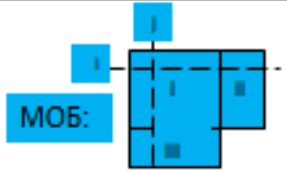


Общий смысл Оптимизационной Много(меж)региональной Межотраслевой Модели очень прост: она описывает экономики регионов (в данном случае, на рисунке – двух регионов) и межрегиональные экономические связи.

Эта «картинка» иллюстрирует три важных момента:

- 1) Региональные переменные имеют в качестве правого верхнего индекса идентификатор региона (обычно его номер  $r$  или  $s$ ; на рисунке А или В);
- 2) Переменные межрегиональных перевозок имеют двойной правый верхний индекс – идентификаторы вывозящего и ввозящего региона (обычно  $rs$  или  $sr$ ; на рисунке АВ или ВА);
- 3) Ограничения модели («закон сохранения экономической материи») описывают поле возможностей, на котором протекают экономические «игры», а не сами эти «игры». В этом отличие моделей данного типа от моделей процессов, имитационных моделей.



МОБ:

I-II – й квадрант МОБ:  $x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i$   
 I-III – й квадрант МОБ:  $x_j = \sum_{i=1}^n x_i a_{ij} + h_j$

$E$  – единичная матрица (с единицами на главной диагонали),  
 $A = \{a_{ij}\}$ ,  
 $X, Y, H$  – вектора-столбцы  $\{x_i\}, \{y_i\}, \{h_j\}$ .

$(E-A)X = Y, X'(E-A) = H'$   
 где «'» – знак транспонирования

**$ВВП = \sum_{i=1}^n y_i = ВДС = \sum_{j=1}^n h_j$**

$a_{ij}$  – коэффициент (прямых) материальных затрат, показывающий, сколько продукции  $i$ -й отрасли необходимо для производства единицы продукции  $j$ -й отрасли;  
 $x_i (x_j)$  – объем производства или валовой продукт  $i$ -й ( $j$ -й) отрасли, рассчитывается как сумма произведенных (и реализованных) в отрасли продуктов в натуральном выражении, умноженных на фактические цены или, если речь идет об объемах в сопоставимых ценах, на цены «базисного» года;  
 $y_i$  – конечная продукция  $i$ -й отрасли: непромышленное потребление населения и государства, инвестиции, сальдо вывоза-ввоза, экспорта-импорта;  
 $h_j$  – чистая продукция  $j$ -й отрасли: амортизация, заработная плата, прибыль.

ВВП – Валовой (а не Валовой – хотя, конечно, можно, если хочется) Внутренний Продукт (GDP – Gross Domestic Product) – общий объем всех произведенных на территории страны конечных продуктов и услуг. Региональный аналог: ВРП – Валовой Региональный Продукт. На уровне страны в целом используется также показатель ВНП – Валовой Национальный Продукт (GNP – Gross National Product), включающий продукцию, произведенную национальными компаниями за рубежом и исключаящий продукцию зарубежных компаний, произведенную на территории страны.  
 ВДС – Валовая добавленная стоимость.

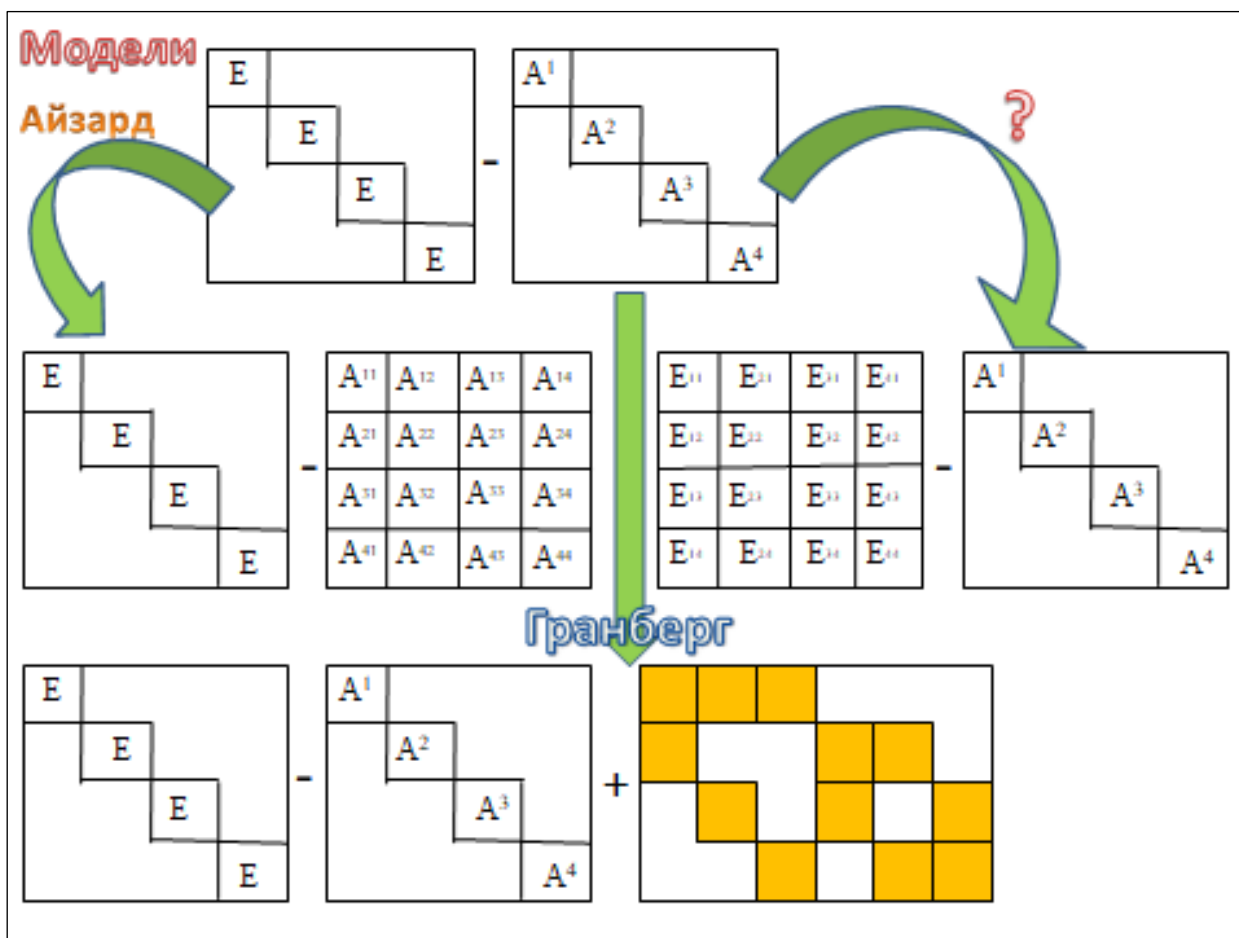
Напоминаются самые «азы» макроэкономики.

Межотраслевой баланс (МОБ) разрабатывается в разрезе трех квадрантов (4-й квадрант, «перераспределяющий» чистую продукцию в конечную, обычно не рассчитывается): 1-й квадрант – межотраслевые потоки продукции, 2-й квадрант – покомпонентное представление конечной продукции, 3-й квадрант – покомпонентное представление чистой продукции.

Приведены основные уравнения межотраслевого баланса в покомпонентной и матричной форме.

Итоги 2-го и 3-го квадрантов – Валовой Внутренний, Валовой региональный, Валовой Национальный продукт, Валовая Добавленная стоимость.

В Системе Национальных счетов (СНС) существует масса подробных инструкций по расчету этих макропоказателей (нюансы учета в различных ценах, прямых и косвенных налогов, торгово-транспортных наценок, дивидендов и процентов по кредитам и т.д.). Но суть этих показателей демонстрирует эта схема.



Здесь иллюстрируются возможности объединения МОБов отдельных регионов (их на рисунке четыре) в единую межрегиональную модель.

Исторически первым «интегратором» региональных межотраслевых моделей был Айзард (Walter Isard, американский экономист, основатель регионалистики и школы пространственного анализа). Он предложил фиксировать территориальную структуру затрат на производство: сколько 1-й регион тратит на производство в 1-м регионе, сколько 2-й регион тратит на производство в 1-м регионе и т.д.

Напрашивается «двойственный» подход: фиксировать территориальную структуру использования произведенной продукции (на рисунке такая возможность помечена знаком вопроса). Однако экономическая теория по этому пути не пошла. Почему? Математические свойства такой конструкции ничем не хуже (мы проводили необходимый анализ) «айзардовской», эти конструкции дополняют в некотором смысле друг друга.

Гранберг предложил (и что важно, реализовал в прикладном анализе) объединить региональные балансы условиями транспортно-экономических связей, способами межрегиональных перевозок продукции. На рисунке показаны все возможные связи между четырьмя регионами (в некоторых «незакаршенных» частях объединяющего блока на рисунке могут быть расположены коэффициенты транспортных затрат транзитных регионов). В упрощенных схемах модели учитываются связи только между граничащими друг с другом, смежными регионами.



Существует большое количество классификаций математических моделей экономики. Мы будем говорить о моделях-задачах и о моделях-процессах.

Модели-задачи это обычные нормативные модели в нашем случае – ОМММ (оптимизационные много(меж)региональные межотраслевые модели), описывающие состояние экономики страны на последний год заданного периода времени с опорой на базисный год – начало этого временного периода. Задача таких моделей – найти некоторые особые состояния экономики в последнем году заданного временного периода, в которых достигается максимум некоторого критерия (обычно непродовольственного потребления населения и государства), равновесие межрегиональных отношений в различных смыслах (по Вальрасу, по Нэшу или в еще более замысловатых формах), исследовать характер межрегиональных отношений в этих состояниях с помощью различных методико-методологических схем.

Модели-процессы представляют виртуально ход развития событий, имитируя (воспроизводя алгоритмически) действия реальных экономических объектов: фирм, корпораций, домашних хозяйств, органов государственной власти, банков и страховых компаний, а также товарных, финансовых, трудовых и т.д. рынков. Расчеты по таким моделям позволяют представить численно процесс экономического развития системы.

Такие модели могут быть очень разными, мы используем «агентно-ориентированные» формы. Пока до имитации собственно процессов мы не дошли. Происходит отладка блоков отдельных субъектов и рынков. Но возможности выхода на некоторые стационарные состояния уже определяются.

Здесь речь пойдет о моделях-задачах.

Существуют различные, включая достаточно формализованные, определения сложных систем, степени их сложности. Социальные, экономические и социально-экономические системы всегда подпадают под определение «сложные». А если позволить некоторую терминологическую вольность, их можно назвать *суперсложными*.

По шкале Боулдинга (американский экономист, социолог и поэт Кеннет Боулдинг, известный у нас по статье «Общая теория систем – скелет науки», опубликованной в 1969 году издательством «Наука» в книге «Исследования по общей теории систем»), имеющей девять уровней сложности, социальные (социально-экономические) системы относятся к восьмому уровню. Они сложнее всех технических, механических, физических, химических, биологических и т.д. систем. Сложнее их только трансцендентные системы (девятый уровень), т.е. не познанные или непознаваемые, не поддающиеся анализу, но имеющие наблюдаемую структуру, т.е. все-таки системы.

