

Тензорное и спинорное моделирование крупномасштабных объектов с заданными свойствами и переменной структурой

Андрей Евгеньевич Петров
Доктор технических наук, профессор кафедры
устойчивого инновационного развития
Государственного университета «Дубна»

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
по фундаментальным и прикладным проблемам
устойчивого развития в системе «Природа – Общество – Человек»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БУДУЩЕГО МИРА

Университет Дубна 19 декабря 2016 года

Цель управления крупномасштабной системой

Князь Шэ спросил, что значит управление государством.

Учитель ответил: - Это когда радуются тебе, что близко.

И приходят тебе, что далеко.

Конфуций

Примеры результатов управления

За время правления Ивана Грозного население возросло на треть, в Россию переселились около 30 тысяч семей из Европы, а площадь государства удвоилась.

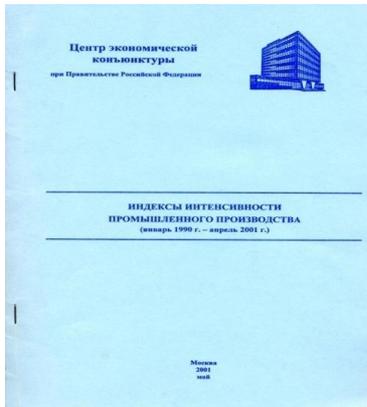
За 90-е годы прошлого века площадь государства уменьшилась, население заметно сократилось, а эмиграция образованных людей приняла катастрофические размеры.

Роль структуры хозяйственных связей

- Экономическая система - производство (товаров, услуг, работ), товарные рынки, финансовая система (связывает производителя и потребителя).
- Финансовая система возникла из специализации и необходимости эквивалентного обмена произведенными продуктами.
- Рост производства связан с ростом сложности структуры хозяйственных связей. Спад производства связан с разрывом связей, деградацией структуры.
- Разделение СССР в 1991 году на 15 независимых подсистем – спад промышленного производства к 1998 году в 2,5 раза.

Влияние структуры хозяйственных связей на промышленное производство

16



ИНДЕКСЫ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА (январь 1990 г. - апрель 2001 г.)

Месяц 2001 год

15

Таблица 4

ПОМЕСЯЧНАЯ ДИНАМИКА ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗА ПЕРИОД С ЯНВАРЯ 1990 ГОДА ПО АПРЕЛЬ 2001 ГОДА (с учетом сезонной корректировки)

1. ПРОМЫШЛЕННОСТЬ - ВСЕГО

а) Индекс интенсивности промышленного производства в % к январю 1990 г.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
январь	100,0	94,4	80,5	69,5	50,4	47,2	43,5	40,3	41,9	41,0	46,4	47,8
февраль	99,8	93,0	79,8	69,7	48,9	46,6	42,2	40,5	41,5	41,5	46,5	48,1
март	99,3	91,3	76,1	69,4	49,9	49,1	40,8	41,2	42,1	46,5	48,4	48,4
апрель	99,0	89,6	78,0	68,6	47,3	45,4	41,8	41,0	40,8	42,8	46,6	48,5
май	98,7	88,2	76,2	67,5	46,6	45,4	41,6	41,3	40,7	43,7	46,8	48,5
июнь	98,0	87,6	74,0	65,9	46,1	45,7	41,4	41,6	39,3	44,5	47,2	48,0
июль	97,1	87,5	71,9	64,0	45,9	45,9	41,2	42,5	38,5	45,0	47,6	48,2
август	96,2	87,4	70,3	62,0	46,0	45,7	41,5	42,6	38,0	45,1	48,0	48,0
сентябрь	95,8	86,7	69,3	60,2	46,3	45,6	41,6	42,8	38,5	45,0	48,2	48,2
октябрь	95,8	85,3	68,7	58,1	46,7	44,1	40,8	42,8	38,7	45,0	48,2	48,0
ноябрь	95,9	85,5	68,6	55,2	47,2	43,3	40,5	42,7	39,6	45,3	48,0	48,0
декабрь	95,4	81,7	69,0	52,7	47,5	42,8	40,3	42,4	40,4	45,9	47,8	48,0

