроизводственному потреблению республик)

Макрорегионы	Россия	Украи-на	Бела- русь	Казах- стан	Сред- няя Азия	Мол- дова	Закав- казье	Прибал- тика	Итого (общий вклад)
Россия	<b>64.6</b>	67.3	55.5	42.5	36.3	31.7	35.8	65.0	60.2(+14.5)
Украина	1.2	14.8	16.5	4.9	18.0	<b>52.1</b>	7.4	8.1	6.3(-9.8)
Беларусь	2.3	4.0	3.8	3.5	2.1	4.1	3.3	3.7	2.8(-0.8)
Казахстан	1.7	0.6	-1.4	<b>27.1</b>	3.8	-0.6	6.7	-0.6	3.0(-1.4)
Средняя Азия	3.7	1.1	15.4	0.5	<b>26.4</b>	1.7	-0.0	2.8	4.8(-1.5)
Молдова	0.8	<b>-2.7</b>	-0.3	0.7	0.3	0.0	0.6	0.9	0.1(0.0)
Закавказье	2.6	1.7	0.5	4.5	3.9	0.2	<b>25.7</b>	0.7	3.4((0.0)
Прибалтика	1.9	1.5	4.3	3.3	2.5	1.9	2.7	8.0	2.2(-1.0)
Внутренний эффект	78.8 (45,7)	88.3 (16,1)	94.3 (3,6)	87.0 (4,4)	93.3 (6,3)	91.1 (0,1)	82.2 (3,4)	88.6 (3,2)	82.8 (82.8)
Внешние связи	21.2	11.7	5.7	13.0	6.7	8.9	17.8	11.4	<b>17.2</b>
Итого (непроизвод- ственное потребление)	100	100	100	100	100	100	100	100	100

## Эффекты фактических межрегиональных взаимодействий (1996 г., % к непроизводственному потреблению республик)

Макрорегионы	Россия	Украи-на	Бела-русь	Казах-стан	Сред-няя Азия	Мол-дова	Закав-казье	Прибал-тика	Итого (общий вклад)
Россия	16.29	14.55	14.59	11.42	8.76	15.41	18.41	16.60	15.29 (+2.37)
Украина	2.07	12.97	2.28	0.29	-4.09	10.04	0.34	-0.40	3.19 (-3.47)
Беларусь	0.16	2.11	0.13	0.38	-1.22	0.72	0.68	8.91	0.72 (-0.84)
Казахстан	0.51	4.83	7.49	17.98	12.14	2.51	2.61	3.64	3.35 (+1.37)
Средняя Азия	0.62	3.76	5.20	1.81	7.54	1.79	5.11	-0.54	1.97 (-0.13)
Молдова	0.29	0.06	0.89	0.19	-2.44	0.00	0.57	0.40	0.10 (-0.37)
Закавказье	1.07	5.21	9.01	4.28	15.45	3.23	8.18	4.59	3.61 (+1.97)
Прибалтика	0.64	-0.19	1.27	2.47	-5.03	1.08	2.39	2.97	0.41 (-0.89)
Внутренний эффект	21.65 (12.92)	43.31 (6.67)	40.86 (1.56)	38.82 (1.98)	31.11 (2.10)	34.77 (0.47)	38.30 (1.64)	36.17 (1.30)	28.65 (28.65)
Внешние связи	78.35	56.69	59.14	61.18	68.89	65.23	61.70	63.83	71.35
Итого (непроизводственное потребление)	100	100	100	100	100	100	100	100	100

## Территориальная структура непроизводственного потребления (процентные пункты)

Макрорегионы	Факт	Нижний предел ядра	Эквива- лентный обмен	Верхний предел ядра
<b>1987 г.</b>				
Россия	58,06	56,25	56,37	89,62
Украина	18,58	19,21	19,42	19,82
Беларусь	3,79	4,76	5,01	5,08
Казахстан	5,07	3,91	4,36	4,41
<b>1996 г.</b>				
Россия	59,67	59,00	59,03	60,17
Украина	15,40	16,74	16,79	16,80
Беларусь	3,83	4,22	4,26	4,29
Казахстан	5,10	4,71	4,75	4,76





# Положение 6

Автор представил **долгосрочный пространственный прогноз развития экономики РФ**, из которого следует, что **ключевым фактором, определяющим пространственную структуру экономики и ее изменения в перспективе, является пространственная структура совокупного спроса, включая потребительский, инвестиционный и внешний спрос.** На сводные макроэкономические показатели значительное влияние оказывает внешнеэкономическая конъюнктура и гипотезы в части значения величины сальдо торгового баланса в перспективе. Показано также, **что при оптимистических предпосылках, обеспечивающих более высокие темпы роста ВВП, увеличивается разрыв между темпами роста инвестиций и другими макропоказателями в пользу первых.**

## Прогноз развития экономики России на период до 2030 годов

Среднегодовые темпы роста за 2014-2030 г.г. (в %%)

	РФ	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
<b>Базовый вариант прогноза</b>									
<b>Выпуск</b>	102.6	102.8	102.7	102.7	103.3	102.5	102.0	102.6	102.8
<b>ВРП</b>	102.5	102.7	102.6	102.7	103.2	102.5	101.9	102.7	102.8
<b>Конечное потребление</b>	103.0	102.9	103.0	103.2	103.4	103.0	103.0	103.0	103.1
<b>Инвестиции</b>	104.5	103.9	104.7	103.5	105.7	104.1	104.1	105.3	105.8
<b>Оптимистический вариант прогноза</b>									
<b>Выпуск</b>	103.6	103.9	103.8	103.6	104.1	103.6	102.8	103.5	103.6
<b>ВРП</b>	103.5	103.7	103.7	103.7	104.1	103.5	102.6	103.7	103.6
<b>Конечное потребление</b>	103.8	103.6	103.8	104.2	104.4	103.8	104.0	103.9	104.0
<b>Инвестиции</b>	105.8	105.8	106.4	104.7	106.6	105.8	105.1	106.7	106.7

Отчетная и прогнозные пространственные структуры макроэкономических показателей, %

	РФ	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
<b>2013 год</b>									
Выпуск	100,00	32,32	11,20	7,11	2,36	17,92	12,83	11,23	5,04
ВРП	100,00	30,83	11,07	7,28	2,55	17,95	13,99	10,90	5,43
Конечное потребление	100,00	36,04	10,21	8,18	3,75	16,48	9,55	10,84	4,95
Инвестиции	100,00	25,56	9,40	11,23	3,29	17,50	16,09	10,68	6,25
<b>Базовый вариант прогноза на 2030 г.</b>									
Выпуск	100,00	33,34	11,34	7,15	2,62	17,61	11,53	11,21	5,20
ВРП	100,00	31,50	11,27	7,43	2,84	17,76	12,38	11,24	5,59
Конечное потребление	100,00	35,32	10,21	8,52	4,02	16,44	9,61	10,85	5,03
Инвестиции	100,00	23,60	9,95	9,81	4,10	16,83	15,38	12,46	7,87
<b>Оптимистический вариант прогноза на 2030 г.</b>									
Выпуск	100,00	33,81	11,44	7,10	2,56	17,76	11,21	11,07	5,04
ВРП	100,00	31,91	11,37	7,40	2,79	17,93	11,99	11,17	5,42
Конечное потребление	100,00	34,84	10,16	8,63	4,13	16,44	9,73	10,95	5,12
Инвестиции	100,00	25,31	10,38	9,42	3,74	17,36	14,32	12,27	7,19

## **Заключение**

1. Предложены подходы к поиску равновесия в терминах ассоциированной с ОМММ задачи линейного программирования и получено подтверждение адекватности используемого прикладного подхода теоретическим конструкциям.
2. Разработан комплекс методических подходов к долгосрочному прогнозированию пространственной экономики, который инструментально реализован в виде модельно-программного комплекса.
3. Представлена методика автоматизированного расчета системы региональных таблиц распределения товаров и услуг.
4. Разработан метод автоматизированного проведения масштабных вариантных расчетов, обеспечивающий получение оценок вероятностей реализации альтернативных прогнозов, что позволяет использовать МПК в качестве площадки формализованного форсайт-проекта.
5. Апробированы новые элементы модельно-методических схем оценки экономических взаимодействий между федеральными округами России и получены количественные оценки эффектов этих взаимодействий.

## Классификатора ОКВЭД по 40-отраслевой номенклатуре

- 1) сельское хозяйство и охота;
- 2) лесное хозяйство;
- 3) рыболовство, рыбоводство;
- 4) добыча твердого топлива;
- 5) добыча нефти;
- 6) добыча газа;
- 7) добыча руд черных металлов;
- 8) добыча руд цветных металлов;
- 9) добыча прочих ископаемых;
- 10) производство пищевых продуктов;
- 11) текстильное и швейное производство, производство кожи, изделий из кожи и обуви (легкая промышленность);
- 12) обработка древесины и производство изделий из дерева;
- 13) целлюлозно-бумажное производство;
- 14) издательская и полиграфическая деятельность;
- 15) производство кокса;
- 16) производство нефтепродуктов;
- 17) химическое производство, производство резиновых и пластмассовых изделий;
- 18) производство прочих неметаллических минеральных продуктов;
- 19) производство черных металлов;
- 20) производство цветных металлов;



## Классификатора ОКВЭД по 40-отраслевой номенклатуре

- 21) производство готовых металлических изделий;
- 22) машиностроение (DK, DL, DM);
- 23) прочие производства;
- 24) производство и распределение электроэнергии;
- 25) производство и распределение тепловой энергии;
- 26) производство и распределение газообразного топлива;
- 27) сбор и распределение воды;
- 28) строительство;
- 29) оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования;
- 30) гостиницы и рестораны;
- 31) деятельность железнодорожного транспорта;
- 32) транспортирование по трубопроводам;
- 33) деятельность прочих видов транспорта, вспомогательная и дополнительная деятельность;
- 34) связь;
- 35) финансовая деятельность;
- 36) операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг;
- 37) государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное социальное страхование;
- 38) образование;
- 39) здравоохранение и предоставление социальных услуг;
- 40) предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг.

## Промежуточные расчёты

### Источники , где имеется прямые и косвенные данные по ФО

#### 1. Регионы России. Социально-экономические показатели :

- a. Среднедушевые денежные доходы населения.
- b. Численность населения
- c. Продукция сельского хозяйства
- d. Производство древесины необработанной.
- e. Структура объема отгруженной продукции (работ, услуг) по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых»
- f. Структура объема отгруженной продукции (работ, услуг) по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства»
- g. Структура объема отгруженной продукции (работ, услуг) по виду экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды»
- h. Добыча угля.
- i. Отраслевая структура валовой добавленной стоимости.
- j. Распределение действующих кредитных организаций и филиалов
- k. Валовое накопление основного капитала.
- l. Фактическое конечное потребление домашних хозяйств на территории субъектов Российской Федерации.