Согласно Джею Форрестеру (американскому ученому, автору теории системной динамики, предсказавшему под эгидой «Римского клуба» в начале 70-х XX века по своим моделям – пределы роста – «крах цивилизации» в 50-х XXI века) для сложной системы характерна *многозвенная структура большого порядка с нелинейными обратными связями*.

**Порядок** – количество уровней иерархии. До ста и больше для социально-экономических систем.

**Многозвенность** – наличие большого числа контуров обратной связи. Их не счесть для социально-экономических систем.

**Обратные связи** – рефлексия, ответ на воздействие, реакция следствия на причину (особенно акцентированы в управляющих блоках – в кибернетических системах). Для социально-экономических систем они нелинейны и могут – практически непредсказуемо (атрибут сложных систем) – менять знак.

Отрицательная обратная связь возвращает систему в исходное состояние, в равновесие, направляет ее на достижение поставленной цели в случае каких-то отклонений от нее. Положительная обратная связь приводит систему к смене состояний, к развитию, росту или деградации.

В сложных системах, как только что было отмечено, знак обратной связи может меняться.

Пример из медицины. В организме человека постоянно возникают раковые клетки. Силы иммунитета обычно их подавляют – это результат действия отрицательной обратной связи. Но если «дело зашло» слишком далеко, обратная связь становится положительной и росту раковой опухоли может противостоять только внешнее воздействие.

В экономике таких примеров множество.

Пусть доллар подорожал. Стоил 30, а стал 35 рублей. Цена выросла, следовательно спрос должен упасть. Падение спроса должно вызвать падение цены. Т.е. «толкнуть» его обратно. Это отрицательная обратная связь.

Но в некоторых, отнюдь не редких ситуациях рост курса доллара может вызвать ожидание дальнейшего его роста и породить лавинообразный спрос на доллар (опасение: рубль станет совсем «деревянным»). И доллар продолжит и даже усилит свой рост. Обратная связь переключается на плюс.

Еще один пример, более близкий мне, как специалисту по региональной и пространственной экономике.

Пусть некоторый регион отстал в своем экономическом развитии от других. Это отставание может быть воспринято как наличие у этого региона потенциала роста (есть, куда расти), вызвать приток инвестиций, привести к ускоренному развитию, сокращению отставания. Обратная связь – отрицательная.

Но возможно и другое отношение к этому отстающему региону – как к неудачнику, не имеющему эффективных точек приложения капитала. Тогда внешние инвестиции ослабеют и отставание начнет увеличиваться. Обратная связь становится положительной.

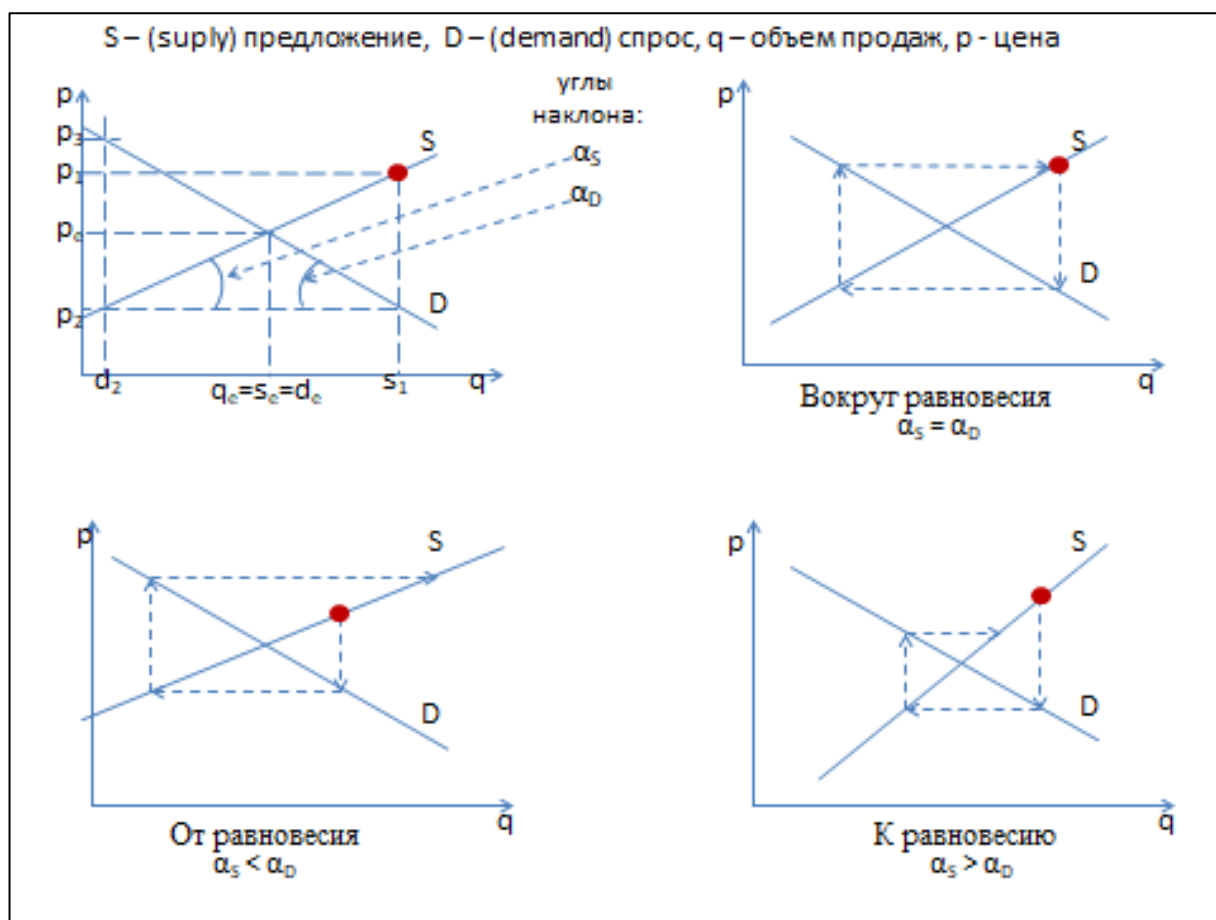
В какой момент, на какой степени отставания региона происходит переключение с минуса на плюс, остается не ясным. Поэтому теория дивергенции-конвергенции в пространственной экономике не имеет общепризнанных основ.

Только в очень редких случаях, в рамках сильно упрощенных ситуаций экономическая теория дает ответ на вопрос о моменте такого переключения.

Одна из таких ситуаций – классическая теория равновесия на рынке одного товара.

Исходные посыпки: с ростом цены предложение растет, а спрос падает. Линии спроса и предложения, как функции цены от спроса и предложения, на графике пересекаются, и точка их пересечения показывает равновесный (спрос равен предложению) объем продаж и равновесную цену.

Этот график позволяет проиллюстрировать и процесс поиска равновесия.



Начальное предложение (красная точка на графиках) превысило равновесное значение. Точка переключения: углы наклона линий предложения и спроса равны. В этом случае возникает движение вокруг равновесия – заикливание. Если наклон линии предложения меньше, чем линии спроса (спрос более эластичен к цене, чем предложение), возникает движение от равновесия – положительная обратная связь, разрушающая рынок товара. В обратной ситуации (предложение более эластично к цене, чем спрос) возникает движение к равновесию – отрицательная обратная связь, восстанавливающая потерянное равновесие.

Поэтому, в частности, одной задачей государственного регулирования рынка является поддержание спроса, которое ведет к сокращению эластичности спроса к цене. Другая задача – дерегулирование производства, которое должно быть более «отзывчивым» к колебаниям рыночной конъюнктуры, повышающим эластичность предложения к цене.





Выдвигается гипотеза о возможной структуре экономического пространства с иллюстрацией этой структуры на примере двух регионов. В этом пространстве есть достаточно много областей устойчивого состояния, большинство из которых по терминологии, предложенной В.М.Полтеровичем, являются институциональными ловушками, т.е. областями устойчивых, но мало эффективных состояний. Лишь немногие из них, расположенные на парето-границе, эффективны (на рисунке показано только одно такое состояние).

Попытки исследовать эту структуру с помощью нормативных моделей типа ОМММ безуспешны: области допустимых решений современных нормативных моделей совершенно однородны. Неоднородность таких пространств может стать предметом анализа с помощью совсем других моделей, сконструированных в будущем, возможно, в рамках «новой» теории институциональной экономики (какими будут эти модели, если будут, я представить себе пока не могу).

Многорегиональные модели собираются из региональных блоков, представляющих собой полудинамические региональные межотраслевые модели с опорой на общий (только что представленный) временной период. Основу блока составляет матрица коэффициентов межотраслевых затрат  $A$  (верхний правый индекс  $r$  региона пока опускаем) размерности  $p \times p$  ( $p$  – количество отраслей производства) с элементами  $a_{ij}$ . В него входят вектор-строка коэффициентов трудовых затрат  $t$  размерности  $p$  и матрица коэффициентов инвестиционных затрат  $b$  размерности  $2 \times p$  (рассматриваются два вида инвестиций: в активную часть основных фондов, образуемые продукцией машиностроения, и в пассивную часть – продукцией строительства), показывающих, сколько инвестиций надо затратить в течении всего периода времени, чтобы к его концу увеличить производственную мощность на единицу.

Таких технологических коэффициентов в каждом регионе имеется по два комплекта: для производства на старых мощностях, созданных до базисного года и сохранившихся к концу временного периода, и для производства на новых мощностях, введенных в течение этого временного периода (коэффициенты на новых мощностях будут метиться «черточкой» сверху « $\bar{\phantom{x}}$ »). Коэффициенты  $b$  – инвестиции на поддержание имеющихся мощностей,  $\bar{b}$  – на создание новых мощностей.

Важным параметром является  $\theta$ , показывающий во сколько раз суммарные за период инвестиции превышают инвестиции последнего года. Это эндогенный параметр, моделирование которого будет рассмотрено ниже.

Завершает представление параметров регионального блока вектор-столбец отраслевой структуры непроизводственного потребления (регионального целевого показателя)  $\alpha$  размерности  $p$ .

Введем теперь переменные регионального блока (напоминание: пока верхние правые индексы региона  $y$  символов параметров, экзогенных и эндогенных переменных – ими (индексами) обычно служат  $r$  или  $s$  – опущены):  $x, \bar{x}, u, z$  – соответственно,  $p$ -мерные вектора объемов производства на старых и новых мощностях, двухкомпонентный вектор инвестиций и скалярная величина непроизводственного потребления (все они – на последний год представляемого временного периода). В «макроописании» регионального блока (т.е., когда он представлен некой общей матрицей, умноженной справа на некий общий вектор) они образуют единый вектор-столбец размерности  $2p+2k+1$  ( $k$  – количество способов, линеаризирующих экспоненциальные зависимости способов инвестирования), который на следующем рисунке изображен как совокупность векторов-строк.