б) Индекс интенсивности промышленного производства в % к декабрю предыдущего года

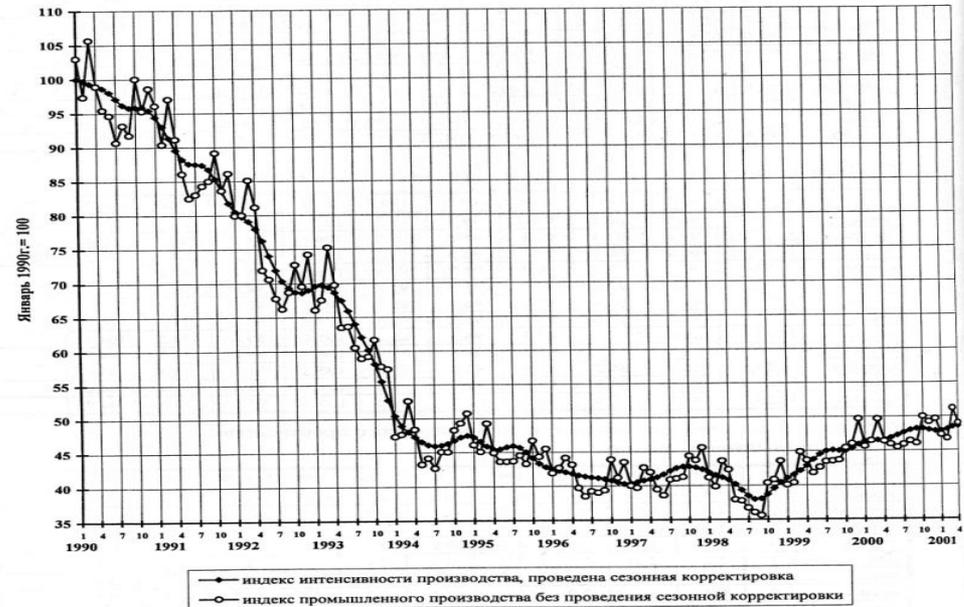
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
январь	98,9	98,5	100,8	93,6	92,5	99,3	100,1	99,0	101,3	101,0	100,0
февраль	97,5	97,6	101,1	92,8	92,8	98,8	100,6	98,0	102,7	101,4	100,5
март	95,7	96,7	100,6	91,1	96,6	98,1	101,1	97,7	104,1	101,3	101,2
апрель	93,9	93,4	99,3	89,7	95,7	97,8	101,6	96,3	106,0	101,5	101,4
май	92,5	93,3	97,8	88,3	93,8	97,3	102,3	94,9	108,2	102,1	102,9
июнь	91,8	90,5	95,3	87,4	96,4	96,7	103,3	92,8	110,1	102,9	102,9
июль	91,7	88,0	92,7	87,1	96,8	96,4	104,6	90,8	111,2	103,8	103,8
август	91,6	86,0	89,9	87,3	96,3	96,2	105,6	89,6	111,5	104,5	104,5
сентябрь	90,9	84,8	87,2	87,8	94,8	95,9	106,1	89,8	111,2	104,9	104,9
октябрь	89,4	84,0	84,2	88,6	93,0	95,3	106,1	91,3	111,3	104,9	104,9
ноябрь	87,5	83,9	80,2	89,5	91,3	94,8	105,9	93,4	112,1	104,6	104,6
декабрь	85,7	84,4	76,4	90,0	90,2	94,2	105,1	95,4	113,6	104,2	104,2

в) Изменение индекса интенсивности промышленного производства в % к предыдущему месяцу