## Источники , где имеется прямые и косвенные данные по ФО

1. Регионы России. Социально-экономические показатели
2. Электронные таблицы статистики РФ:
  - a. Производство промышленной продукции в натуральном выражении по полному кругу производителей (фП-1 натура)
  - b. Электробаланс и мощность электростанций
  - c. Инвестиции в экономику РФ
  - d. Сведения о среднесписочной численности и начисленной заработной плате работников организаций РФ по видам экономической деятельности по федеральным округам и субъектам РФ
3. ФНС. Отчёт по форме 1-НОМ
4. ФТС. Внешняя торговля по ФО.



*Таблица 2* – Методы регионализации таблиц «затраты-выпуск»

<b>Методы</b>	<b>Кто использовал</b>	<b>Сложность использования</b>
<b>Метод коэффициентов локализации</b>	West, Tiebout, Schaffer, Chu, Morrison, Brand, Flegg, Webber	Возможность использования только для межрегиональных (двухрегиональных) моделей
<b>Бипропорциональные методы</b>	Stone, Oosterhaven, Mínguez, Junius, McDougall	Возможность использования только при известных итоговых значениях по строкам и столбцам
<b>Методы, основанные на использовании многорегиональных и гравитационных моделей</b>	Zhuoying	Сложность использования данных методов заключается в особенностях торговли в рамках ОМММ
<b>Методы математического программирования</b>	Canning, Wang	Большое число неизвестных влечёт бесконечное множество решений

# Меню выбранной модели

## ОМММ - 2035 г.

Оптимизационная межотраслевая межрегиональная модель



# Работа с входными данными модели.

Главное меню	Главное меню 2035г.
<a href="#">KM30T0R1</a>	Матрицы коэффициентов материальных затрат на старых мощ. (Центральный ФО)
<a href="#">KM30T0R2</a>	(Северо-Западный ФО)
<a href="#">KM30T0R3</a>	(Южный ФО)
<a href="#">KM30T0R4</a>	(Северо-Кавказский ФО)
<a href="#">KM30T0R5</a>	(Приволжский ФО)
<a href="#">KM30T0R6</a>	(Уральский ФО)
<a href="#">KM30T0R7</a>	(Тюменская область)
<a href="#">KM30T0R8</a>	(Сибирский ФО)
<a href="#">KM30T0R9</a>	(Дальневосточный ФО)
<a href="#">KM30T1R1</a>	Матрицы коэффициентов материальных затрат на прирост мощностях (Центральный ФО)
<a href="#">KM30T1R2</a>	(Северо-Западный ФО)
<a href="#">KM30T1R3</a>	(Южный ФО)
<a href="#">KM30T1R4</a>	(Северо-Кавказский ФО)
<a href="#">KM30T1R5</a>	(Приволжский ФО)
<a href="#">KM30T1R6</a>	(Уральский ФО)
<a href="#">KM30T1R7</a>	(Тюменская область)
<a href="#">KM30T1R8</a>	(Сибирский ФО)
<a href="#">KM30T1R9</a>	(Дальневосточный ФО)
<a href="#">ОСКП0T0</a>	Отраслевая структура конечного потребления (2019)
<a href="#">ОСКП0T1</a>	(2035)
<a href="#">ТСКП</a>	Территориальная структура конечного потребления
<a href="#">ТКЭ</a>	Коэффициенты перевода цен (в экспортные)

Меню данных, содержит список имен листов с массивами данных (гиперссылки) и содержательные заголовки к этим массивам.

Перейдя в интересующий массив данных, в нем можно работать как в обычной электронной таблице MS Excel, изменяя значения, вставляя дополнительные формулы, изменяя названия переменных и т.п.

Регион	Год	Имена отраслей и регионов	Здоровоохране и соц. услуги	Прочие ком., соц. и перс. услуги	Коэффициенты вариации
		Прочий транспорт и вспом. деят-ть	33	0.002850	0.021000
		Связь	34	0.001050	0.003459
		Финансовая деятельность	35	0.015480	0.000120
		Операции с недви-тью, аренда и услуги	36	0.118490	0.104400
		Госупр-ие и об-е воен. без-ти, обяз. СО	37	0.002100	0.000450
		ЦФО <-> СЗФО			Железнодорожный транспорт
		ЦФО <-> ЮФО			Трубопроводный транспорт
		ЦФО <-> ПрФО			Прочий транспорт
		СЗФО <-> ПФО		0.084988	1.00
		СЗФО <-> УФО		0.001350	1.00
		ЮФО <-> СКФО		0.000500	0.99296
		ЮФО <-> ПФО		0.000000	1.00
		ПрФО <-> УФО		0.002000	0.99916
		УФО <-> СФО		0.005203	1.00
		СФО <-> ДвФО		0.013000	1.00
		СФО <-> ДвФО		0.093760	1.00
		СФО <-> ДвФО		0.000690	0.001320
				0.003830	1.00

# Работа с результатами расчетов

Главное меню	Главное меню 2035г.	МЕНЮ РЕШЕНИЯ-2035 г.
<a href="#">Макро</a>	Основные показатели прогноза развития экономики России	
<a href="#">Произ0Т1</a>	Объемы и структура производства в 2035 г.	
<a href="#">Произ</a>	Объемы выпуска, полученный в 2035 г. с производственных мощностей, действующих в 2019 г.	
<a href="#">Произ2013</a>	Объемы и структура производства в 2019 г.	
<a href="#">ПроизИндекс</a>	Темпы роста производства	
<a href="#">Произ к Мощ-ам</a>	Отношения оптимальных объемов производства к мощностям 2019 г.(в %)	
<a href="#">КПотр0Т1</a>	Объемы и структура максимизируемой части конечного потребления	
<a href="#">МатЗатрат0Т1</a>	Объемы и структура текущих материальных затрат	
<a href="#">Инвест</a>	Объемы, динамика и структура инвестиций в основной капитал на 2035 г.	
<a href="#">КВОТР</a>	Объемы и структура инвестиций в основной капитал за период 2020-2035гг.	
<a href="#">ОпОМС</a>	Объемы и структура вывоза и ввоза продукции	
<a href="#">ОпЭкспИмп</a>	Объемы и структура экспорта и импорта продукции	
<a href="#">ОпОСумВыВоз</a>	Объемы и структура вывоза и ввоза продукции (включая экспорт и импорт)	
<a href="#">ОпМСДет</a>	Матрица объемов межзональных перевозок	
<a href="#">ОгОценка</a>	Оценки балансовых ограничений задачи	
<a href="#">ПЧРешение</a>	Оптимальные значения левых частей ограничений	
<a href="#">ОценкаПр0Т1</a>	Объемы и оценка производства	
<a href="#">ОценкаОпЭ0Т0</a>	Объемы и оценка экспорта продукции	
<a href="#">ОценкаОпИ0Т0</a>	Объемы и оценка импорта продукции	

Меню решения содержит список таблиц с рассчитанными в модели показателями.

С массивами решения можно работать как с обычными электронными таблицами.

Меню решения			Основные показатели прогноза развития экономики России							
			Центральный ФО	Южный ФО	Северо-Кавказский ФО	Приволжский ФО	Уральский ФО	Сибирский ФО		
Макро	Основные показатели прогноза развития экономики России									
	Объемы и структура производства									
	Отношения оптимальных объемов производства к мощностям в 2019 г. в %									
	Объемы и структура максимизируемой части конечного потребления									
	Объемы и структура текущих материальных затрат	35 043	8 339 861	2 772 519	21 018 487	15 053 741	13 174 680			
	Объемы и структура вывоза и ввоза продукции	11.20	7.11	2.36	17.92	12.83	11.23			
	Объемы и структура экспорта и импорта продукции	66.49	65.62	60.05	70.99	74.09	70.26			
	Объемы и структура вывоза и ввоза продукции, включая экспорт и импорт	46 045	3 616 047	1 116 968	9 346 855	5 970 036	6 097 534			
	Матрица объемов межзональных перевозок	11.35	6.90	2.13	17.84	11.40	11.54			
	Оценки балансовых ограничений задачи	88 997	4 723 815	1 655 952	11 671 632	9 083 705	7 077 146			
Оптимальные значения левых частей ограничений	11.07	7.27	2.55	17.97	13.99	10.90				
Максимизируемая часть ко	Оценки ограничений на объемы производства	36 669	3 794 287	1 738 210	7 641 382	4 431 459	5 028 249			
	Оценки ограничений на объемы экспорта	10.21	8.18	3.75	16.48	9.55	10.84			
	Оценки ограничений на объемы импорта	12.02	12.84	6.21	40.80	43.21	20.89			
	Доля вывоза в валовом продукте (в %, 2013г.)	экспорт	12.73	19.76	17.91	14.53	7.08	4.86	3.02	6.89
		вывоза (вкл.экспорт)	33.38	25.36	29.93	27.37	13.29	45.68	46.23	27.78
		внут.вывоза	20.64	14.97	10.65	21.91	16.21	37.89	30.38	17.06
	Доля ввоза в внутреннем потреблении (в %, 2013г.)	импорт	12.79	16.05	18.48	12.11	8.56	4.18	4.23	8.60
		ввоза (вкл.импорт)	33.43	31.02	29.13	34.02	24.76	42.07	34.61	25.66
		в 2013г.	67.90	18.79	6.77	6.20	3.39	14.33	6.06	9.08
		Структура (в %)	100.00	27.67	9.97	9.13	5.00	21.10	8.92	13.37