На этом рисунке введены обозначения для производственных мощностей:  $M$  и  $\bar{M}$ , – причем верхние границы для новых мощностей могут иметь смысловую нагрузку лишь для добывающих отраслей.

Принимается, что инвестиции на заданном временном периоде изменяются экспоненциально с одинаковым годовым темпом прироста, являющимся искомой (эндогенной) величиной. Параметр  $\theta$  вносит в модель нелинейность. Однако вследствие выпуклости используемых (экспоненциальных) функций, он легко линеаризуется в заданном интервале возможных значений годового темпа прироста.

Структура ОМММ схематично выглядит следующим образом.



### Инвестиционный блок

Переменные и ограничения модели представляют последний год некоторого прогнозного периода, включающего 10, 15 или 20 лет.

Модель включает ограничения на суммарные за период инвестиции и переменные инвестиций последнего года.

С середины 1970-х годов инвестиционный блок был полностью эндогенезирован. Достигнуто это было с введением закона роста инвестиций с эндогенными параметрами. Как правило, в качестве такого закона выступает экспоненциальный, а эндогенным параметром – среднегодовой темп прироста инвестиций.

С увеличением этого параметра доля последнего года в суммарных за период инвестициях растет. И, поскольку суммарные за период инвестиции это ресурс (чем они больше, тем лучше), а инвестиции последнего года – нагрузка на систему (чем их больше, тем хуже, т.к. требуются увеличивающиеся затраты на их производство), то каждая дополнительная единица инвестиций все менее эффективна.

Следует отметить, что вектор  $x^s$  (и  $\bar{X}$ ,  $\bar{x}^r$ ) короче, чем  $x^r$ , т.к. продукция не всех отраслей транспортабельна.

Региональные блоки размерности  $n+3 \times 2n+2k+1$  образуют блочно-диагональную структуру общей матрицы модели.

Блок территориальной структуры ОФНП ( $z$ ) аналитически выглядит следующим образом:

$$z^r \geq \lambda^r z, r = 1, \dots, n$$

(т.е. в столбце  $z$  на рисунке расположены  $-\lambda^r$  в строках региональных  $z^r$ ,  $\sum \lambda^r = 1$ )

Когда ОМММ используется как обычная оптимизационная задача, переменная  $z$  выступает целевой, и критерий оптимизации записывается следующим образом:

$$z \rightarrow \max!$$

Но чаще модель рассматривается как инструмент многоцелевой оптимизации в пространстве региональных  $z^r$  и основным управляющим параметром обследования парето-границы выступает вектор  $\lambda^r, r = 1, \dots, n$ .

В случае, если в модели учитываются транспортно-экономические связи только между смежными (граничащими) районами, все способы блока межрегиональных перевозок четырехкомпонентные: «-1» в строке перевозимой продукции вывозящего ( $r$ -го) региона, «+1» – в соответствующей строке ввозящего ( $s$ -го) региона и коэффициенты транспортных затрат с минусом в транспортных строках регионов-контрагентов. Если учитываются все «прямые» перевозки между регионами, то способы блока удлиняются за счет включения коэффициентов транспортных затрат транзитных регионов.

Описание модели закрытой экономики на этом завершается, т.к. переменные экспортно-импортных поставок в такой модели экзогенны, и их фиксированные значения перенесены в правую часть.

В модели открытой экономики важнейшую роль играет блок экспортно-импортных поставок.

В способах экспорта этого блока стоит «-1» в строке экспортируемой продукции экспортирующего региона, в способах импорта, соответственно, – «+1». В транспортных строках этих регионов стоят с минусом коэффициенты транспортных затрат на перевозку экспортируемой и импортируемой продукции – если экспортно-импортными считаются только поставки из регионов, граничащих с внешними странами. В более развитых постановках модели учитываются как экспортно-импортные прямые перевозки для внутренних регионов страны с соответствующим «удлинением» транспортных способов на весь маршрут следования продукции.

Обязательным элементом блока регулирования экспортно-импортных поставок является ограничение на сальдо внешнеторгового баланса, главными параметрами которого выступают товарные валютные курсы, показывающие отношение внешних цен (в иностранной валюте) к внутренним ценам. Этот блок может включать ограничения на общий оборот экспорта и/или импорта.

В последних модификациях модели в этот блок включаются параметры, регулирующие степень открытости экономики с помощью задаваемой эластичности внешних цен по объемам экспорта-импорта. Эта степень может задаваться от полностью открытой экономики, когда вариация объемов экспорта-импорта не влияет на цены, через постепенное «закрытие» экономики, когда увеличение экспорта все значительнее уменьшает внешнюю цену, а увеличение импорта все больше ее увеличивает. Вплоть до того момента, когда «угол наклона» соответствующей зависимости достигает  $90^\circ$  и экономика становится полностью закрытой.

Теоретически модель может включать несколько внешних рынков, например, европейский (плюс, наверное, африканский), азиатский (вместе с австралийским), американский. Тогда блоков экспортно-импортных поставок будет несколько, и может возникнуть необходимость введения блока межконтинентальных (транзитных) перевозок.

Двойственные переменные (оценки ограничений) имеют следующий смысл: балансов продукции – цены, балансов трудовых ресурсов – заработные платы, балансов инвестиций – проценты за кредит (неявно предполагается, что все инвестиции осуществляются за счет банковских кредитов), верхних границ на объемы производства – налог на прибыль (или с оборота), сальдо внешнеторгового оборота – валютные курсы, на общие объемы внешнеторгового оборота – экспортно-импортные пошлины.

В настоящее время (2-я половина 2021 г.) проводится обновление базовой ОМММ: сдвигается вперед временной период моделирования: от 2013-2030 к 2019-2035 (2019 – последний более менее «приличный» год перед последовавшим кризисом), расширяется отраслевая классификация: с 40 позиций до 44 (45-46).

К 8-ми региональной сетке пространственной структуры страны (по федеральным округам) добавляется Крым и детализируется Азиатская часть России: 1) из УФО выделяется собственно Урал и Ямало-Ненецкий автономный округ, как север Западной Сибири; 2) из СФО – его юго-западная часть с составе Омской, Томской, Новосибирской областей, Алтайского края и Республики Алтай, северная часть в составе Таймырского Долгано-Ненецкого, Туруханского, Эвенкийского районов Красноярского края и Катангского района Иркутской области (север «Центральной» Сибири) и юго-восточная часть в составе Республики Бурятия и Забайкальского края (в связи с их переводом в ДВФО); 3) из ДВФО – его северная часть по линии Вилюй-Алдан или (вопрос обсуждается) по северной границе Амурской области, продленной визуалью через Хабаровский край до Охотского моря.



Кроме основного варианта модели, о котором шла речь, имеются специализированные ОМММ. На сегодняшний день главная и единственно эксплуатируемая среди них – ОМММ-ТЭК, в которой детализирован топливно-энергетический комплекс, включая трубопроводный транспорт. В состоянии «ожидания» находится ОМММ-Лес с детализированным лесным и деревообрабатывающим комплексом (модель есть, а исследовательской группы, ведущей эту модель, нет). Хотелось бы иметь модели с детализированным блоком транспорта, металлургии, машиностроения, непроизводственного потребления и т.д. В конце мы вернемся к этому вопросу.



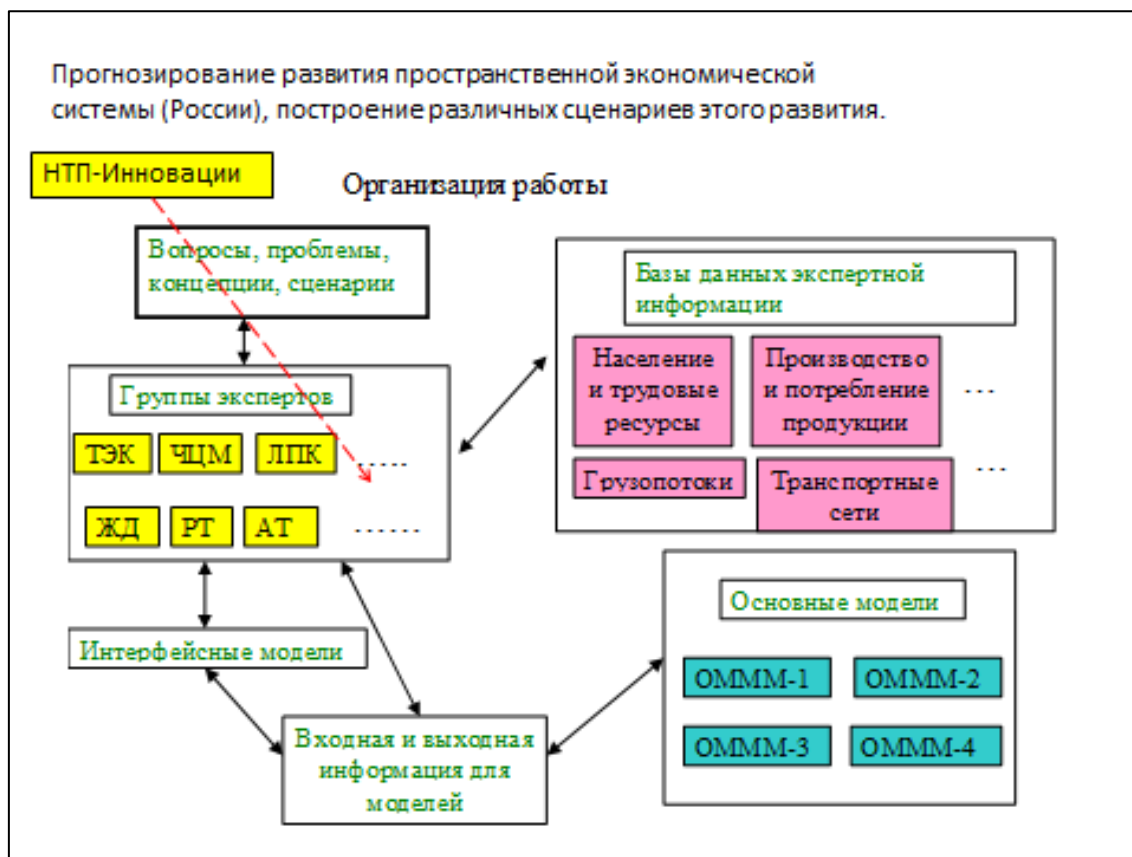
Имеется три направления использования ОМММ.

Прогнозирование развития пространственной экономической системы (России), построение различных сценариев этого развития.

Анализ межрегиональных экономических взаимодействий: степени эквивалентности, взаимовыгодности, величины эффектов таких взаимодействий.

Экспериментальные расчеты с целью апробации перспективных направлений совершенствования самих моделей и расширения сферы их применения.

В этой структуре представлен материал последующего текста.



Эксперты и их группы, исходя из сформулированных (ими самими, заказчиком, нормативными или директивными документами) целевых установок и сценарных условий (цели, проблемы, концепции, сценарии -1), экспертных данных, формируют вход для макромоделей. Если решение макромоделей, переведенное в форматы экспертных данных, не будет противоречить исходным целевым установкам и сценарным условиям ни одного эксперта, то можно считать, что прогноз получен. В нем согласованы представления о будущем всех участвующих в работе экспертов.