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
январь	0,0	-1,1	-1,5	0,8	-4,4	-0,5	-0,7	0,1	-1,0	1,5	1,0	0,0
февраль	-0,2	-1,5	-0,9	0,3	-2,9	-1,4	-0,5	0,3	-1,0	1,2	0,3	0,5
март	-0,4	-1,8	-0,8	-0,5	-1,8	-1,6	-0,5	0,5	-0,8	1,3	0,0	0,7
апрель	-0,4	-1,9	-1,4	-1,1	-3,5	-0,9	-0,5	-0,9	1,8	0,2	0,2	0,2
май	-0,3	-1,5	-2,3	-1,7	-1,5	0,0	-0,6	0,7	-1,5	2,1	0,6	0,6
июнь	-0,6	-0,7	-2,0	-2,3	-1,0	-0,2	-0,7	-1,0	-2,2	1,7	0,8	0,7
июль	-1,0	-0,1	-2,8	-2,9	0,3	0,4	-0,3	1,5	-2,3	1,1	0,8	0,8
август	-0,6	-0,7	-2,0	-2,3	-1,0	-0,2	-0,7	-1,0	-2,2	1,7	0,8	0,7
сентябрь	-0,4	-0,7	-1,5	-3,0	0,6	-1,5	-0,3	0,4	0,2	-0,2	0,4	0,4
октябрь	-0,1	-0,9	-0,8	-0,4	1,0	-0,2	0,4	1,1	-0,7	0,0	0,4	0,4
ноябрь	0,1	-2,2	-0,2	-4,4	1,0	-1,8	-0,7	-0,3	2,3	0,7	-0,4	-0,4
декабрь	-0,5	-2,1	0,6	-5,0	0,5	-1,3	-0,5	-0,7	2,1	1,3	-0,3	-0,3

Помесячная динамика интенсивности промышленного производства

Промышленность - всего



Сетевая модель потоков продуктов

Экономика возникает при разделении труда. Эквивалентный обмен создает деньги. В экономике известна двойственность потоков продуктов и денежных средств

Токи представляют потоки продуктов, а напряжения – финансовые воздействия (потоки денежных средств). Отрасли выпускают продукты - удовлетворяют спрос; потребляют ресурсы и поставки.

Задача состоит в расчете производства отраслей, обеспечивающих спрос, ресурсы, и поставки.

$$X_{\alpha} = \sum x_{\alpha\beta} + y_{\alpha}$$

Поставки задает коэффициент прямых затрат (метрика) $a^{\alpha\beta}$. продукт отрасли α для продукта отрасли β :

$$x_{\alpha\beta} = a_{\alpha\beta} X_{\beta}$$

Поток ресурсов задает $b_{\gamma\beta}$, – количество ресурса γ для производства продукта отрасли β :

$$r_{\gamma\beta} = b_{\gamma\beta} X_{\beta}$$

Решение дает обратная матрица Леонтьева, $(I - A)$. Порядок матрицы составляет тысячи, а время решения превышает период планирования. Это затрудняет управление.

Модель открытая - любую отрасль можно сделать ресурсом (и наоборот). Можно добавить или исключить отрасли; с изменением состава поставок и ресурсов – провести структурные преобразования.

Какие есть исходные данные для модели?

Что они показывают?

Как ими управлять

Тензорная форма уравнений потоков продуктов

Тензорная форма уравнений межотраслевого баланса. Связь потоков продуктов - закон сохранения на выходе отраслей. Элементы матрицы – коэффициентов прямых затрат для поставок $a^{\alpha\beta}$ и ресурсов $b^{\alpha\beta}$ аналогичны законам Ома в цепи.

$$X^\alpha = \sum x^{\alpha\beta} + \sum r^{\gamma\beta} = \sum a^{\alpha\beta} X_\beta + \sum b^{\alpha\beta} X_\beta = (\sum a^{\alpha\beta} + \sum b^{\alpha\beta}) X_\beta.$$

Потребление отраслью ресурсов $r^{\gamma\beta}$ и поставок $x^{\alpha\beta}$ определяет валовой выпуск X_α .

$$\sum a^{\alpha\beta} + \sum b^{\alpha\beta} = 1$$

Для выпуска единицы данного продукта необходимо обеспечить все поставки и ресурсы. Этот баланс потоков на входе отраслей обеспечивает приведение уравнений к тензорному виду.