# Формирование структуры задачи

Решить задачу	Главное меню	Сравнение на объекте выпуска в базовом году	Объем внешнего продукта	Сравнение на объекте выпуска в базовом году
ОМММ 2013	Главное меню 2013 г.	#Данные2013.xls Имена C\$16#Данные2013.xls Имена C\$28#Данные2013.xls Имена C\$52		#Данные2013.xls Имена C\$16#Данные2013.xls Имена C\$52
ссылка		ОКПТ07\$D\$4		
#Данные2013.xls Имена C\$11#Данные2013.xls Имена C\$11				
#Данные2013.xls Имена C\$12#Данные2013.xls Имена C\$12				
#Данные2013.xls Имена C\$13#Данные2013.xls Имена C\$13				
#Данные2013.xls Имена C\$14#Данные2013.xls Имена C\$14				
#Данные2013.xls Имена C\$15#Данные2013.xls Имена C\$15				
#Данные2013.xls Имена C\$16#Данные2013.xls Имена C\$16				
#Данные2013.xls Имена C\$17#Данные2013.xls Имена C\$17				
#Данные2013.xls Имена C\$18#Данные2013.xls Имена C\$18				
#Данные2013.xls Имена C\$19#Данные2013.xls Имена C\$19				
#Данные2013.xls Имена C\$20#Данные2013.xls Имена C\$20				
#Данные2013.xls Имена C\$21#Данные2013.xls Имена C\$21				
#Данные2013.xls Имена C\$22#Данные2013.xls Имена C\$22				
#Данные2013.xls Имена C\$23#Данные2013.xls Имена C\$23				
#Данные2013.xls Имена C\$24#Данные2013.xls Имена C\$24				
#Данные2013.xls Имена C\$25#Данные2013.xls Имена C\$25				
#Данные2013.xls Имена C\$26#Данные2013.xls Имена C\$26				
#Данные2013.xls Имена C\$27#Данные2013.xls Имена C\$27				
#Данные2013.xls Имена C\$28#Данные2013.xls Имена C\$28				
#Данные2013.xls Имена C\$29#Данные2013.xls Имена C\$29				
#Данные2013.xls Имена C\$30#Данные2013.xls Имена C\$30				
#Данные2013.xls Имена C\$31#Данные2013.xls Имена C\$31				
#Данные2013.xls Имена C\$32#Данные2013.xls Имена C\$32				
#Данные2013.xls Имена C\$33#Данные2013.xls Имена C\$33				
#Данные2013.xls Имена C\$34#Данные2013.xls Имена C\$34				
#Данные2013.xls Имена C\$35#Данные2013.xls Имена C\$35				
#Данные2013.xls Имена C\$36#Данные2013.xls Имена C\$36				
#Данные2013.xls Имена C\$37#Данные2013.xls Имена C\$37				
#Данные2013.xls Имена C\$38#Данные2013.xls Имена C\$38				
#Данные2013.xls Имена C\$39#Данные2013.xls Имена C\$39				
#Данные2013.xls Имена C\$40#Данные2013.xls Имена C\$40				
#Данные2013.xls Имена C\$41#Данные2013.xls Имена C\$41				
#Данные2013.xls Имена C\$42#Данные2013.xls Имена C\$42				
#Данные2013.xls Имена C\$43#Данные2013.xls Имена C\$43				
#Данные2013.xls Имена C\$44#Данные2013.xls Имена C\$44				
#Данные2013.xls Имена C\$45#Данные2013.xls Имена C\$45				
#Данные2013.xls Имена C\$46#Данные2013.xls Имена C\$46				
#Данные2013.xls Имена C\$47#Данные2013.xls Имена C\$47				
#Данные2013.xls Имена C\$48#Данные2013.xls Имена C\$48				
#Данные2013.xls Имена C\$49#Данные2013.xls Имена C\$49				
#Данные2013.xls Имена C\$50#Данные2013.xls Имена C\$50				
#Данные2013.xls Имена C\$51#Данные2013.xls Имена C\$51				
#Данные2013.xls Имена C\$52#Данные2013.xls Имена C\$52				
#Данные2013.xls Имена C\$53#Данные2013.xls Имена C\$53				
#Данные2013.xls Имена C\$54#Данные2013.xls Имена C\$54				
#Данные2013.xls Имена C\$55#Данные2013.xls Имена C\$55				
#Данные2013.xls Имена C\$56#Данные2013.xls Имена C\$56				
#Данные2013.xls Имена C\$57#Данные2013.xls Имена C\$57				
#Данные2013.xls Имена C\$58#Данные2013.xls Имена C\$58				
#Данные2013.xls Имена C\$59#Данные2013.xls Имена C\$59				
#Данные2013.xls Имена C\$60#Данные2013.xls Имена C\$60				
#Данные2013.xls Имена C\$61#Данные2013.xls Имена C\$61				
#Данные2013.xls Имена C\$62#Данные2013.xls Имена C\$62				
#Данные2013.xls Имена C\$63#Данные2013.xls Имена C\$63				
#Данные2013.xls Имена C\$64#Данные2013.xls Имена C\$64				
#Данные2013.xls Имена C\$65#Данные2013.xls Имена C\$65				
#Данные2013.xls Имена C\$66#Данные2013.xls Имена C\$66				
#Данные2013.xls Имена C\$67#Данные2013.xls Имена C\$67				
#Данные2013.xls Имена C\$68#Данные2013.xls Имена C\$68				
#Данные2013.xls Имена C\$69#Данные2013.xls Имена C\$69				
#Данные2013.xls Имена C\$70#Данные2013.xls Имена C\$70				
#Данные2013.xls Имена C\$71#Данные2013.xls Имена C\$71				
#Данные2013.xls Имена C\$72#Данные2013.xls Имена C\$72				
#Данные2013.xls Имена C\$73#Данные2013.xls Имена C\$73				
#Данные2013.xls Имена C\$74#Данные2013.xls Имена C\$74				
#Данные2013.xls Имена C\$75#Данные2013.xls Имена C\$75				
#Данные2013.xls Имена C\$76#Данные2013.xls Имена C\$76				
#Данные2013.xls Имена C\$77#Данные2013.xls Имена C\$77				
#Данные2013.xls Имена C\$78#Данные2013.xls Имена C\$78				
#Данные2013.xls Имена C\$79#Данные2013.xls Имена C\$79				
#Данные2013.xls Имена C\$80#Данные2013.xls Имена C\$80				
#Данные2013.xls Имена C\$81#Данные2013.xls Имена C\$81				
#Данные2013.xls Имена C\$82#Данные2013.xls Имена C\$82				
#Данные2013.xls Имена C\$83#Данные2013.xls Имена C\$83				
#Данные2013.xls Имена C\$84#Данные2013.xls Имена C\$84				
#Данные2013.xls Имена C\$85#Данные2013.xls Имена C\$85				
#Данные2013.xls Имена C\$86#Данные2013.xls Имена C\$86				
#Данные2013.xls Имена C\$87#Данные2013.xls Имена C\$87				
#Данные2013.xls Имена C\$88#Данные2013.xls Имена C\$88				
#Данные2013.xls Имена C\$89#Данные2013.xls Имена C\$89				
#Данные2013.xls Имена C\$90#Данные2013.xls Имена C\$90				
#Данные2013.xls Имена C\$91#Данные2013.xls Имена C\$91				
#Данные2013.xls Имена C\$92#Данные2013.xls Имена C\$92				
#Данные2013.xls Имена C\$93#Данные2013.xls Имена C\$93				
#Данные2013.xls Имена C\$94#Данные2013.xls Имена C\$94				
#Данные2013.xls Имена C\$95#Данные2013.xls Имена C\$95				
#Данные2013.xls Имена C\$96#Данные2013.xls Имена C\$96				
#Данные2013.xls Имена C\$97#Данные2013.xls Имена C\$97				
#Данные2013.xls Имена C\$98#Данные2013.xls Имена C\$98				
#Данные2013.xls Имена C\$99#Данные2013.xls Имена C\$99				
#Данные2013.xls Имена C\$100#Данные2013.xls Имена C\$100				

С помощью языка описания КОМБИ пользователь может редактировать матричную структуру модели как задачи линейного программирования.

- Формирование структуры оптимизационной модели включает:**
- Формирование имен переменных и ограничений,
  - Формирование целевой функции,
  - Формирование блоков матрицы задачи линейного программирования
  - Формирование векторов границ изменений переменных
  - Формирование векторов правых частей ограничений и типов ограничений
  - Вывод векторов результата поиска решения (оптимальные значения переменных и двойственные оценки).

	ИМЕНА ПЕРЕМЕННЫХ	ТИП. ОГР.	ГРАНИЦА	РЕШЕНИЕ	ОЦЕНКА
ИМЕНА ОГРАНИЧЕНИЙ	БЛОКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ МАТРИЦЫ ЗАДАЧИ	ЗНАКИ ОГРАНИЧЕНИЙ	ПРАВЫЕ ЧАСТИ ОГРАНИЧЕНИЙ	ОПТИМАЛЬНЫЕ ЛЕВЫЕ ЧАСТИ ОГРАНИЧЕНИЙ	ДВОЙСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ ОГРАНИЧЕНИЙ
>=	ВЕРХНИЕ ГРАНИЦЫ ПЕРЕМЕННЫХ				
<=	НИЖНИЕ ГРАНИЦЫ ПЕРЕМЕННЫХ				
ФИКСАЦИЯ	ФИКСИРОВАННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ				
РЕШЕНИЕ	ОПТИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ				
ОЦЕНКА	ДВОЙСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ ПЕРЕМЕННЫХ				

# Основные результаты. Итоги коалиционного анализа

- На базе нелинейной ОМММ выполнен коалиционный анализ. Его итоги по стандартной схеме – показателям конечного потребления – неоднократно озвучены и опубликованы.
- Проведены расчеты и подготовлены таблицы для расширенного коалиционного анализа – по значениям дополнительных показателей – значениям суммарного выпуска, инвестиций, показателям занятых в экономике, значениям оценок ограничений по сальдо торгового баланса.
- Вопрос – продолжать ли это направление, готовить ли эти и другие возможные результаты к публикации?

*Региональная экономика* как наука возникла в 50-х годах 20 века на базе работ Яна *Тинбергена* и Уолтера *Айзарда* под сильным воздействием *кейнсианских* макро-эконометрических и *леонтьевских* межотраслевых моделей.

На их базе стали развиваться *многорегиональные* модели.

Такие модели разрабатывались и использовались в разных странах.

Например, в *США* наибольшую известность получили три многорегиональные межотраслевые модели: IMPLAN I-0 (Input-Output), NIEMO (National Interstate Economic Model), RUBMRIO (Random-Utility-Based Multiregional Input-Output).

В *СССР-России* долгое время (начиная с конца 60-х годов прошлого века) использовалась и используется модель *Гранберга* – оптимизационная многорегиональная межотраслевая модель (*ОМММ*).

---

Ниже о ней будет речь.

Многорегionalные модели стали разрабатываться и на иных принципах:

- *гравитационные* модели (*Алонсо*, 70-е годы 20 века), проецирующие в экономику закон всемирного тяготения классической механики, в которых межрегиональные потоки товаров и т.д. ставились в зависимость от экономических потенциалов регионов-контрагентов, расстояний и затрат на перемещение,
- *энтропийные* модели (*Вильсон*, 70-е годы), спроецированные из термодинамики, в которых максимизация энтропии (ожидаемой информации) приводит к определению наиболее вероятного пространственного распределения потоков (товаров и т.д.).



Следующий прорыв – модели *новой экономической географии*, начавшиеся с одной из работ *Кругмана* (лауреат нобелевской премии по экономике 2008 года) 1991 года, и продолженные работами *Фуджиты*, *Вэнэблза* и др.

Эти модели основываются на теории *торговли* и несовершенной, в частности *олигополистической* конкуренции. Развитие пространственных систем (в частности центробежные и центростремительные процессы) осуществляется в них под воздействием разнообразных *интересов* всех участников рынка.

Эти модели (торговли *Диксита-Стиглица-Кругмана*, *Кругмана* «Центр-Периферия», *Кругмана-Вэнэблза* и т.д.) сложны математически, в них используются – фактически тестируются в разной форме – плохо формализуемые гипотезы.

Пока *не известны* модели более чем двухрегиональные двухсекторные.

В этом же ряду (современных достижений) располагается *пространственная эконометрика*, в которой решаются задачи, аналогичные *анализу временных рядов* (автокорреляция, гетероскедастичность, коинтеграция, нестационарность).