В реальной действительности получение такого согласованного прогноза является результатом длительной работы, в процессе которой эксперты корректируют (согласуют) свои мнения (целевые установки и сценарные условия), а макро модель в лице группы специалистов, «ведущих» ее, выступает в роли некоего центрального экспертного совета.

Фактически, экспертные группы формируют свои локальные прогнозы, включающие как входные для модели показатели (экзогенные и эндогенные), так и выходные (являющиеся результатом решения модели) величины. А модель в серии своих (сотен и даже тысяч) реализаций, нацеленных на построение сценария развития социально-экономической системы, выступает инструментом согласования этих локальных прогнозов.

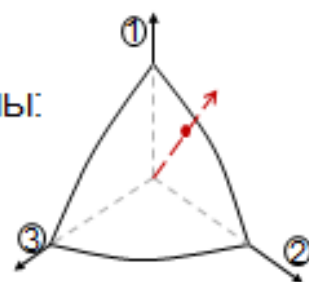
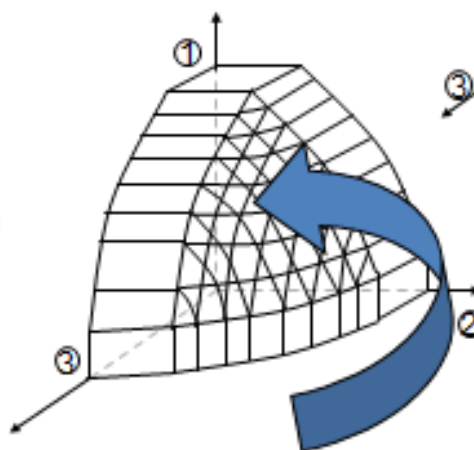
Такая организация работы предполагает переформатизацию функционирования Института под общую структуру пространственной модели во взаимодействии с другими модельно-методическими комплексами, используемыми в Институте. Пока такой реорганизации не проводится.

Одна из задач современного этапа развития исследований – ввести в работу экспертную группу «НТП-инновации».

**Парето-граница.** В каждом  $g$ -м регионе целевой является переменная  $z^g$  непроизводственного (конечного) потребления, т.е. потребления домашних хозяйств и государства (госрасходы без инвестиций) в заданной отраслевой структуре.

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

Парето-граница 3-региональной системы:



Каждое решение ОМММ – точка на парето-границе, соответствующая заданной территориальной структуре целевого показателя 19

Парето-граница – область максимальных значений вектора целевых показателей, в которой ни одна компонента этого вектора не может быть увеличена без сокращения каких-то других компонент.

В расчетах по ОМММ, варьируя вектор территориальной структуры целевого показателя (на рисунке и выделен красным цветом) можно исследовать всю парето-границу или ее отдельные фрагменты.



Теоретические основы анализа  
межрегиональных экономических взаимодействий

***Рынок по Вальрасу*** – самый обычный.

Каждый субъект рынка (в данном случае, регион) определяет свой спрос и предложение (вывоз-ввоз, экспорт-импорт продукции), максимизируя свою целевую функцию (конечное потребление населения и государства) 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. И т.д., пока не будет достигнуто равновесие.

Большинство решений многорегиональной модели равновесны по Вальрасу: каждое из них является композицией решений региональных моделей при определенных ценах обмена и сальдо бюджетов.

Равновесие по Вальрасу с нулевыми сальдо региональных бюджетов – состояние эквивалентного межрегионального обмена – равновесно и по Нэшу, т.е. принадлежит ядру системы.

***Рыночный механизм и равновесие по Нэшу*** более замысловаты.

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 достигается тогда, когда ни один из субъектов и ни одна из коалиций субъектов не имеет возможности улучшить свое положение, изменив состав своих партнеров.

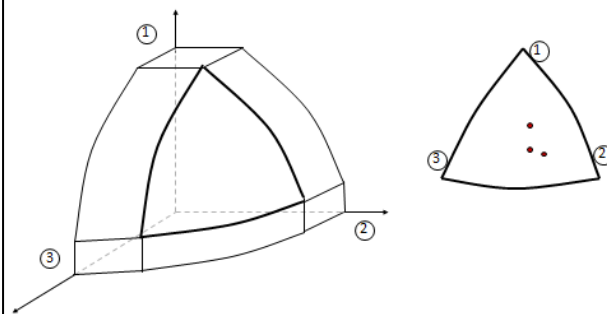
Один из главных результатов теории кооперативных игр заключается в том, что в равновесии во взаимодействие вступают все субъекты рынка – каждый с каждым, и любая коалиция субъектов, выделившись из полной системы, проигрывает. Множество таких равновесных состояний называют ядром системы.

### Выделение ядра 3-х региональной системы

(три красные точки в ядре – найденные ранее состояния эквивалентного обмена)

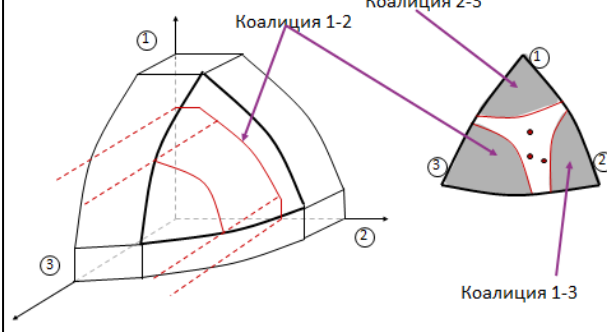
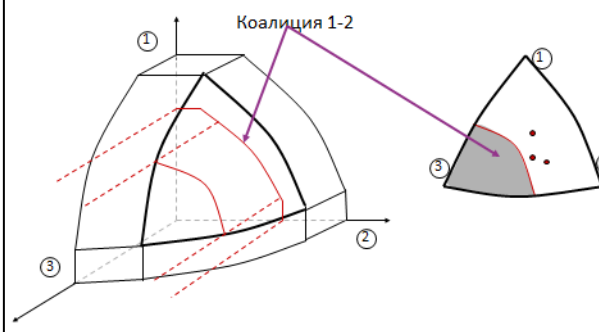
Далеко не всякое решение межрегиональной модели равновесно по Нэшу, но с ее помощью можно исследовать область ядра системы. Ядро – это часть парето-множества, которая не блокируется ни одной коалицией регионов.

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.



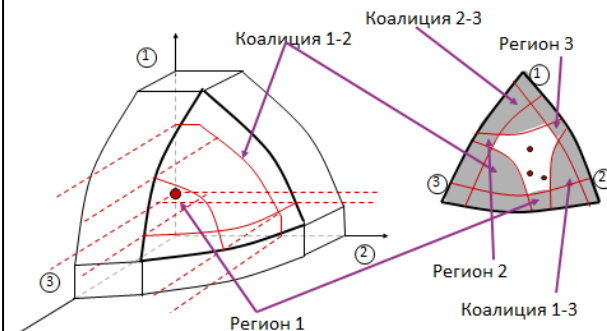
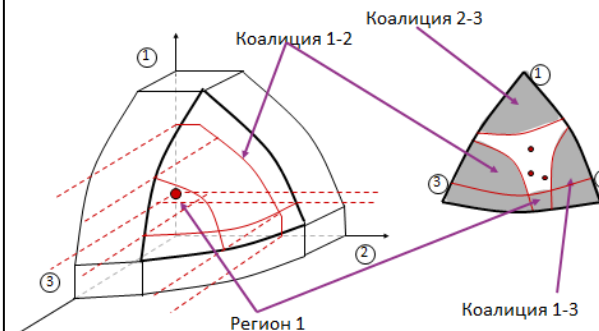
Далеко не всякое решение межрегиональной модели равновесно по Нэшу, но с ее помощью можно исследовать область ядра системы. Ядро – это часть парето-множества, которая не блокируется ни одной коалицией регионов.

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.



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.

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.

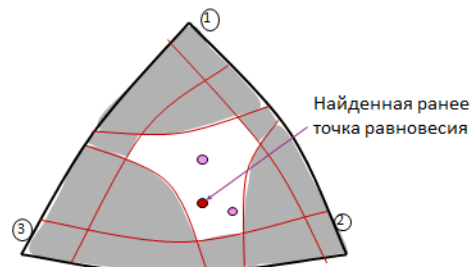


Показано, как отдельные коалиции регионов последовательно (1-2, 1-3, 2-3, 1, 2, 3) «вырезают» из общей парето-границы блокируемые ими части, т.е. те части, в которых эти коалиции имеют более высокие, чем в общей системе, значения своих целевых функций. В результате остается «невывезанная» часть общей парето-границы, т.е. ядро системы – область взаимовыгодных межрегиональных взаимодействий (на последней реплике слайда – незатемненная часть парето-области).

## 24-й слайд - динамика

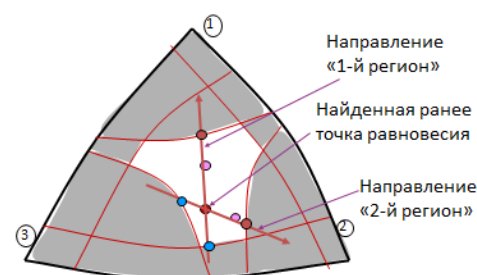
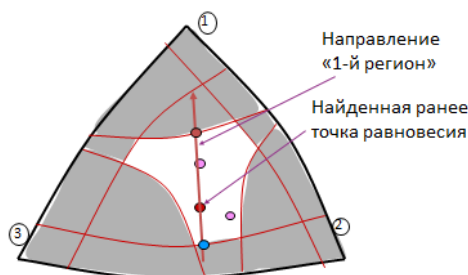
В прикладном анализе проводится анализ зоны ядра по направлениям, исходя из найденной ранее точки Вальрасовского равновесия (она всегда в ядре). Например, увеличивая и уменьшая долю 1-го региона, ищутся граничные точки, в которых обнаруживается блокирующая коалиция.

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.



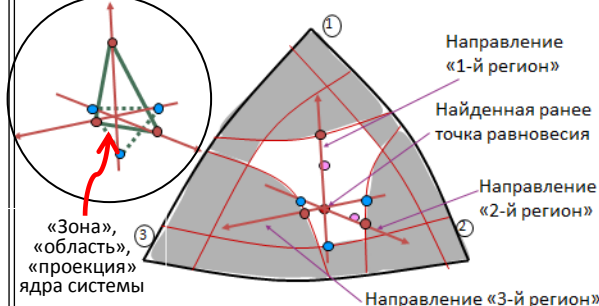
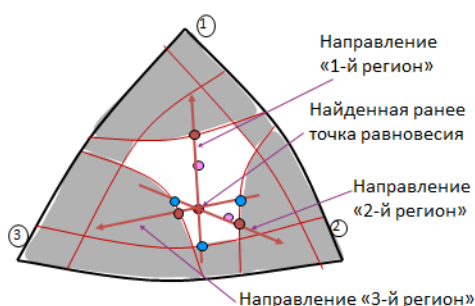
В прикладном анализе проводится анализ зоны ядра по направлениям, исходя из найденной ранее точки Вальрасовского равновесия (она всегда в ядре). Например, увеличивая и уменьшая долю 1-го региона, ищутся граничные точки, в которых обнаруживается блокирующая коалиция.