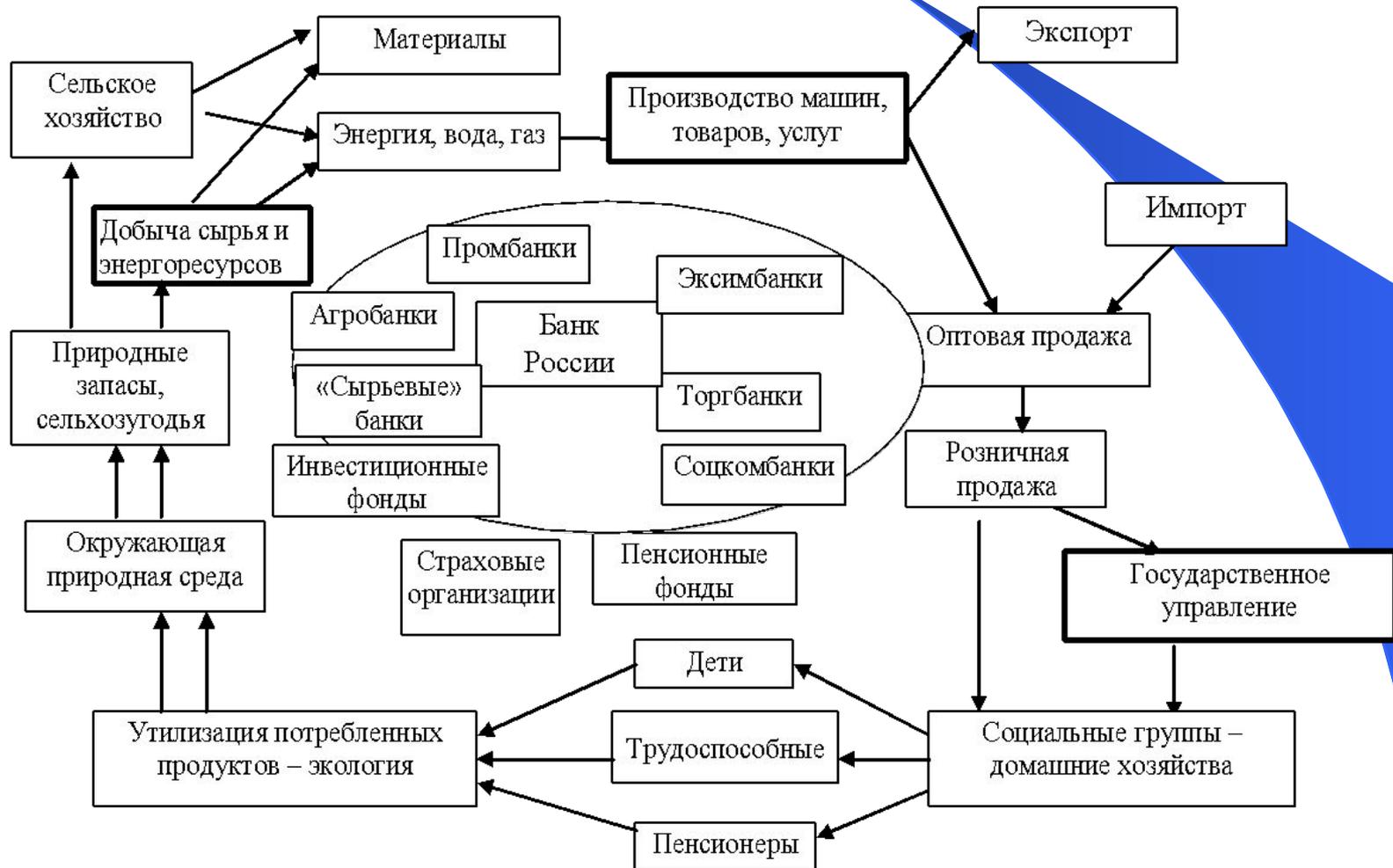
Ресурсы двух типов. Например, это могут быть потоки энергии и потоки материалов.