Но если в анализе временных рядов направление связей одно: от прошлого к будущему, – то в пространственной эконометрике таких направлений *много* (например, по сторонам света).

И вопрос о том, как *совместить* эти разные направления в рамках одной модельно-методической схемы, весьма сложен.

Говоря о современных веяньях в моделировании экономического пространства, следует упомянуть модели общего вычислимого *равновесия*, теории *эндогенного* роста, *сложности, хаоса, сетевой* анализ, вычисляемые *нейросети*.

Оптимизационные многорегиональные (мультирегиональные, межрегиональные) межотраслевые модели (ОМММ), в которых региональные *межотраслевые модели* (input-output) объединяются с помощью *способов межрегиональных связей и условий выравнивания* региональных уровней потребления населения, предложены около 45 лет назад А.Г.Гранбергом.

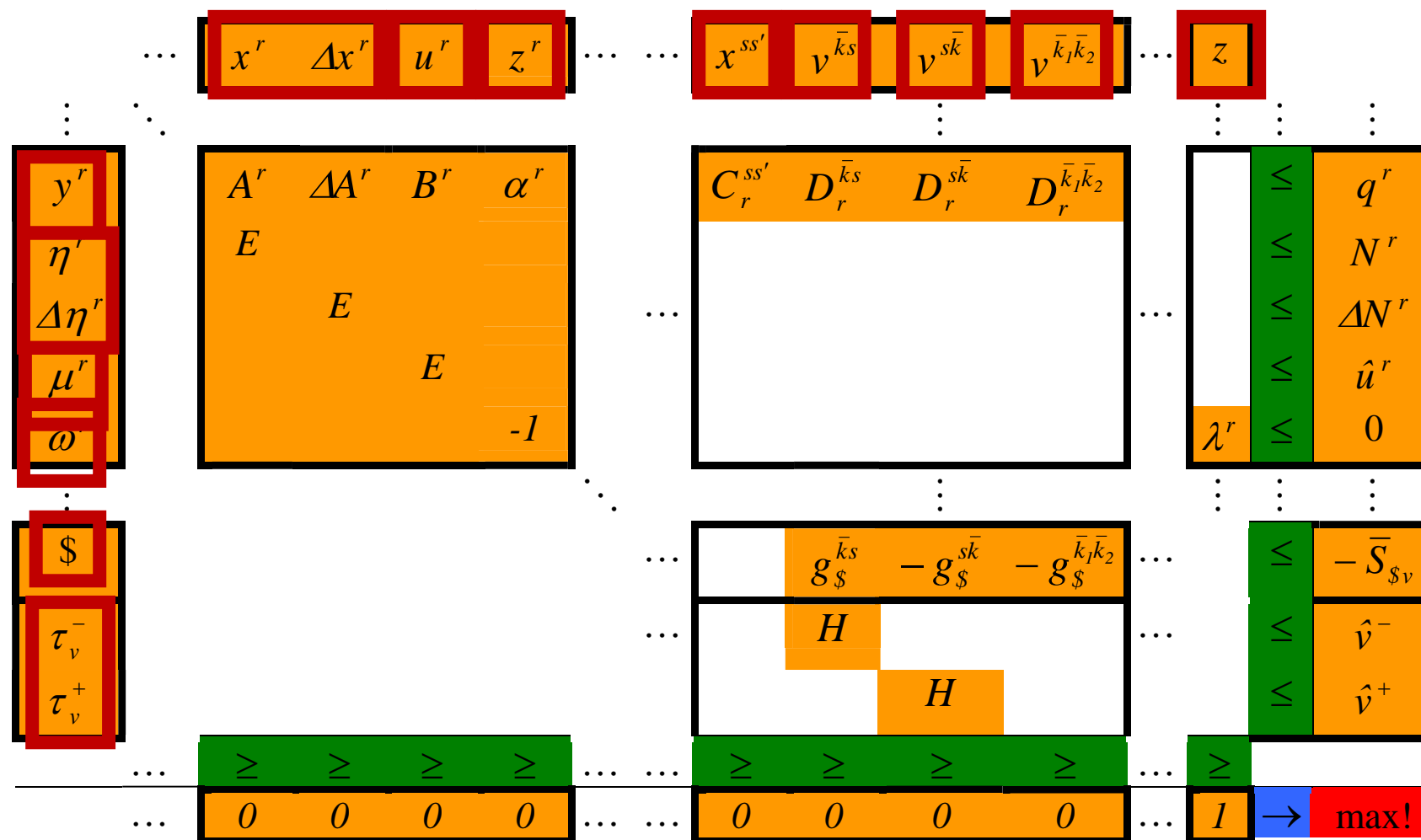
Практически сразу они стали использоваться в ИЭОПП СО АН СССР (теперь СО РАН) в качестве инструмента *прикладного анализа* отраслевых и пространственных темпов и пропорций социально-экономического развития страны, построения *сценариев* социально-экономического развития и теоретико-прикладного анализа закономерностей развития и особенностей *равновесных состояний* пространственных экономических систем.

После некоторого перерыва в 1990-х годах, с начала 2000-х годов *возобновился интерес* к исследованиям средне- и долгосрочных перспектив развития страны и ее регионов. И к использованию ОМММ в этой работе, что потребовало *заметной модификации* таких моделей.

По-существу эти модели представляют *поле возможностей* для экономических игр, а *не сами* эти экономические игры. Они состоят из жестких ограничений *законов сохранения* экономической материи: нельзя в регионе использовать (продукции, услуг, ресурсов) больше, чем есть, и все что есть должно быть как-то использовано (потеря – тоже форма использования).

В настоящее время эксплуатируется прикладная модель России в разрезе *9 макрорегионов* (7 федеральных округов – без выделения Северокавказского – с выделением «Тюмени» из Уральского округа и «Байкала» – из Сибирского), *40 видов* экономической деятельности, с «базой» *2010* года и прямой рекурсией на *2020* и *2030* годы.

# Структура многорегиональной межотраслевой модели



## Построение сценариев развития

Вплоть до настоящего времени ОМММ в прикладных расчетах использовалась как инструмент построения 2-3 вариантов-сценариев развития экономики. Это обеспечивалось введением избыточного количества «настраивающих» ограничений на отдельные переменные (главным образом, объемов производства).

Это – «легкий» путь разработки сценариев развития, исключающий возможность использования модельного аппарата в качестве инструмента анализа широких областей возможных перспектив развития и оценки эффективности (народнохозяйственной) различных вариантов динамики, различных состояний экономической системы.

Модель без «настраивающих» ограничений в силу своей линейности генерирует сверхвысокую эластичность решений по входным параметрам. Даже небольшое их изменение может привести к значительным, содержательно необъяснимым изменениям оптимальных планов.

Теперь в модель введены элементы нелинейности:

- падающая эффективность затрат: каждая дополнительная единица прироста производства обеспечивается возрастающими затратами инвестиций (речь идет о расширении производства за счет нового строительства: факт падения эффективности затрат связан с ограниченностью эффективных инвестиционных проектов);

- падающая эффективность сегментов внешнего рынка: каждая дополнительная единица экспорта реализуется по все более низкой цене, а каждая дополнительная единица импорта приобретает по все более высокой цене (Россия – большая страна, поэтому цены мирового рынка в торговле с ней оказываются эластичными по отношению к объемам российского экспорта-импорта).

Благодаря этому модель начинает представлять реальную границу области допустимых планов, и переход от одного сценария развития к другому осуществляется изменением небольшого числа параметров, а не полной перестройкой многих сотен границ на отдельные переменные.

## Теории с иллюстрациями и комментариями

*Оптимум по Парето – парето-множество* – множество решений задачи векторной оптимизации. Это множество таких допустимых состояний векторной цели, которые нельзя улучшить сразу по всем компонентам (отдельным целям).

Для того, чтобы воспользоваться базисными пакетами программ оптимизации, вектор цели надо *скаляризовать*.

В нашем случае **векторный критерий** имеет вид:  $\begin{bmatrix} z^1 \\ \vdots \\ z^m \end{bmatrix} \rightarrow \max,$  где  $z^r$  – потребление (домашних хозяйств и государства),  $m$  – количество регионов.

Он скаляризуется (в ОМММ) заданным вектором (*лучом*) территориальной структуры потребления:  $\begin{bmatrix} \lambda^1 \\ \vdots \\ \lambda^m \end{bmatrix} \cdot \left( \sum_r \lambda^r = 1 \right)$  Так, что  $z^r \geq \lambda^r z, r = 1, 2, \dots, m$   
 $z \rightarrow \max,$  где  $z$  – суммарное по всем регионам потребление



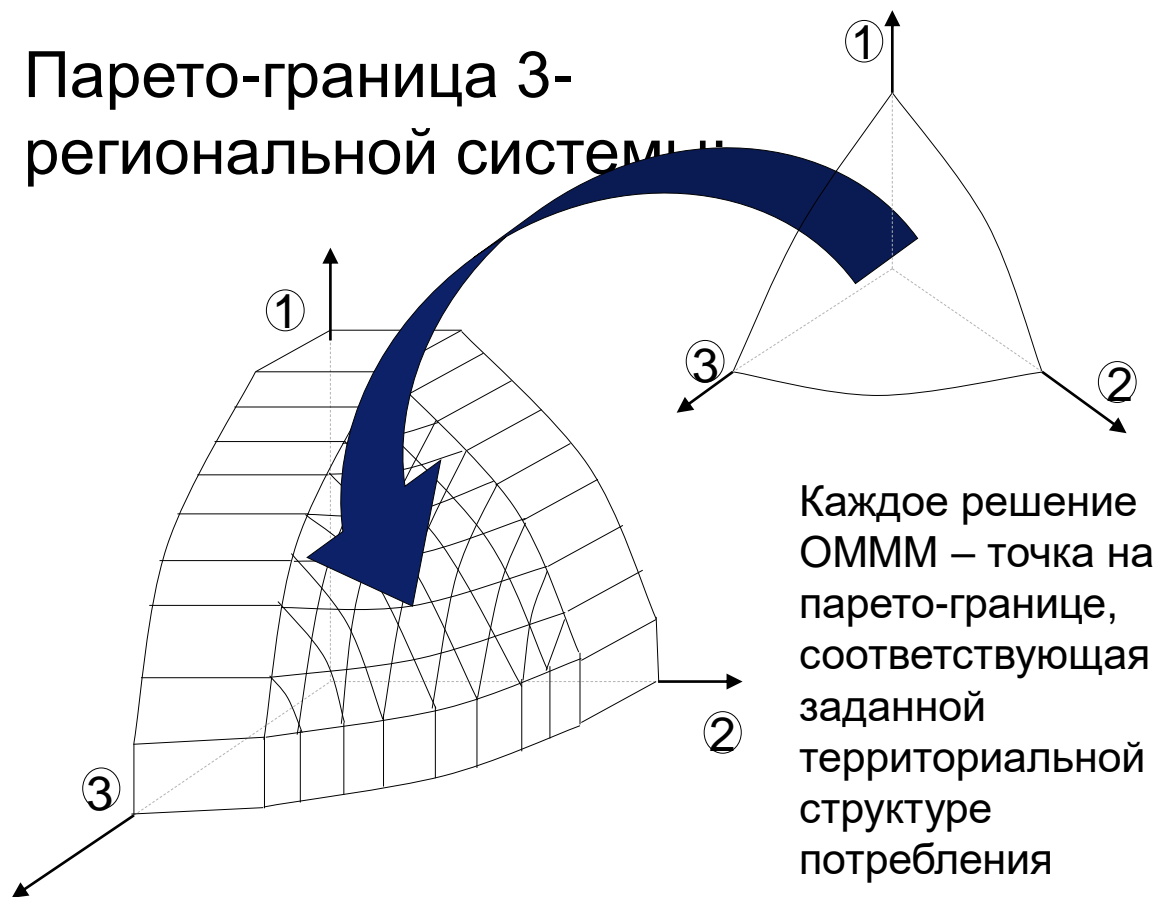
«Восстановить» всю *парето-границу* можно, получив решения большой серии ОМММ при меняющемся луче структуры потребления.