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.



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.

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.



Показано, как по выбранным направлениям изменения территориальной структуры целевого показателя (в данном случае по трем направлениям: увеличение доли 1-го, 2-го и 3-го регионов) из точки, заведомо принадлежащей ядру (равновесие с нулевыми бюджетами), ищутся границы ядра, т.е. точки в которых появляются блокирующая коалиция (при движении «вверх» – красные точки, и при движении «вниз» – синие точки).

Поиск «зоны» ядра может быть осуществлен по любым направлениям изменения территориальной структуры целевого показателя и по любому количеству этих направлений.



**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 целевые показатели (потребление населения и государства) других регионов (в принципе эффекты можно рассчитывать на базе любых других макропоказателей).

Если в **некоторую коалицию** регионов добавить **новый** регион, то целевые показатели регионов исходной коалиции **изменяются**, скорее всего – **вырастут**. 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  $2^{m-2}$  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	$Az^{11}$	$Az^{12}$	$Az^{13}$	$z^1$
2	$Az^{21}$	$Az^{22}$	$Az^{23}$	$z^2$
3	$Az^{31}$	$Az^{32}$	$Az^{33}$	$z^3$
$\Sigma$	$z^{1,123}$	$z^{2,123}$	$z^{3,123}$	$z$

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

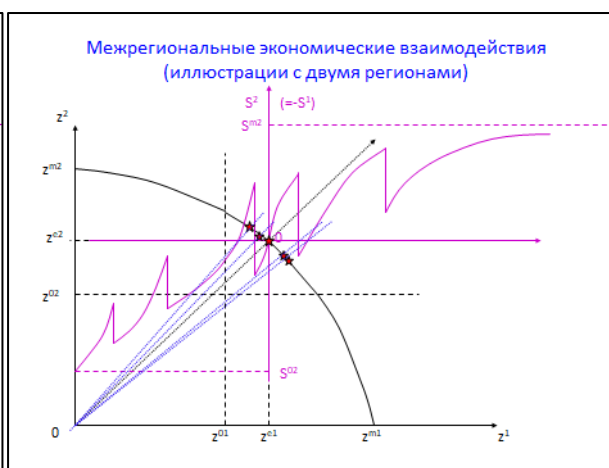
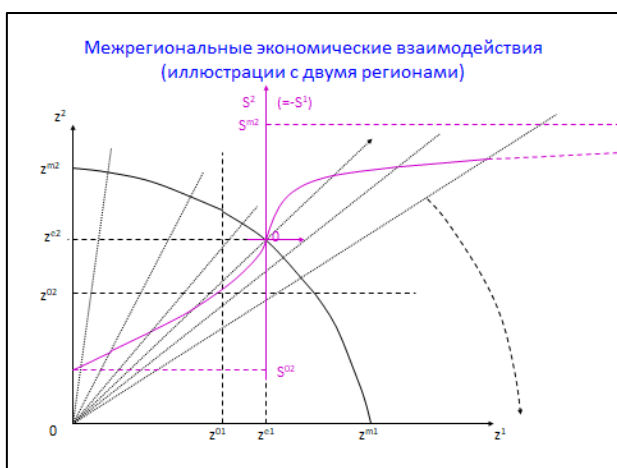
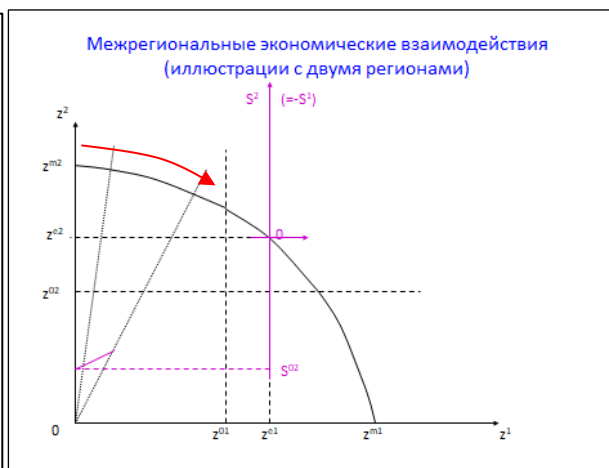
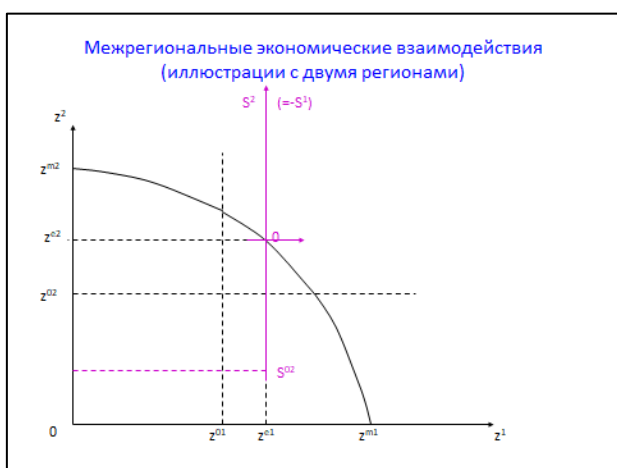
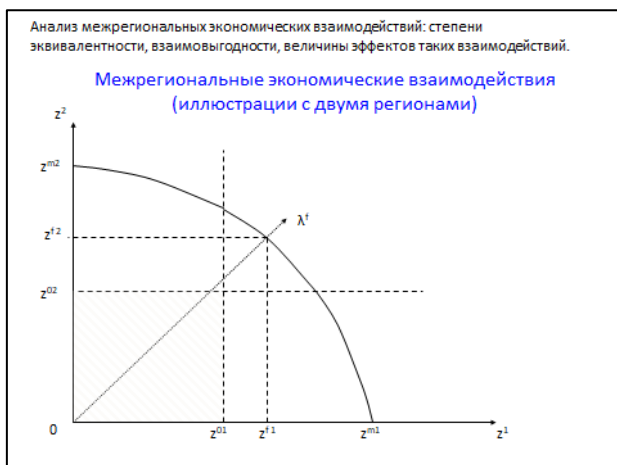
Если учитывать *внешнюю торговлю*, то кроме эффектов межрегиональных взаимодействий возникают внешнеторговые эффекты (вклады внешней торговли по каждому внешнему рынку в потребление регионов). В таком случае каждый эффект, как *межрегиональный*, так и *внешнеторговый* имеет  $2^{m+k-2}$  оценок.

27

Коалиционный анализ используется не только для измерения межрегиональных эффектов взаимодействия и построения соответствующих «шахматных» таблиц. На нем фактически основаны, как отмечалось выше, исследования зоны ядер экономических пространственных систем. Такой анализ может проводиться по двум вариантам: учитывать коалиции только смежных (граничащих между собой) регионов или все возможные коалиции. Первый вариант кажется предпочтительнее по содержательным причинам. Но он ставит регионы в неравное положение: пограничные регионы (и не только – из-за географических особенностей той или иной страны) теряют часть своего «коалиционного» потенциала. В прикладных расчетах, как правило, учитываются все возможные, в том числе территориально несвязанные коалиции, при этом транспортные затраты по транзитным территориям делятся разумным образом между регионами контрагентами.

Аналогичная проблема возникает при учете внешней торговли. Было бы не правильно учитывать ее эффекты только для пограничных регионов. Возможность включения «внешнего мира» в коалиции внутренних регионов обычно предусматривается разумным распределением транспортных затрат на транзитных территориях между регионами коалиции.

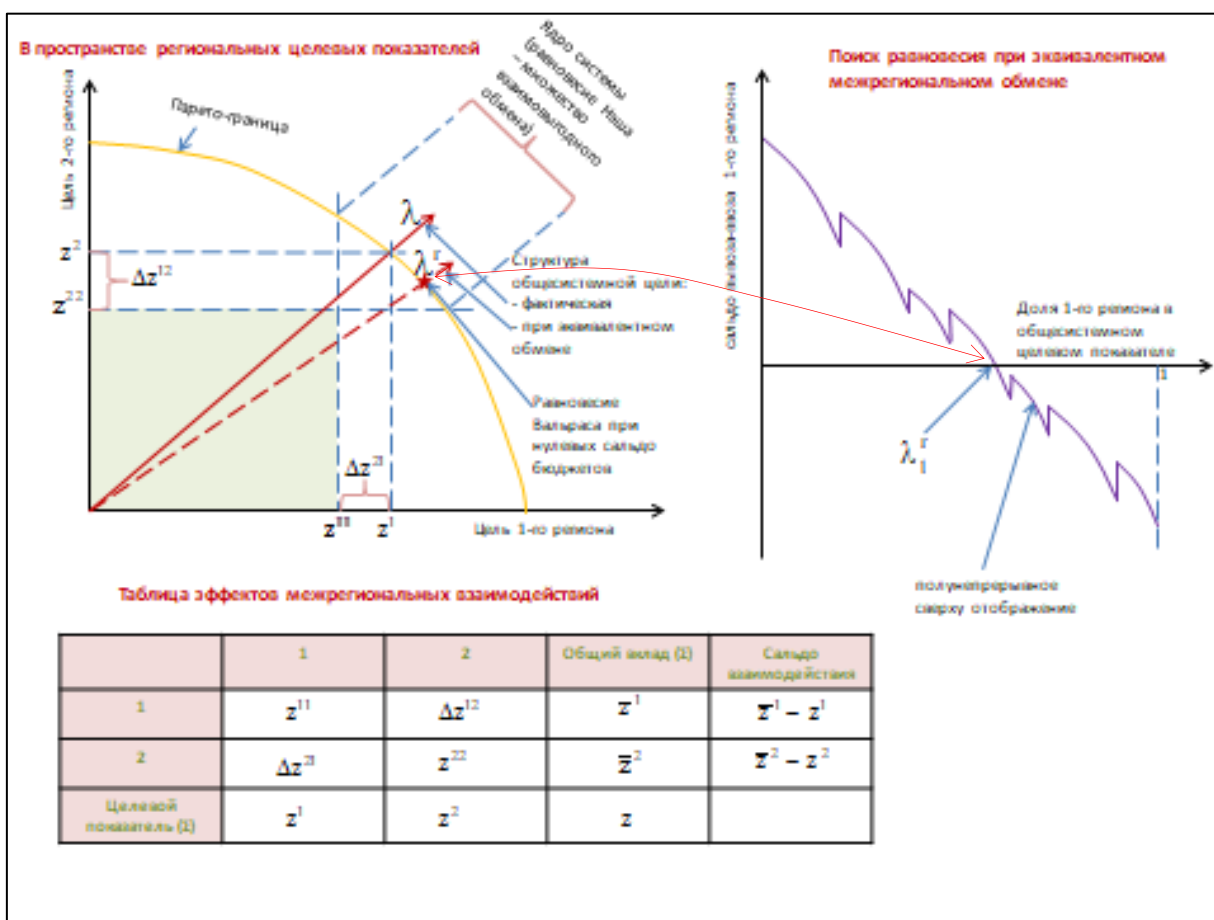
Иллюстрации для 2-х региональной системы



Эти рисунки иллюстрируют на примере 2-х региональной системы процесс расширения области допустимых состояний этой системы в результате межрегионального взаимодействия, возникновения ядра системы, эффектов межрегиональных взаимодействий, образующих шахматную таблицу.