Динамика прироста ВВП

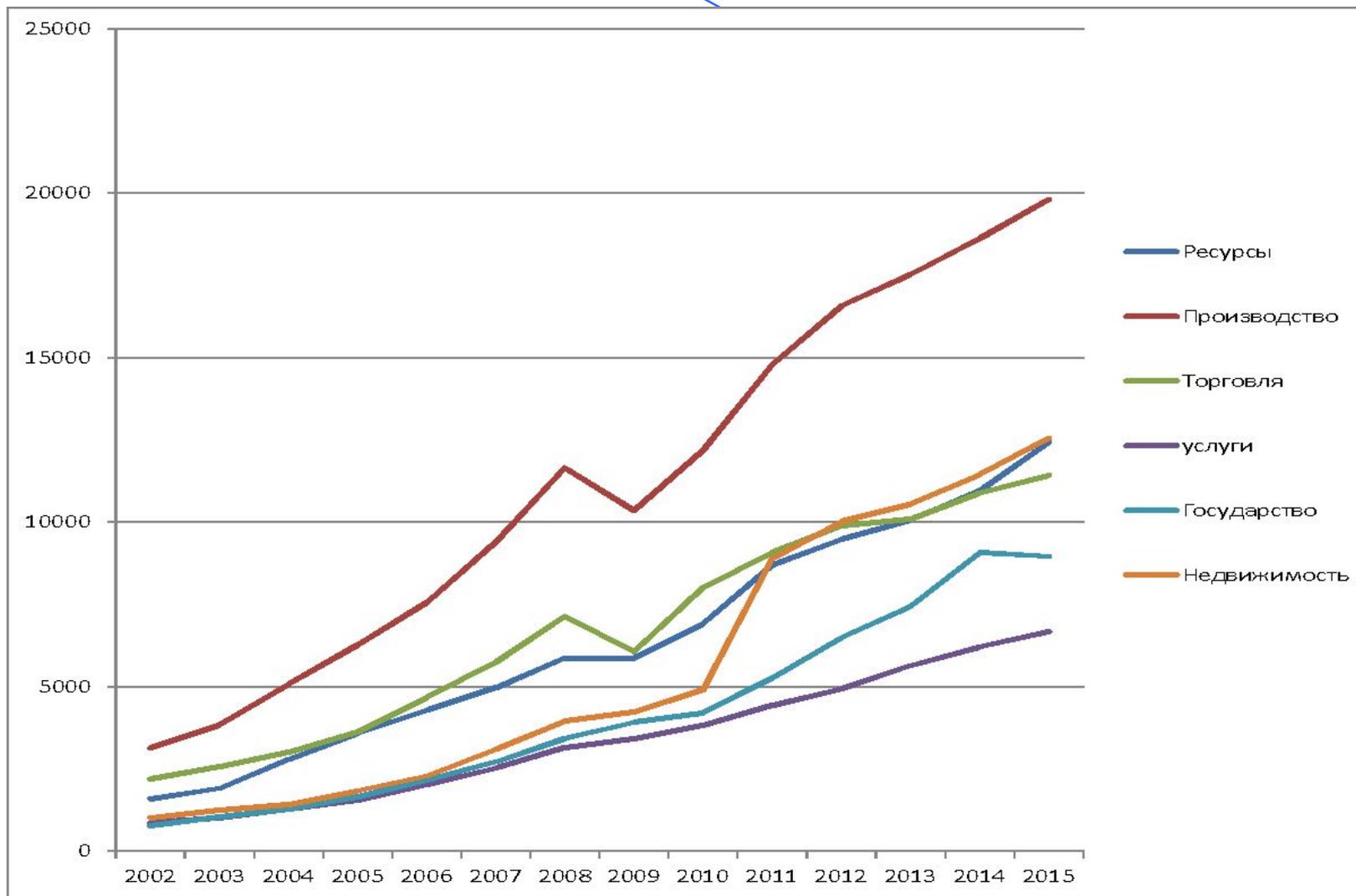


Сетевая модель СЭС

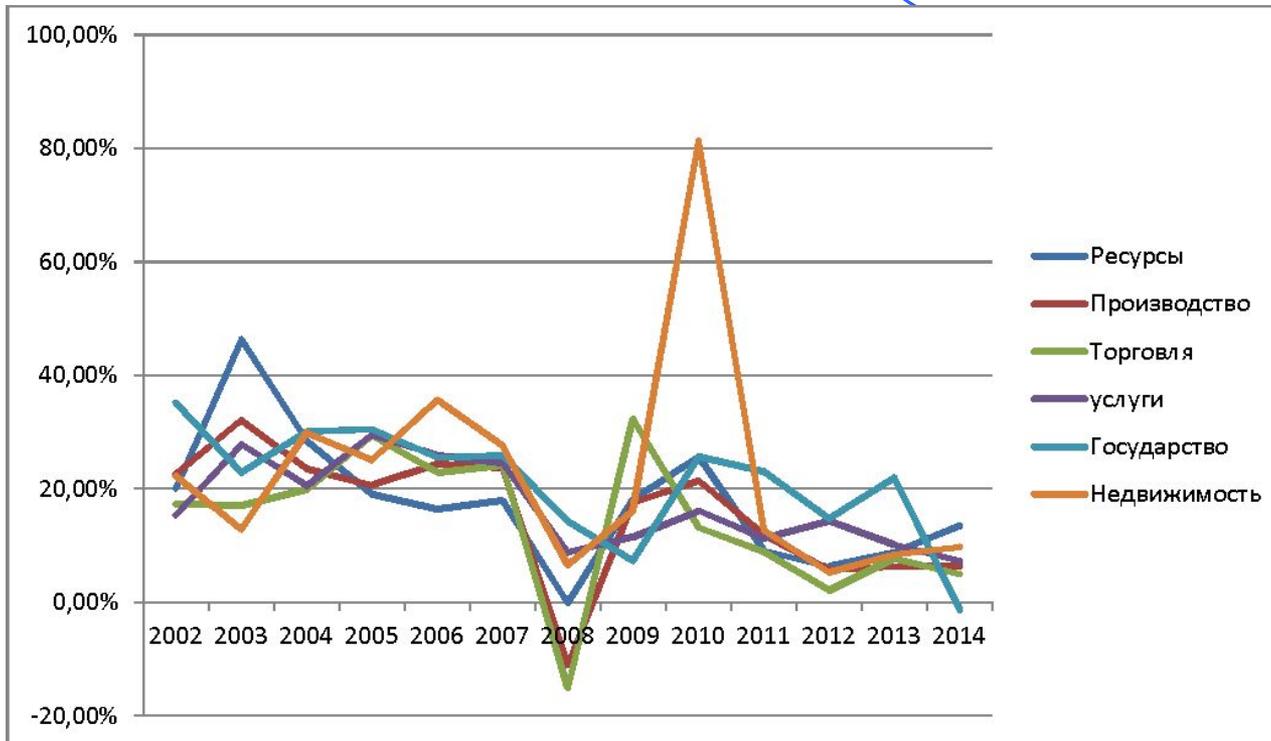
Потоки продуктов текут из природы через производство и потребление, возвращаясь в природу
Потоки денежных средств замкнуты внутри общества, совершая обороты по замкнутым путям