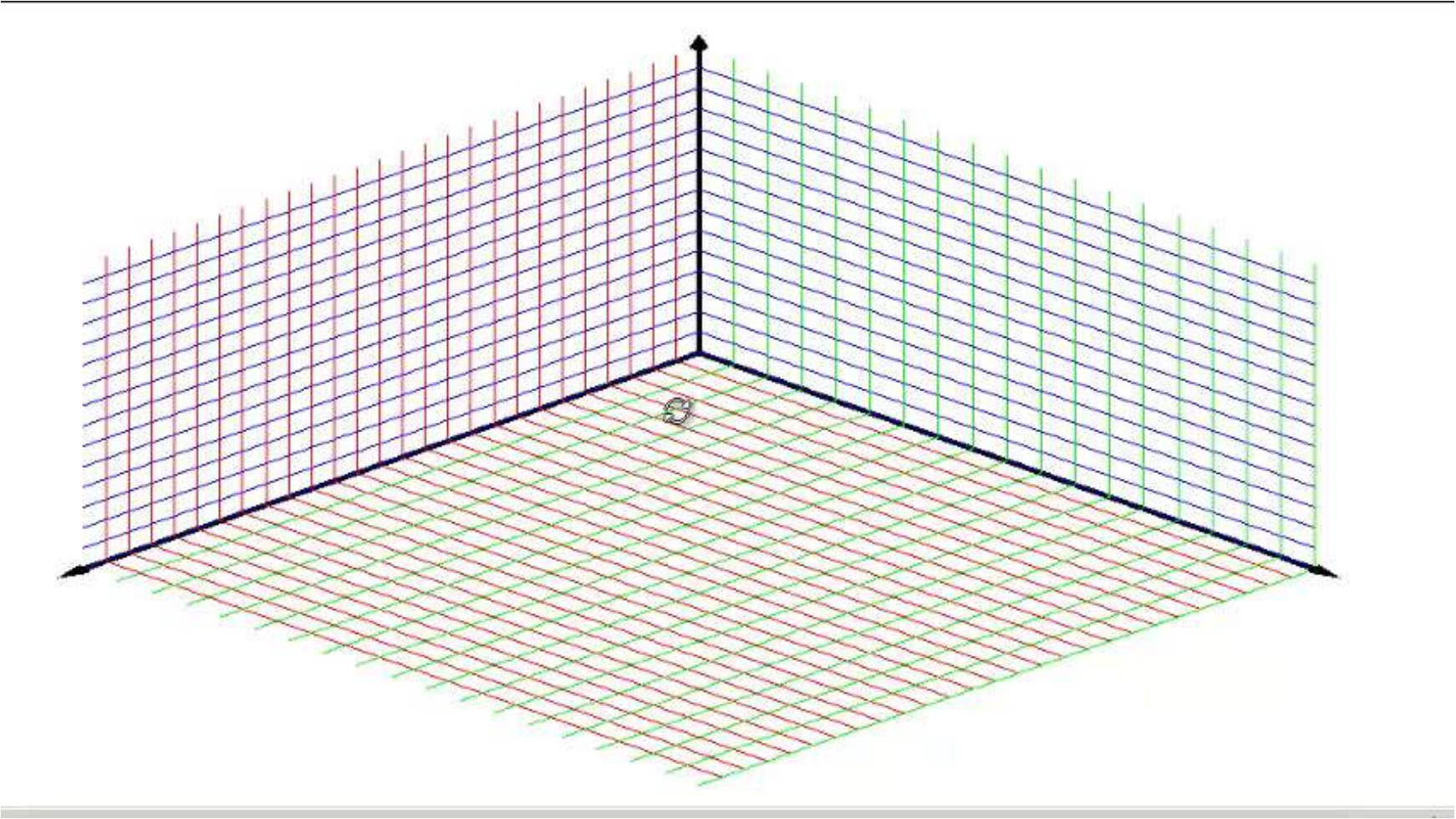
Для иллюстрации различных положений теории экономического взаимодействия регионов здесь будет использоваться *малоразмерный условный пример* 3-региональной 5-отраслевой системы с двумя (из пяти) транспортабельными продуктами (предполагается, что эти регионы расположены «в линейку» с запада на восток, так, что 1-й и 3-й регионы не граничат друг с другом, и что имеется два внешних рынка – западный и восточный).

При поиске особых состояний на парето-границе расчеты по этому условному примеру проводились во всех узлах *аппроксимирующей сетки*, «покрывающей» всю парето-границу. При приближении к искомым особым состояниям сетка детализировалась.

Приводимые ниже иллюстрации представляют результаты расчетов по условному примеру 3×5 в несколько *стилизованном* виде.

# Парето-граница 3- региональной системы







Понятие равновесия применимо к *субъектной* экономике, представляющей собой систему *агентов* рынка со своими *интересами* и *рычагами влияния*.

Для многорегиональных систем, рассматриваемых здесь, такими субъектами являются регионы в лице *«как бы»* некоторых региональных органов власти, которые стремятся максимизировать свое потребление  $z^r$  (*интерес* – в соответствии с критерием оптимальности в ОМММ), выбирая тот или иной план функционирования своего регионального хозяйства, в том числе планы обмена продукцией с другими регионами системы и внешним миром (*рычаг влияния*).

Имеются *две* принципиально разные «рыночные» стратегии поведения региональных центров власти, приводящие к двум различным типам равновесия (*Вальрас* и *Нэш*).

Кроме того имеется две теоретические концепции, обобщающие в некотором смысле понимание равновесия (*Эджворт* и *нечеткое ядро*).

*Рынок по Вальрасу* – самый обычный *товарно-денежный*.

Каждый субъект рынка (в данном случае, регион) определяет свой *спрос и предложение* (вывоз-ввоз, экспорт-импорт продукции), максимизируя свою целевую функцию  $z^i$  при *бюджетном ограничении* в текущих ценах обмена. При этом он не задумывается о партнерах или о каких-то целях общего характера. Далее на всех рынках работает *закон спроса и предложения*: цена растет, если совокупный спрос (ввоз и импорт) превышает совокупное предложение (вывоз и экспорт) и наоборот. Субъекты рынка пересматривают свои планы – ориентируясь на новые цены. И т.д., пока не будет достигнуто равновесие.

Все парето-оптимальные состояния равновесны по Вальрасу: каждое из них является *композицией* решений региональных моделей при определенных ценах обмена и сальдо бюджетов. Равновесие по Вальрасу с нулевыми сальдо бюджетов – состояние *эквивалентного* межрегионального обмена – равновесно и по *Нэшу*, т.е. принадлежит *ядру системы* (об этом ниже).

В прикладном анализе поиск равновесий осуществляется проведением *серии* решений задачи для системы в целом, в которых по результатам предыдущей итерации *меняется луч* территориальной структуры потребления.

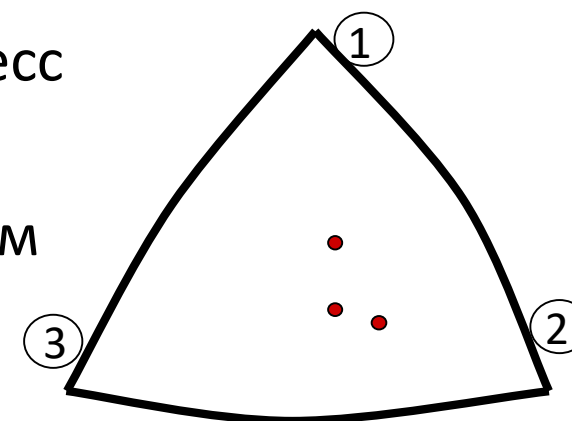
Разработан эффективный алгоритм корректировки структуры потребления, приводящий к заданным сальдо бюджетов регионов.

Он основан на том, что известно *уравнение гиперплоскости*-границы парето-границы, которую пересекает *текущий луч* структуры потребления.