Также показано, как меняется сальдо межрегионального обмена (для 2-го региона) по мере сокращения доли одного из регионов (в данном случае – 2-го региона) от единицы до нуля. Становится понятным, почему равновесий с нулевым (или другим фиксированным) сальдо межрегионального обмена в общем случае нечетное количество.





В дополнение к предыдущему слайду здесь светло-зеленым выделена область возможных состояний системы при отсутствии межрегиональных взаимодействий, показана зависимость сальдо вывоза-ввоза 1-го региона от его доли в общесистемном целевом показателе (на предыдущем слайде показано аналогичная зависимость сальдо 2-го региона). Эта зависимость называется полунепрерывной сверху: «скачки» вверх возникают при переходе с одной грани парето-границы на другую. Если продуктов в классификации мало (они сильно агрегированы), эта зависимость становится «зубастее», и точек ее пересечения с линией нулевого сальдо оказывается несколько – нечетное количество (как на предыдущем слайде). В прикладных расчетах с большим количеством отраслей (в нашем случае 40 и больше) эта зависимость становится практически гладкой («скачки» теряются в погрешностях счета) и более одного состояния эквивалентного обмена (в пределах точности счета) выявить не удастся (хотя неоднократно проводился целенаправленный поиск других состояний эквивалентного обмена).

В таблице эффектов межрегиональных взаимодействий показан столбец сальдо взаимодействия (в дополнение к предыдущему слайду).

## Пример № 1 полученных результатов

(Расчеты, результаты которых приведены на этом и следующем слайдах, проведены в разрезе всех 15 союзных республик, но представлены для Прибалтики, Закавказья и Средней Азии в агрегированном виде)

Эффекты фактических межрегиональных взаимодействий (1987 г., % к непроизводственному потреблению республик)									
Макрорегионы	Россия	Украина	Беларусь	Казахстан	Средняя Азия	Молдова	Закавказье	Прибалтика	Итого (общий вклад)
Россия	64,6	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	52,1	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	27,1	3,8	-0,6	6,7	-0,6	3,0 (-1,4)
Средняя Азия	3,7	1,1	15,4	0,5	26,4	1,7	-0,0	2,8	4,8 (-1,5)
Молдова	0,8	-2,7	-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	25,7	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	17,2
Итого (потребление населения)	100 (58,1)	100 (18,5)	100 (3,8)	100 (5,1)	100 (6,7)	100 (0,1)	100 (4,2)	100 (3,6)	100 (100,0)

Обращает на себя внимание тот факт, что только Россия в состоянии полной автаркии может сохранить значение своего целевого показателя на достаточно высоком уровне. Казахстан, Средняя Азия, Закавказье теряют после разрыва межреспубликанских связей почти три четверти своего потребления. Для остальных республик последствия разрыва связей еще более катастрофичны (для Украины – семикратное сокращение).

Россия прямо и косвенно обеспечивает более половины (до двух третей) потребления населения Украины, Белоруссии, Прибалтики. Для самой же России межреспубликанские связи не слишком важны (14.2% потребления). Гораздо важнее для нее внешнеэкономические связи (21.2%).

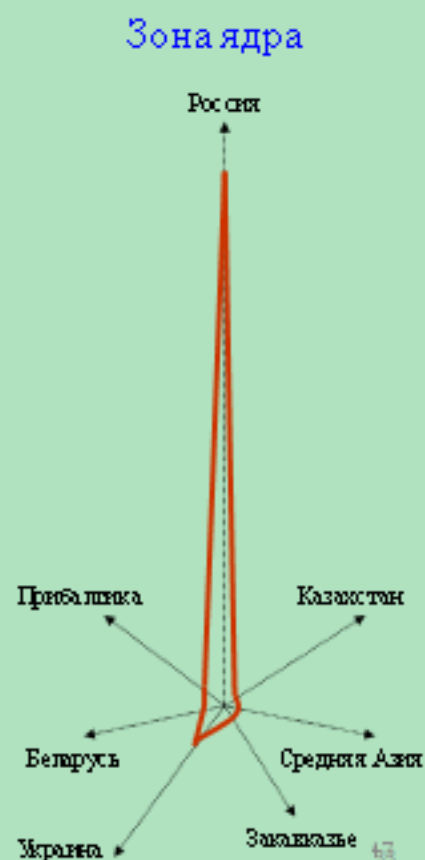
Только для России сальдо межреспубликанских взаимодействий положительно (вклад ее в общесистемное потребление превышает ее потребление, обусловленное внутрисистемными связями). Сальдо межреспубликанских взаимодействий остальных республик отрицательно. А для Украины оно отрицательно в чрезмерном размере.

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

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

Макрорегионы	Факт	Нижний предел ядра	Экви- валентный обмен	Верхний предел ядра
Россия	58,06	56,25	56,37	89,62
Украина и Молдова	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
Средняя Азия	6,71	5,05	5,54	5,59
Закавказье	4,24	4,92	5,49	5,52
Прибалтика	3,55	3,56	3,81	3,89
Итого	100	-	100	-

Эквивалентный и взаимовыгодный  
межреспубликанский обмен (1987 год)



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

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.

### Эффекты фактических межрегиональных взаимодействий в России (2030 г., % к конечному потреблению регионов)

ФО России	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ЦФО	УФО	СФО	ДФО	Итого (Общий вклад)	Сальдо взаимо- действий
ЦФО	0.0	-24.2	-8.9	-8.5	-9.0	-11.5	-10.7	-0.7	-7.4	-34.7
СЗФО	9.2	85.4	12.1	21.6	25.3	23.6	12.5	16.9	22.5	13.3
ЮФО	4.3	-8.1	0.0	2.8	4.6	16.0	6.2	8.7	4.2	-2.6
СКФО	-1.0	-4.2	-2.9	0.0	-1.9	-3.6	1.8	0.9	-1.5	-4.7
ЦФО	7.0	8.0	7.4	6.6	0.0	-0.4	-0.7	20.4	5.1	-6.5
УФО	16.2	17.9	30.5	16.6	11.3	22.5	11.2	15.3	16.8	10.0
СФО	19.3	9.1	22.9	24.2	13.2	13.4	54.2	16.8	20.9	11.8
ДФО	22.2	6.3	18.2	16.2	27.2	10.4	9.7	0.0	17.2	13.3
Внутренний эффект (территориаль- ная структура)	77.3 (27.3)	90.1 (9.2)	79.3 (6.8)	79.5 (3.2)	70.7 (11.6)	70.3 (6.8)	84.0 (9.1)	78.3 (3.9)	77.8 (77.8)	
Внешние связи	22.7	9.9	20.7	20.5	29.3	29.7	16.0	21.7	22.2	
Итого (территориаль- ная структура)	100.0 (35.3)	100.0 (10.2)	100.0 (8.5)	100.0 (4.0)	100.0 (16.4)	100.0 (9.6)	100.0 (10.8)	100.0 (5.0)	100.0	

Самым самодостаточным макрорегионом России является Северо-Западный федеральный округ. В состоянии автаркии он сохраняет 85.4% исходного уровня своего целевого показателя. Это даже больше, чем аналогичный российский показатель накануне распада СССР (из предыдущей таблицы – 64.6). По этому критерию неплохо выглядит Сибирский федеральный округ (54.2%), гораздо хуже – Уральский округ (22.5%). В остальных федеральных округах разрыв внешних связей обнуляет их целевой показатель – для такого результата достаточно отсутствия производства хотя бы по одному виду деятельности.

Самым злостным «паразитом» на «теле» России является Центральный федеральный округ. Его «вклады» в целевые показатели всех федеральных округов оказались отрицательными, причем «результатом» его «взаимодействия» с Северо-западным округом является сокращение целевого показателя последнего почти на одну четверть. А общее сальдо взаимодействия для этого макрорегиона составило более трети общероссийского целевого показателя.

При этом Центральный федеральный округ вместе с Москвой – это реальный российский центр – научно-образовательный, инновационно-технологический, культурный, транспортно-логистический, финансовый и т.д. Сложившаяся ситуация – следствие непропорционально и несправедливо больших доходов, получаемых, прежде всего, в Москве. Финансовые ресурсы искусственно стягиваются в федеральный центр со всей страны

Отрицательно также сальдо взаимодействия для Приволжского, Северокавказского и Южного федеральных округов – но в гораздо меньших масштабах.

«Рабочими лошадками» в системе российских макрорегионов выступают Северо-Западный, Уральский, Сибирский и Дальневосточный федеральные округа.

Причем самым большим (относительно) сальдо взаимодействия обладает самый маленький экономически (после Северо-Кавказского) федеральный округ – Дальневосточный: 13.3% общероссийского целевого показателя. Такое же по величине сальдо взаимодействия у гораздо более мощного в экономическом отношении федерального округа – Северо-Западного. Сибирский и Уральский федеральные округа характеризуются тоже значимыми (с плюсом) сальдо взаимодействия, но чуть меньшего размера.

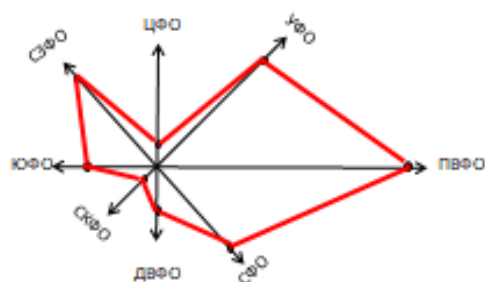
Эффекты межрегиональных взаимодействий в этой шахматной таблице распределены более равномерно, чем в таблице, характеризующей экономические взаимодействия союзных республик накануне распада СССР. Потому что в этот раз гораздо более сопоставимы по своим экономическим масштабам регионы системы. Тогда абсолютно доминировала Россия, превосходя следующую по экономической мощи республику – Украину – более чем в 3 раза.



Территориальная структура  
конечного потребления (2030г.,  
процентные пункты)

ФО России	Факт	Нижний предел ядра	Эквивалент- ный обмен	Верхний предел ядра
ЦФО	35.29	10.77	20.87	37.37
СЗФО	10.21	4.33	10.49	18.43
ЮФО	8.52	3.66	6.20	14.80
СКФО	4.05	1.52	2.88	6.26
ПФО	16.44	13.69	21.73	37.15
УФО	9.61	6.07	18.15	23.19
СФО	10.85	6.17	14.46	22.69
ДФО	5.03	2.12	5.23	9.50

Зона ядра. Верхние границы.  
(относительно фактического состояния)



Прежде всего, следует отметить, что фактическая территориальная структура целевого показателя в современной России находится в ядре, т.е. обмен между макрорегионами России взаимовыгоден. В то время как в СССР накануне распада только Россия своей фактической долей в общесистемном целевом показателе попадала в ядро, остальные макрорегионы по этому показателю были либо ниже нижнего предела ядра (Украина с Молдавией, Белоруссия, Закавказье, Прибалтика), либо выше верхнего предела (Казахстан, Средняя Азия).