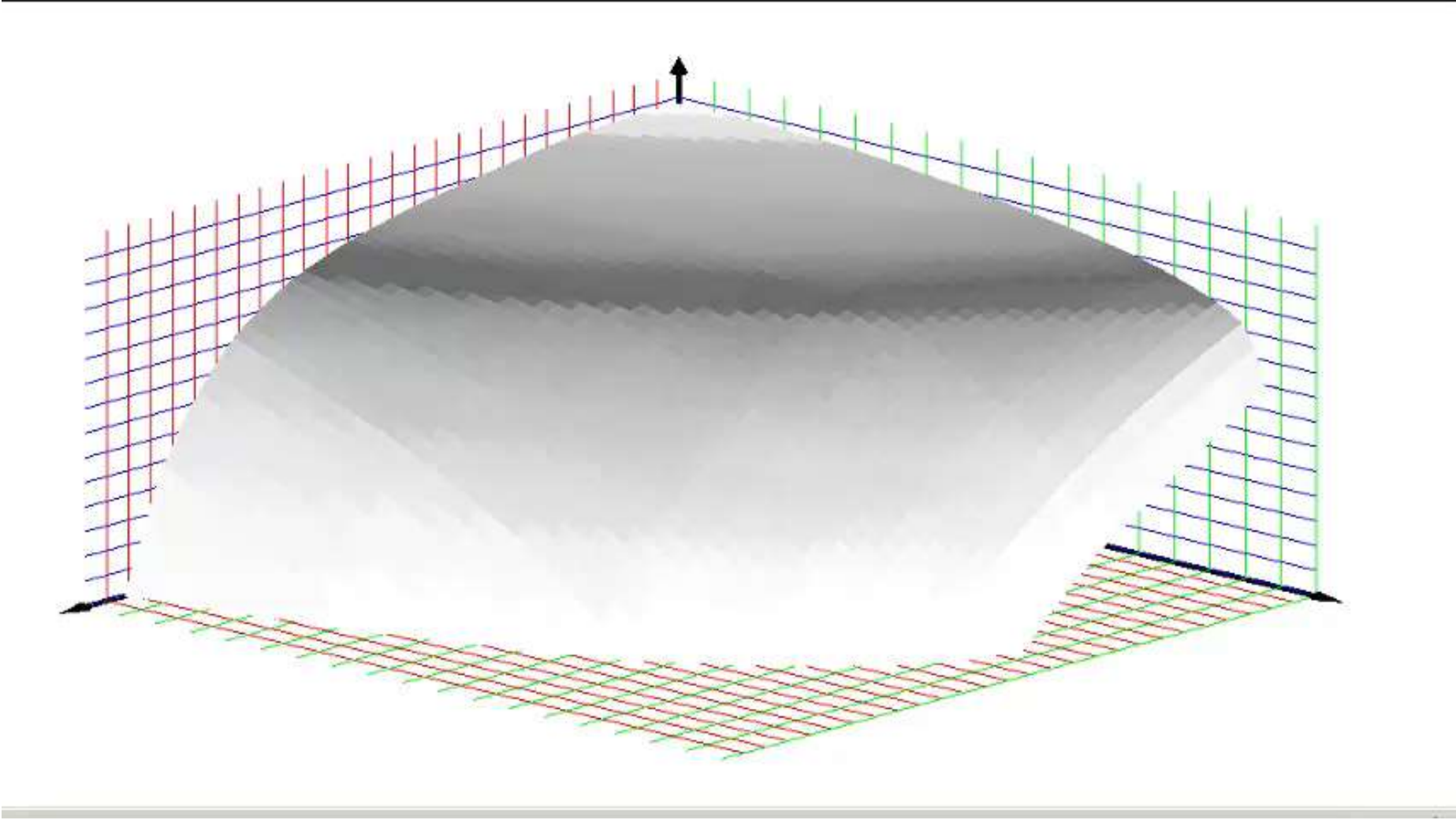
Равновесия при нулевых сальдо бюджетов есть точки (состояния) эквивалентного межрегионального обмена.

В зависимости от *начальной точки* процесс приводит к тому или иному равновесию.

Пока в прикладном анализе «больших» систем более одной точки эквивалентного обмена выявить *не удавалось*.



Условный пример построен так, чтобы таких точек было *три*.



## *Коалиционный анализ:*



Анализ, основанный на расчетах по коалициям регионов – *группам регионов*, которые взаимодействуют между собой и не взаимодействуют с остальными регионами системы.

В случае трех регионов таких коалиций *шесть*: 1, 2, 3, 1-2, 1-3, 2-3. Причем коалиция 1-3 территориально не связана (в условном примере), обмен в ней происходит транзитно через 2-й регион.

Если учесть *внешние связи*, то каждая из этих коалиций (в условном примере) имеет четыре версии: с экзогенной внешней торговлей, с эндогенным «востоком», эндогенным «западом» и полностью эндогенной внешней торговлей.

Т.е., строго говоря, имеется **24** коалиции.

В *общем случае* коалиций  $(2^m - 2)2^k$ ,  
где  $k$  – количество внешних рынков.



Коалиционный анализ используется для расчета *эффектов межрегиональных взаимодействий*, под которыми понимаются вклады одних регионов в потребление других регионов (в принципе эффекты можно рассчитывать на базе любых других макропоказателей).

Если в *некоторую коалицию* регионов добавить *новый* регион, то потребление регионов исходной коалиции *изменится*, скорее всего – *вырастет*. Эти изменения и будут *оценками вкладов* нового региона в потребление регионов исходной коалиции.

Таких оценок *много*. Так, для 3-хрегиональной системы вклад  $1 \rightarrow 2$  можно оценить, добавив 1-й регион ко 2-му или к коалиции 2-3.

В общем случае (без внешней торговли) имеется  $2^{m-2}$  оценок каждого вклада. Их *среднее* и есть эффект межрегиональных взаимодействий (можно еще посчитать *дисперсию*, как характеристику *ошибки* измерения).

Все рассчитанные эффекты собираются в *шахматную таблицу* эффектов взаимодействия. Для трех регионов:

	1	2	3	$\Sigma$
1	$\Delta z^{11}$	$\Delta z^{12}$	$\Delta z^{13}$	$z^1$
2	$\Delta z^{21}$	$\Delta z^{22}$	$\Delta z^{23}$	$z^2$
3	$\Delta z^{31}$	$\Delta z^{32}$	$\Delta z^{33}$	$z^3$
$\Sigma$	$z^{1,123}$	$z^{2,123}$	$z^{3,123}$	$z$

В *итоговой строке* такой таблицы – потребление регионов в полной системе, в *итоговом столбце* – полный вклад региона в общее потребление по системе. Обычно для каждого региона рассчитывается *сальдо взаимодействия*, как разность между его общим вкладом в потребление системы и его фактическим потреблением.

Если учитывать *внешнюю торговлю*, то кроме эффектов межрегиональных взаимодействий возникают внешнеторговые эффекты (вклады внешней торговли по каждому внешнему рынку в потребление регионов). В таком случае каждый эффект, как *межрегиональный*, так и *внешнеторговый* имеет  $2^{m+k-2}$  оценок.

Эффекты межрегиональных взаимодействий относятся к классу *эмерджентных, синергетических, системных* эффектов. Их сумма по всей системе всегда *положительна*, т.е. взаимодействие увеличивает общий функционал. Это математический факт: к тем возможностям, которые имели участники системы (в данном случае – регионы) *по отдельности*, взаимодействие добавляет *новые* возможности.

Общий эффект эмерджентности может быть очень большим. Так, его доля в общем потреблении союзных республик накануне распада *СССР* составляла около *55%* (об этом пойдет речь ниже).

Но этот общий эффект может быть *неравномерно* распределен среди участников системы. Вплоть до того, что сильные игроки могут «стянуть одеяло на себя» и оставить другим игрокам эффект в *отрицательной* области.

Однако – строго доказывается – *всегда* есть достаточно широкая область взаимовыгодных распределений – *ядро системы*, равновесие по *Нэшу*.



## *Рыночный механизм и равновесие по Нэшу.*

Основным понятием выступает *договор, контракт, соглашение*.

Рыночный механизм – это переговорный процесс, в котором субъекты рынка заключают между собой соглашения о взаимодействии – вступают в коалиции. Субъекты ориентируются на собственные интересы и выходят из старых соглашений-коалиций, если увидят более выгодных партнеров. *Равновесие по Нэшу* достигается тогда, когда ни один из субъектов и ни одна из коалиций субъектов не имеет возможности *улучшить* свое положение, *изменив* состав своих партнеров.

Один из главных результатов теории кооперативных игр заключается в том, что в равновесии во взаимодействие вступают *все* субъекты рынка и любая коалиция субъектов, выделившись из полной системы, *проиграет*. Множество таких равновесных состояний называют *ядром системы*. Это особое множество – *взаимовыгодного* межрегионального обмена.

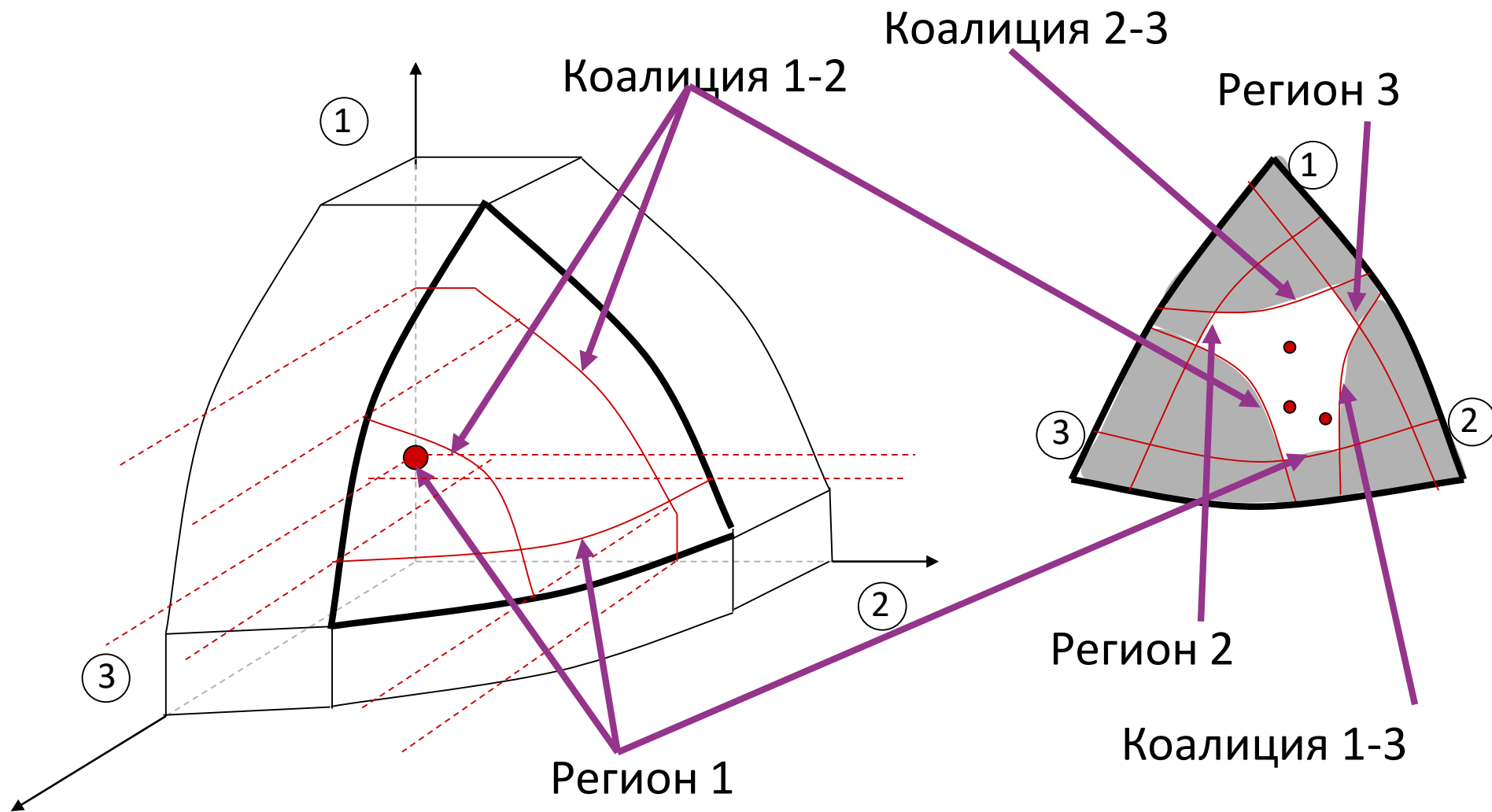
За исследование этих вопросов в теории кооперативных игр в этом году Нобелевскую премию по экономике получили Шепли и Рот.