По своей фактической доле в общем целевом показателе близки к состоянию эквивалентного обмена Северо-Западный (факт – 10.21%, равновесие – 10.49%) и Дальневосточный (соответственно, 5.03 и 5.23) федеральные округа. «Переполучают» по сравнению с эквивалентным обменом Южный, Северо-Кавказский и, особенно, Центральный федеральные округа. Для последнего фактическая доля в потреблении (35.29%) в 1.75 раза выше его доли в состоянии эквивалентного обмена (20.87%) и практически «упирается» в верхнюю границу ядра (37.37%). «Недополучающими» свою долю общего «пирога» оказываются Приволжский, Сибирский и, особенно, Уральский федеральные округа. Так, фактическая доля в общем целевом показателе Урала (9.61%) почти в 2 раза меньше того, что этот макрорегион мог бы получать при эквивалентном обмене (18.15%).

### ОМММ закрытая-открытая экономика

Проведенные исследования позволили интегрировать некоторые положения классической теории экономического равновесия и кооперативных игр в формируемую теорию межрегиональных экономических отношений и сформулировать ряд утверждений.

- 1) В системе межрегиональных торгово-транспортных отношений существует по крайней мере одно (при расчетах по большим прикладным моделям всегда одно) состояние эквивалентного обмена, в котором сальдо межрегионального обмена в равновесных (по Вальрасу) ценах равно нулю для каждого региона.
- 2) Это состояние не блокируется ни одной коалицией (подмножеством) регионов, т.е. любая коалиция выделившись из полной системы проиграет в целевых показателях.
- 3) Множество всех состояний, не блокируемых ни одной коалицией регионов, – часть общесистемной парето-границы, называемая ядром системы, равновесием по Нэшу, достаточно велика и имеет сложную конфигурацию (может быть даже не связанной). Это – область взаимовыгодного обмена.

Эти результаты получены для закрытой экономики – с экзогенными экспортом-импортом. При переходе к открытой экономике (с эндогенными экспортом-импортом, фиксированными отношениями внешних цен к внутренним, ограничением внешнеторгового баланса с нулевым сальдо) все эти три приведенные выше «классические» утверждения перестают выполняться. Точнее: их справедливость не подтверждается результатами многочисленных расчетов по большой прикладной модели РФ.

1) Не существует ни одного состояния в точности эквивалентного обмена, т.е., в котором сальдо межрегионального обмена в равновесных ценах было бы равно нулю для всех регионов. Для каждого состояния можно говорить о **степени неэквивалентности**, которая измеряется максимальным по регионам значением отношения абсолютной величины сальдо межрегионального обмена к целевому показателю.

2) Ни одно, сколь угодно близкое к эквивалентности состояние не является неблокируемым, т.е. входящим в ядро системы – равновесие Нэша.

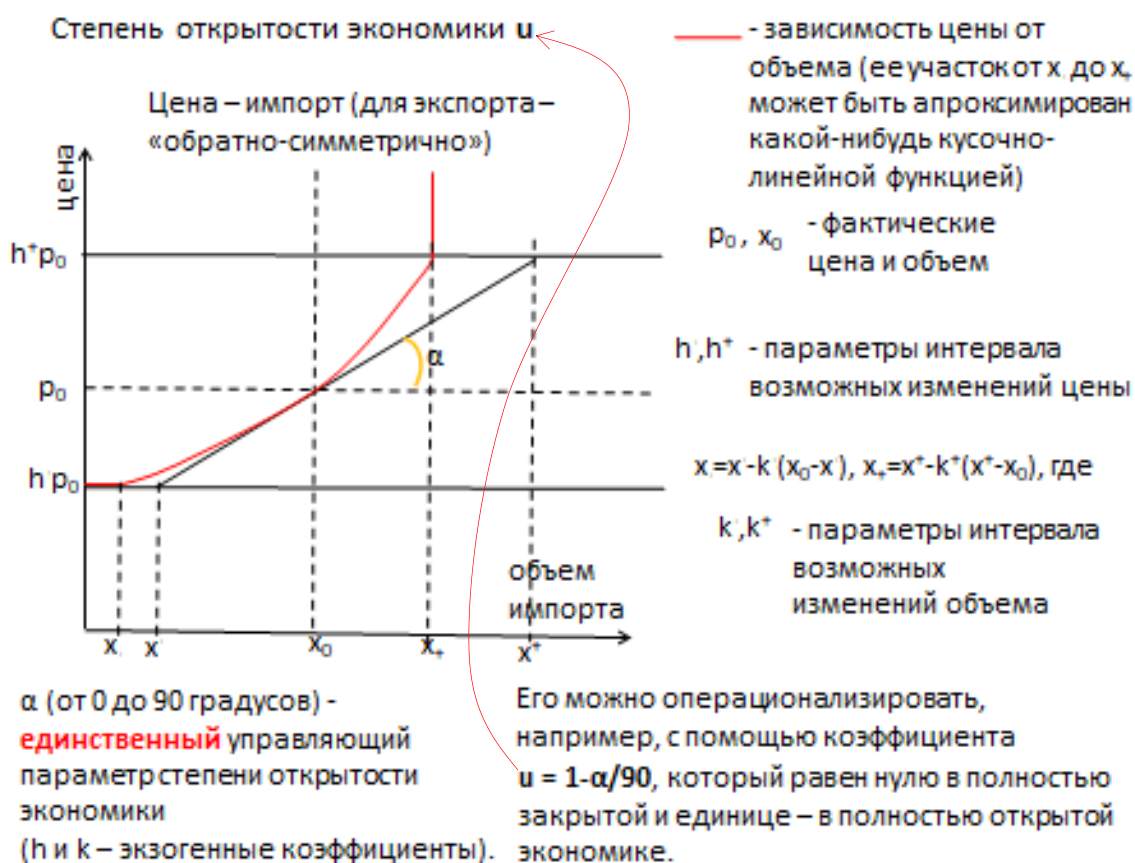
3) На общесистемной парето-границе не существует ни одного состояния, неблокируемого какими-то коалициями. Ядро системы вырождено, равновесия Нэша и состояний взаимовыгодного обмена не существует.

Можно предположить, почему произошли такие изменения. В ситуации открытого внешнего рынка каждый регион системы нередко может на этом внешнем рынке найти более выгодного партнера, чем «родной» соседний регион.

Полученные результаты подтверждают справедливость априорных (интуитивно понятных) утверждений о том, что коалиционная нестабильность (стремление к распаду системы) нарастает с увеличением открытости системы в целом и степени неэквивалентности внутрисистемного обмена. Они операционализируют соответствующие понятия и дают количественную оценку параметрам этих зависимостей.

Проведенное исследование открытых многорегиональных систем следует продолжить. Крайне желательно более тщательно и убедительно «состыковать» его с классическими исследованиями закрытых систем, преодолеть явный разрыв: многорегиональные системы, обладавшие свойствами эквивалентности и взаимовыгодности межрегионального обмена, «вдруг» потеряли их. Необходимо найти промежуточные состояния, построить более общие модельно-теоретические конструкции, частными случаями которых окажутся представленные выше комбинации положений и утверждений.

Для проведения комплексного исследования влияния степени открытости экономики на характеристики эквивалентности и взаимовыгодности пространственных отношений были операционализированы понятия степени открытости, неэквивалентности и блокируемости.



### Степень неэквивалентности пространственного обмена $v$

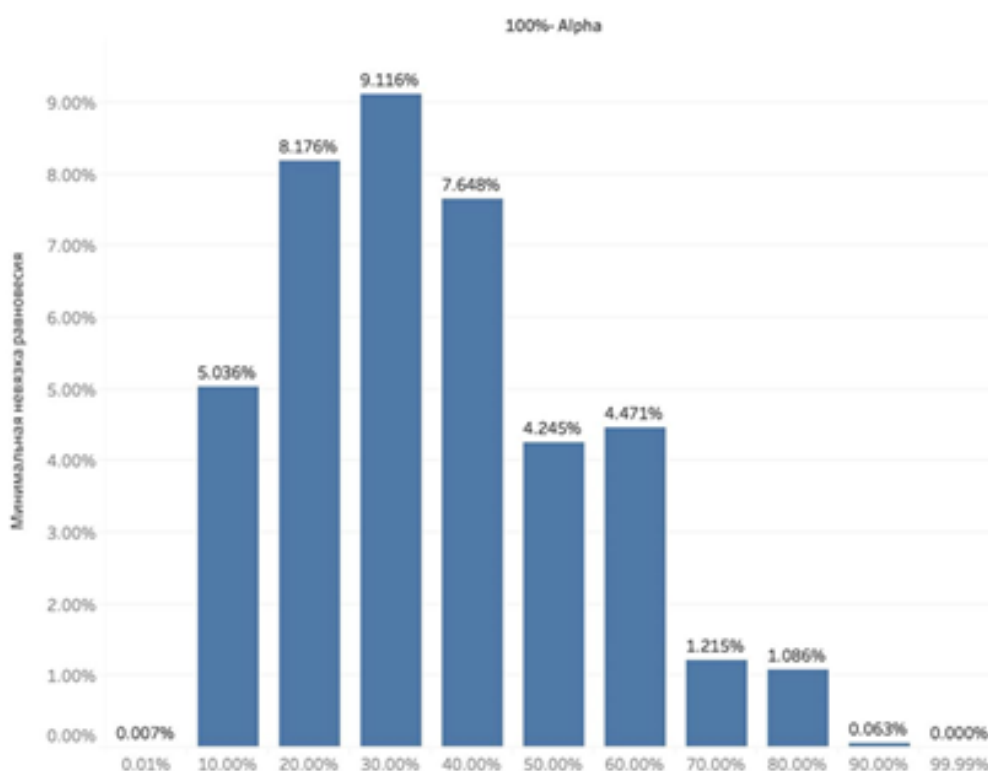
Для каждого региона в определенном состоянии системы (в точке на парето-границе) степень неэквивалентности измеряется отношением абсолютной величины суммы его сальдо вывоза-ввоза и экспорта-импорта к значению целевого показателя этого региона. Максимальное по регионам значение этого отношения – степень неэквивалентности данного состояния. Стандартный алгоритм поиска эквивалентного обмена позволяет в (нашем) случае открытой экономики найти лишь максимально приближенное к эквивалентному обмену состояние. Степень неэквивалентности этого состояния и есть искомым показателем  $v$ .

Стандартный алгоритм поиска состояния эквивалентного обмена основан на том, что известно уравнение той грани парето-границы, которую пересекает текущий луч территориальной структуры. Зная это уравнение, легко найти луч структуры, приводящий к эквивалентному обмену. Если он остается в пределах исходной грани, процесс завершен, если нет – начинается следующая итерация на вновь определенной грани.)