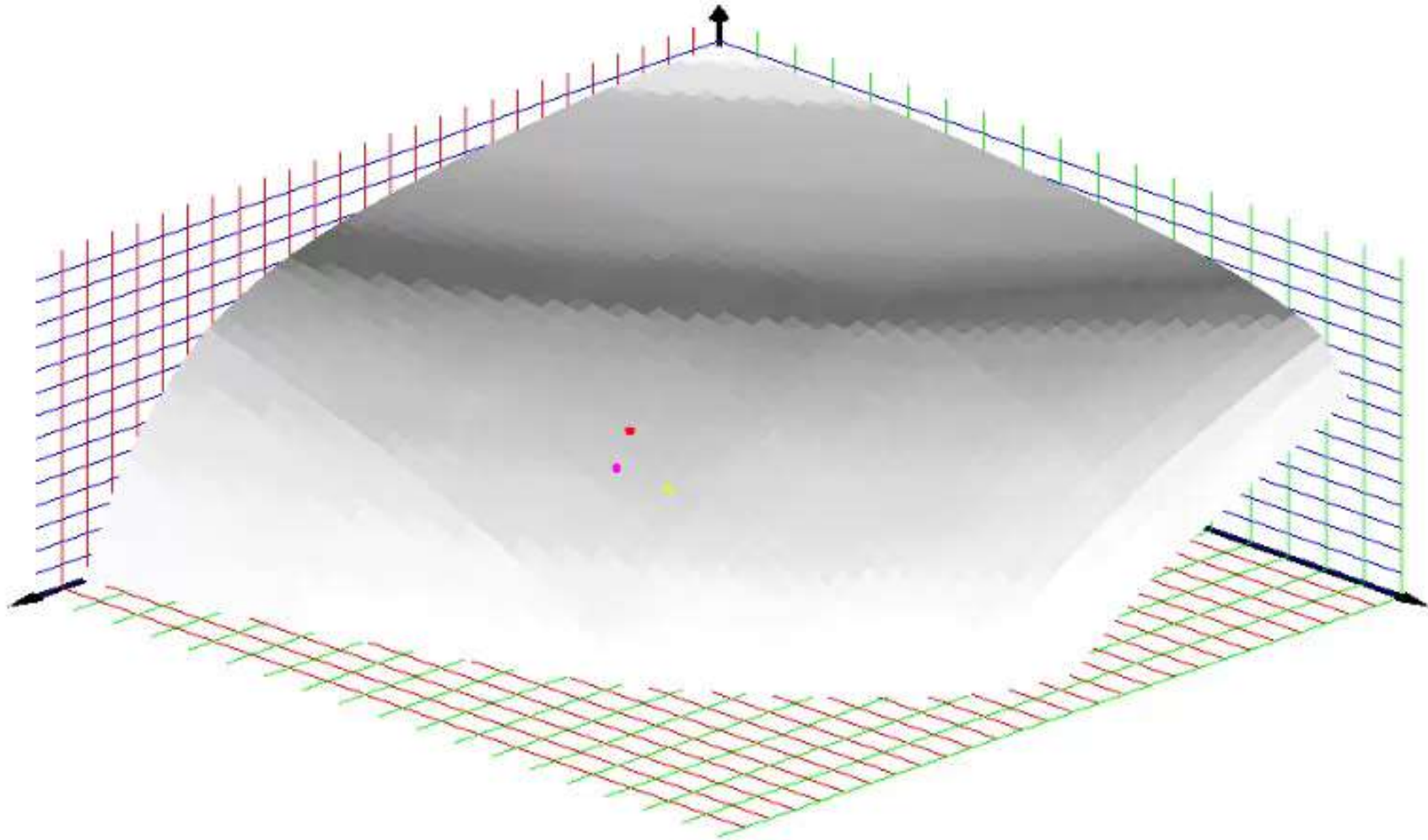
Далеко не всякое решение межрегиональной модели равномерно по Нэшу, но с ее помощью можно *исследовать* область ядра системы. Ядро – это часть парето-множества, которая *не блокируется* ни одной коалицией регионов.

Каждая коалиция «рисует» на парето-границе полной системы некоторую линию – *изоклинал*, на которой потребление субъектов этой коалиции такое же, как и в общей системе. Эта изоклинал *отрезает* часть парето-границы, ту часть, которую *блокирует* данная коалиция: в ней потребление участников коалиции больше, чем в общей системе.

В прикладном анализе проводится анализ зоны ядра *по направлениям*, исходя из найденной ранее точки Вальрасовского равновесия (она всегда в ядре). Например, увеличивая и уменьшая долю 1-го региона, ищутся граничные точки, в которых обнаруживаются блокирующие коалиции.

В результате строится *зона ядра – проекция* многомерного множества на плоскость.





## Эффекты фактических межрегио (1987 г., % к непроизводственно

Только для России сальдо межреспубликанских взаимодействий положительно (вклад ее в общесистемное потребление превышает ее потребление, обусловленное внутрисистемными связями). Сальдо межреспубликанских взаимодействий остальных республик отрицательно. А для Украины оно отрицательно в чрезмерном размере.

Интересно, что взаимосвязи Украины и Молдовы обеспечивают более половины потребления населения последней, в то время как для Украины они имеют негативные последствия.

Обращает на себя внимание тот факт, что только Россия в состоянии полной автаркии может сохранить значение своего целевого показателя на достаточно высоком уровне.

...стан, Средняя Азия, Закавказье теряют ... разрыва межреспубликанских связей ... три четверти своего потребления. Для ... ьных республик последствия разрыва ... й еще более катастрофичны (для Украины ... икратное сокращение).

	2,1	4,1	3,3	3,7	2,8 (-0,8)		
Ка...					(-1,4)		
Средняя Азия	3,7	1,1			(-1,5)		
Молдова	0,8	-2,7			(0,0)		
					(0,0)		
					(-1,0)		
					(0,0)		
	(3,6)	(4,4)	(6,3)	(0,1)	(3,4)	(3,2)	(82,8)
	5,7	13,0	6,7	8,9	17,8	11,4	17,2
	100	100	100	100	100	100	100
	(3,8)	(5,1)	(6,7)	(0,1)	(4,2)	(3,6)	(100,0)





## Территориальная структура непроизводственного потребления (1987 г., процентные пункты)

Макрорегионы	Факт	Нижний предел ядра	Эквива- лентный обмен	Верхний предел ядра
Россия	58,06	56,25	56,37	89,62
Украина и Молдова	18,58	19,21	19,42	19,82

Несколько иную картину давали результаты равновесного анализа (по Вальрасу и Нэшу). Зона ядра сильно вытянута в сторону увеличения доли России в общесистемном непроизводственном потреблении. Это означает, что непроизводственное потребление России могло бы быть значительно увеличено за счет других республик, но межреспубликанский обмен оставался бы взаимовыгодным, т.е. коалиции республик без России имели бы меньшее потребление.

При этом фактическая доля непроизводственного потребления России выше ее доли в состоянии эквивалентного обмена (см. таблицу на рисунке). Т.е. ее потребление преувеличено по сравнению с тем, которое имело бы место при эквивалентном межреспубликанском обмене. Такая же ситуация – но гораздо в большей степени – была характерна для Казахстана и Средней Азии. А вот потребление Украины, Закавказья, Прибалтики и, особенно, Белоруссии – занижено.

*Равновесие (ядро) Эджворта.* Это – ядро системы с бесконечным числом участников.

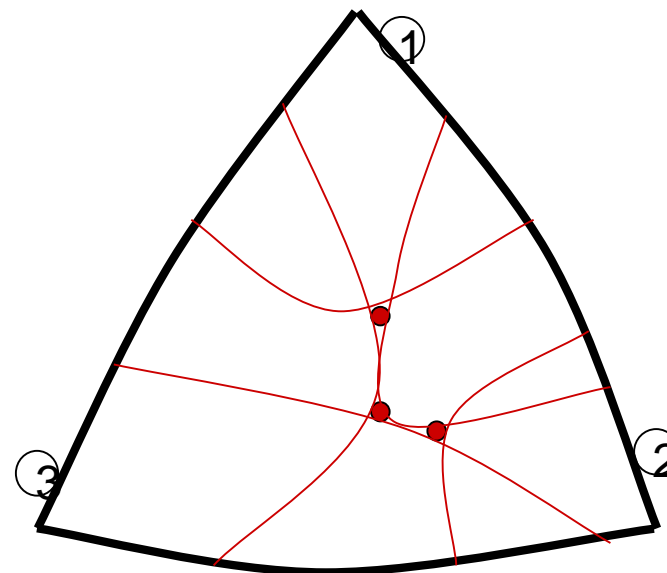
Одна из основных гипотез классической экономической теории – в наличии *совершенной конкуренции*. Такая конкуренция имеет место при большом числе агентов рынка. «*Самая совершенная*» конкуренция – в экономике с бесконечным числом агентов, ни один из которых не занимает явных лидирующих позиций.

В концепции Эджворта увеличение числа участников достигается *реплицированием* исходных агентов. Каждый исходный агент включается в систему не один, а несколько и даже очень много раз.  $q$ -реплика – система, в которой каждый исходный участник включен (реплицирован)  $q$  раз. Равновесие (ядро) Эджворта – ядро системы при  $q \rightarrow \infty$ .