### Степень блокируемости в двух вариантах $w^+$ и $w^*$

Для определенного выше состояния, максимально приближенного к эквивалентному обмену, проводятся расчеты по всем возможным коалициям (в случае 8 федеральных округов с внешним рынком их  $2^8 - 2 = 510$ ). Определяется количество блокирующих это состояние коалиций –  $w^+$ , и максимальное значение относительного прироста целевой функции среди всех блокирующих коалиций (целевой показатель блокирующей коалиции по определению выше, чем в полной системе – поэтому она, коалиция, и является блокирующей) –  $w^*$ .

### Результаты расчетов 1: в пространстве $u$ - $v$







### ОМММ-Население

Макрорегионы различаются потенциалом роста и стоимостью «единицы благосостояния населения». Эти характеристики экзогенны.

Потенциал роста задается скоростью увеличения приростной капиталоемкости производства: чем «круче» эта зависимость, тем меньше потенциал роста. Потенциал роста уменьшается с востока страны на запад. Особенно для добывающих отраслей, возможности роста некоторых из них в европейской России отсутствуют.



«Стоимость благосостояния» задается дифференциацией душевого потребления (по отношению не ко всему, а только занятому населению).

(считается, что цены территориально не дифференцированы)

	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДВФО	итого
базисные	1.000 <sub>1</sub>	0.787 <sub>3</sub>	0.708 <sub>5</sub>	0.591 <sub>8</sub>	0.611 <sub>7</sub>	0.849 <sub>2</sub>	0.621 <sub>6</sub>	0.732 <sub>4</sub>	0.768
нормативные	1.000 <sub>4</sub>	1.075 <sub>3</sub>	0.950 <sub>5</sub>	0.925 <sub>6</sub>	1.000 <sub>4</sub>	1.100 <sub>2</sub>	1.075 <sub>3</sub>	1.150 <sub>1</sub>	1.026

Почему «по факту» самый высокий уровень благосостояния населения в Центральном федеральном округе (на 30% выше среднего по стране), а Сибирский – третий с конца (на 20% ниже)?

$z$  ( $z^r$ ) – (ЦП – целевой показатель) текущее потребление населения и государства в РФ в целом (в  $r$ -м регионе);

$\lambda^r$  – доля  $r$ -го региона в ЦП;

$g$  – уровень потребления в расчете на одного занятого;

$\alpha^r$  – уровень душевого потребления на одного занятого (их значения приведены в таблице предыдущего слайда);

$L$  ( $L^r$ ) – трудовые ресурсы РФ (занятые в  $r$ -м регионе).

Классическая постановка задачи (трудовые ресурсы по регионам экзогенны):

$$z \rightarrow \max, z^r - \lambda^r z \geq 0.$$

Новая постановка задачи (трудовые ресурсы по регионам эндогенны):

$$g \rightarrow \max, z^r - L^r \alpha^r g = 0, \sum L^r \leq L.$$

нелинейность

Реализован итеративный алгоритм решения этой задачи, в котором на текущей итерации сначала в нелинейной компоненте фиксируется  $g$  с предыдущей итерации и максимизируется  $\sum L^r \alpha^r g$ , а затем фиксируются  $L^r$  и максимизируется  $g$ .

В проведенных расчетах реализованы следующий сценарии развития:

ЦЦ – классическая постановка с базисными  $\alpha^r$ ;

ЦН – классическая постановка с нормативными  $\alpha^r$ ;

ЭН – новая постановка (с эндогенным трудом);

ЭН-У – новая постановка с закрытой добычей угля в Азиатской России;

ЭН-Н – новая постановка с закрытой добычей нефти в Азиатской России;

ЭН-У – новая постановка с закрытой добычей газа в Азиатской России;

ЭН-Все – новая постановка с закрытым улем, нефтью и газом Азиатской России.

Кроме того, «базой» будет называться информация за 2013 год.

Основной характеристикой экономического пространства в данной работе рассматривается территориальная структура занятости, т.е.  $L^r / \sum L^r$ ,  $r = 1, \dots, 8$ .

Для обеспечения большей адекватности поставленной задаче в модель введены основные непроизводственные фонды, т.е. жилищный фонд (территориальная мобильность трудовых ресурсов должна поддерживаться соответствующим «перемещением» жилья): посредством задания фондоемкости единицы  $z^r$ . Эта фондоемкость весьма велика, что существенно увеличило нагрузку на экономику. В результате функционал ЦП (в сценарии ЦЦ) сократился на 12%.

### Результаты расчетов

Среднегодовой темп прироста Российского ССР

Сценарий	Ц	СЗ	Ю	СК	П	У	С	ДВ	$\sum L^r$ (млн чел.)	$\sum L^r/L$ (%)	z (млрд руб.)	z/z <sup>м</sup> (%)	z	g
Территориальная структура занятых – $L^r/\sum L^r$ (%)														
База	27,67	9,97	9,13	5,00	21,10	8,92	13,37	4,85	67903	100,0	46359		0,6661	
ЦЦ	27,20	10,00	9,28	5,28	20,75	8,72	13,47	5,30	62766	100,0	67739	104,9	1,05222	2,82
ЦН	27,20	10,00	9,28	5,28	20,75	8,72	13,47	5,30	62766	100,0	66806	103,4	1,03773	2,78
ЭН	28,84	9,79	8,43	3,75	20,36	11,62	13,10	4,12	57132	91,0	64596	100,0	1,09993	2,28
ЭН-У	29,04	9,93	8,47	3,73	19,91	11,89	13,03	4,01	56336	89,8	63706	98,6	1,09993	2,21
ЭН-Н	28,94	10,07	8,79	3,92	20,87	10,71	12,44	4,25	53825	85,8	60780	94,1	1,09993	1,78
ЭН-Г	29,25	9,67	8,52	4,01	19,82	11,87	12,63	4,23	52318	83,4	59139	91,6	1,09993	2,65
ЭН-Все	28,29	9,75	9,34	4,46	17,77	12,21	12,93	5,25	45486	72,5	51487	79,7	1,09993	0,76
	5,02%	-2,09%	-9,11%	-38,98%	-1,91%	33,23%	-2,79%	-22,27%	9 12		10 13			

Выбор в качестве максимизируемой величины душевого уровня непроизводственного потребления (в расчете на одного занятого), а не общего фонда потребления приводит к недоиспользованию трудовых ресурсов: в основном сценарии – на 9%

Эндогенизация трудовых ресурсов привела к существенному изменению территориальной структуры занятости: не многим менее 2 млн. чел. (трудовых ресурсов) переехало на Урал, миллион с небольшим в Центр, почти миллион покинуло Северный Кавказ, три четверти миллиона – Дальний Восток, полмиллиона – Южный округ, 200-250 тыс. чел. – Сибирский и Приволжские округа. В относительном отношении (к базисной занятости) на треть выросла занятость на Урале, на 6% - в Центре, наибольшие потери понес Северный Кавказ – 29% и Дальний Восток – 22%, «потери» Сибирского округа – менее 3%.

Что произойдет, если «закрыть» добычу топливно-энергетических ресурсов на востоке страны? Реакция достаточно неожиданна. Происходит дальнейшее сокращение занятости при сохранении значения целевой переменной – душевого потребления (в расчете на одного занятого) – поскольку сокращение общего объема потребления сопровождается уменьшением занятости. Наименьшие последствия вызывает «унуление» добычи угля: занятость сокращается дополнительно на 1.2%; если «унулить» добычу нефти – на 5.2%, газа – на 7.6%. Если запретить добычу сразу всех топливно-энергетических ресурсов, занятость упадет на 18.5% и общий уровень безработицы достигнет 27.5% трудовых ресурсов, при этом темпы роста экономики станут заметно ниже одного процента в год.

Интересно, что одновременное «обнуление» добычи всех топливно-энергетических ресурсов востока страны имеет эмерджентный эффект. Если сложить «потери» занятости, полученные «обнулением» добычи угля, нефти и газа по отдельности, то получится 9 млн. чел., одновременное «обнуление» добычи приводит к сокращению занятости на 12 млн. чел. Аналогична ситуация с общим фондом непроизводственного потребления.

В представленном здесь эксперименте «за одним» оценивалась роль ТЭК Азиатской России для национальной экономики. Что, с точки зрения задач данного текста, не является существенным.

### **ОМММ-Инновации**

Для построения моделей этого класса потребуется произвести следующие действия.

- 1) В отраслевой классификации выделить две позиции: из машиностроения – высокотехнологичное оборудование, из профессиональной, технической и научной деятельности (37 позиция в модифицированной ОМММ) – научную деятельность, НИОКР;
- 2) Наряду со способами производства на старых и новых мощностях ввести 3-й способ (может быть, не по всем отраслям) – инновационный, характеризующийся резко повышенной производительностью труда, высокими удельными затратами высокотехнологичного оборудования и результатов НИОКР.

Таким образом, капиталобразующих отраслей становится четыре: к машиностроению, строительству и бурению добавляется (выделяется из машиностроения) производство высокотехнологичного оборудования. В коэффициентах капиталоемкости приростов производства на вновь добавляемых – инновационных – способах должна быть повышенной доля высокотехнологичного оборудования, а в коэффициентах капиталоемкости приростов производства самого высокотехнологичного оборудования – доля НИОКР.

Проблема возникает в следующем: в каждой отрасли 3-й способ должен включаться после того, как исчерпает свои возможности 2-й способ (производство на новых мощностях). Необходима «тонкая» настройка эффективности 3-го способа по сравнению со 2-м.

Именно включение этого 3-го способа производства позволит довести долю НИОКР в ВВП до 3-3.5% – как в странах, мировых лидерах НТП.

### **ОМММ-ТОП (ТОП – технолого-образовательный прогресс)**

Модель интегрирует условия ОМММ-Население и ОМММ-Инновации.

Из трудовых ресурсов выделяется контингент рабочей силы высшей квалификации (РСВК), а из отрасли «Образование» выделяется подготовка этого контингента. Эта подготовка может осуществляться на «старых» и «новых» мощностях (3-й, инновационный, способ, как в других «производящих» отраслях, не предусмотрен), связь между которыми и объемом наличных на последний год РСВК (по регионам) задается экспоненциальным законом роста с эндогенным годовым темпом (как для инвестиций). РСВК и обычные трудовые ресурсы свободно мигрируют между регионами, и для них существуют только общие по стране ограничения.

### **ОМММ-Транспорт**

Необходимо выделить кроме железнодорожного и трубопроводного транспорта (в основном варианте модели они уже выделены) авиационный, водный, автомобильный, выделить основные имеющиеся и перспективные транспортные магистрали: СМП, Транссиб, БАМ, Севсиб, Широтный ход (до Якутска?), Берингов, Сахалинский, Японский, Корейский переходы, КВЖД, Новый шелковый путь..., магистральные трубопроводы (нефтяные и газовые). С введением ограничений на пропускные возможности основных транспортных направлений – в млн.т. и млрд.куб.м.