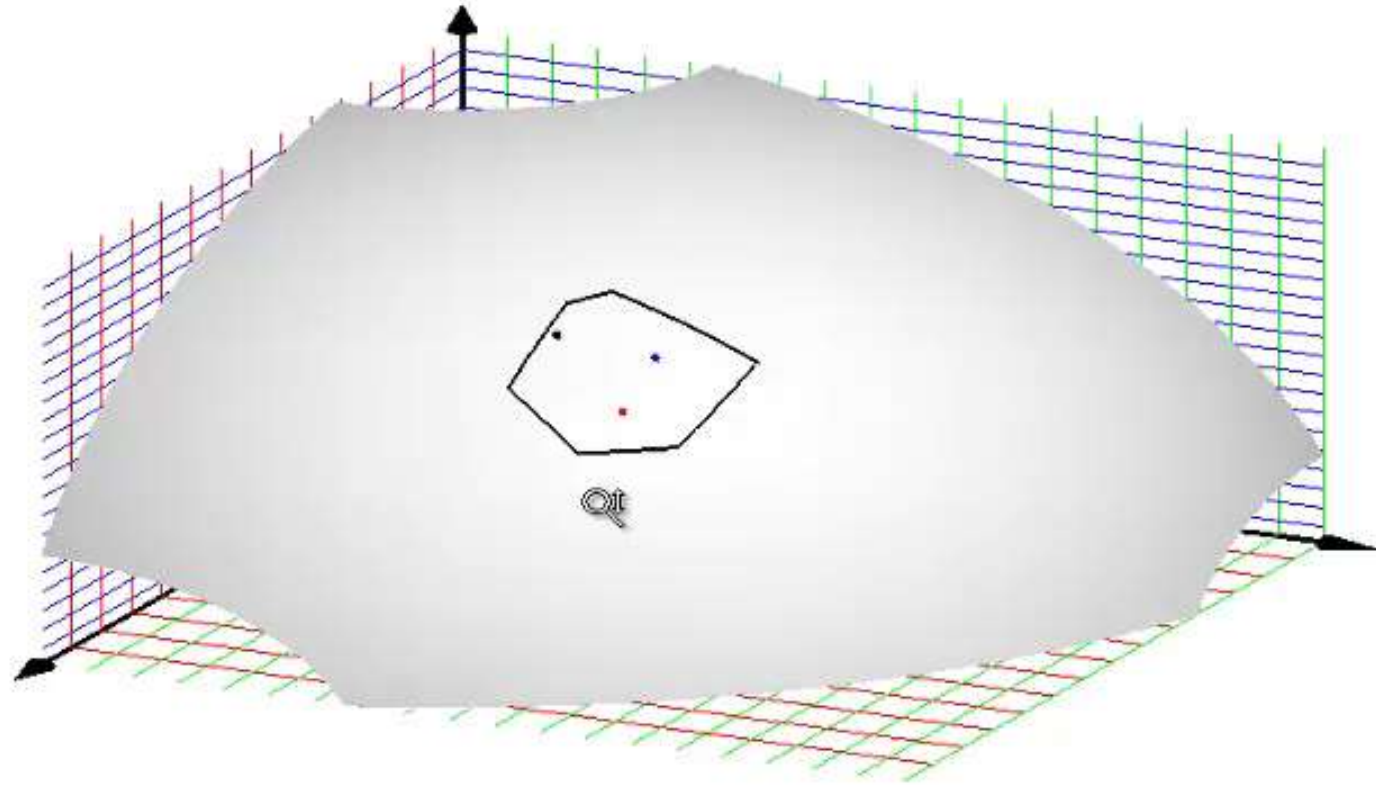
Для многорегиональных систем правильнее говорить не о репликации, а о делении – **делении** исходных регионов на несколько идентичных исходным.  $q$ -деление – система, в которой каждый исходный регион разделен на  $q$  регионов, одинаковых (технологическими коэффициентами) и идентичных исходным.

При достаточно общих условиях равновесие (ядро) Эджворта **совпадает** с совокупностью равновесий Вальраса.

**Изоклинали** коалиций в исходном пространстве могут быть весьма **замысловаты**, в пределе они не блокируют только вальрасовские равновесия:



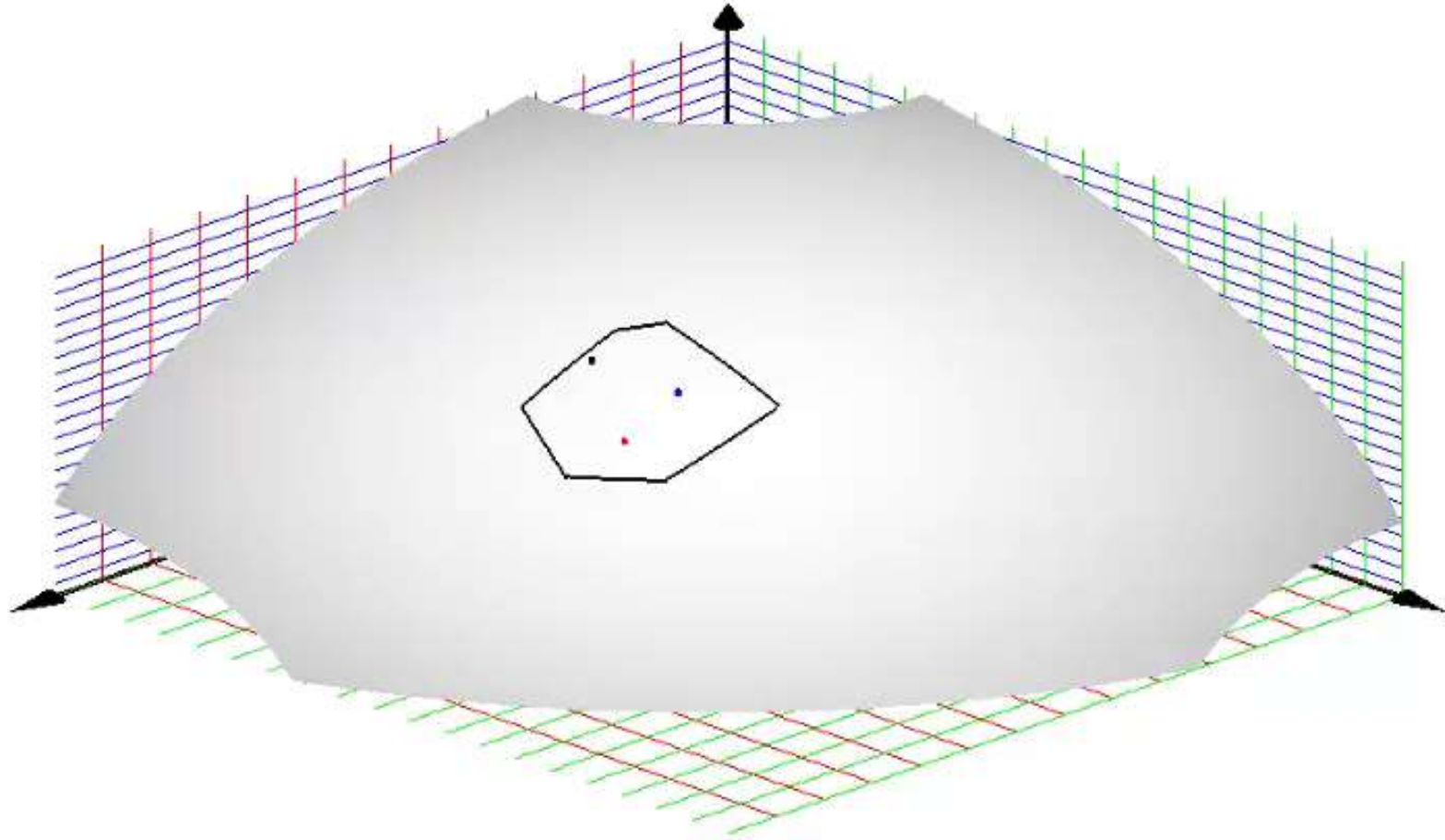
Если в исходной системе иллюстративного примера 6 коалиций, то в 2-делении их уже 62, а в 5-делении – 32766. И для построения ядра такой системы современный ПК работает непрерывно **почти сутки** (это при 5-ти отраслях и 3-х регионах в базисной системе).



**Нечеткие коалиции.** В иллюстративном примере каждая коалиция представляется 3-компонентным вектором (в общем случае –  $m$ -компонентным). Коалиция 1 –  $(1,0,0)$ , коалиция 1-2 –  $(1,1,0)$  и т.д. Это четкие коалиции, в них регионы либо входят, либо не входят.

Нечеткая коалиция представляется вектором  $(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3)$ , где  $\gamma_r$  – доля, в которой  $r$ -й регион входит в коалицию. Крайние точки и форма самой поверхности парето-границы нечетких коалиций могут сильно варьировать, оставляя самые **замысловатые изоклинали** на парето-границе полной системы. Ядро, которое «вырезается» из парето-границы системы нечеткими коалициями, называется нечетким. Как правило, оно опять же **совпадает** с множеством вальрасовских равновесий (такое же, как на рисунке предыдущего слайда).

Нечеткое ядро и ядро Эджворта, несмотря на внешнюю несхожесть, во многом эквивалентны (для конкретных систем они, как отмечено выше, совпадают с вальрасовским множеством).



Это объясняется тем, что и в той и в другой концепции *коалиции* очень *похожи* друг на друга: так, например, понятно, что парето-граница коалиции 5-деления, включающая двух представителей 1-го региона (для иллюстративного примера) трех – 2-го и четырех – 3-го, совпадает в исходном пространстве с парето-границей нечеткой коалиции (2/5,3/5,4/5).

Этот пример поясняет и в чем различия между конечными результатами применения этих концепций.

В общем случае нечеткое ядро уже ядра Эджворта, т.к. множество всех возможных *действительных* чисел, которыми могут быть  $\gamma_r$  в нечетких коалициях, шире множества *рациональных* чисел – долей участия регионов, генерируемых в рамках концепции Эджворта.

Теория экономического *равновесия* и *кооперативных* игр уже не менее *тридцати* лет достаточно успешно используется в *прикладном* анализе многорегиональных экономических систем с применением ОМММ.

Однако только совсем недавно были *получены* строгие доказательства *существования* равновесий Вальраса, Нэша, Эджворта, нечеткого ядра для экономических систем, представляемых моделями *типа* ОМММ.

Это было сделано в рамках *интеграционного проекта* Президиума СО РАН, выполняемого усилиями сотрудников ИЭОПП и ИМ СО РАН.

Сами доказательства получены *В.А.Васильевым*.



# К новой парадигме моделирования



Потенциал моделей типа ОМММ близок к *исчерпанию*. Ставится задача (один из проектов Программы Президиума РАН № 31) модифицировать их и «погрузить» в более общую модельно-методическую схему, в которой *интегрировались* бы следующие фундаментальные научные установки и представления:

**1) «Рыночные силы» стремятся** привести экономическое пространство в состояние равновесия между гипотетическими субъектами-регионами, понимаемое в рамках концепции Вальраса или/и Нэша. Отклонения от равновесия вызываются деятельностью *государства*, рыночными *провалами* и инновационным *монополизмом*.

**2) Инновационный монополизм** приводит к получению временных преференций (прежде всего, ценовых) инноватором, который первым на рынке внедрил новый продукт, технологию, ... Это – основная причина постоянного *дрейфа равновесия* в современной экономике.

(В рамках уже упоминавшегося интеграционного проекта с ИМ была осуществлена попытка формализовать ситуацию с инновационным монополизмом. Использовалась концепция равновесия *Штакельберга*, развиваемая в проекте *В.Л.Бересневым*)

3) Экономическое пространство при математическом моделировании представимо двухслойно: первый слой – *фоновая* экономика в разрезе регионов, второй слой – конкретные *крупные* субъекты, являющиеся, в частности, реализуемыми инвестиционными *проектами*.

4) При моделировании экономического пространства необходимо достичь разумного компромисса между подходом *сплошных сред* (однотипное описание всех ячеек – в некоторой регулярной сетке – пространства и связей между ними) и *агентно-ориентированным* подходом (моделируются реальные субъекты с их интересами: муниципалитеты, города, домашние хозяйства, фирмы, корпорации).

5) Для количественного отражения экономического пространства наряду с традиционными методами статистики, эконометрии, имитационного и нормативного моделирования следует использовать *геоинформационные* технологии. Прикладная реализация модельно-методических схем должна все в большей степени основываться на *супервычислительных* комплексах.