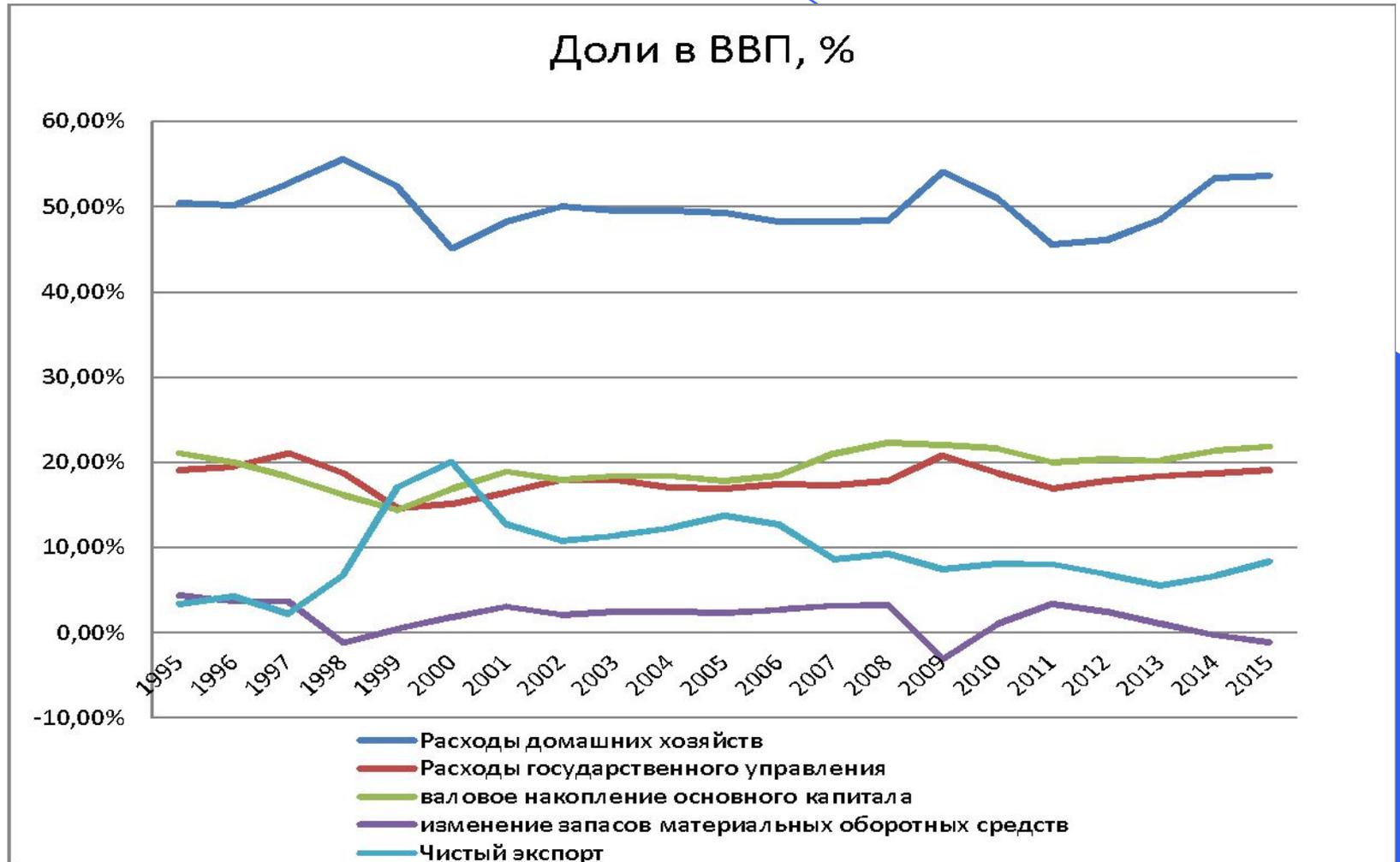
Динамика секторов производства



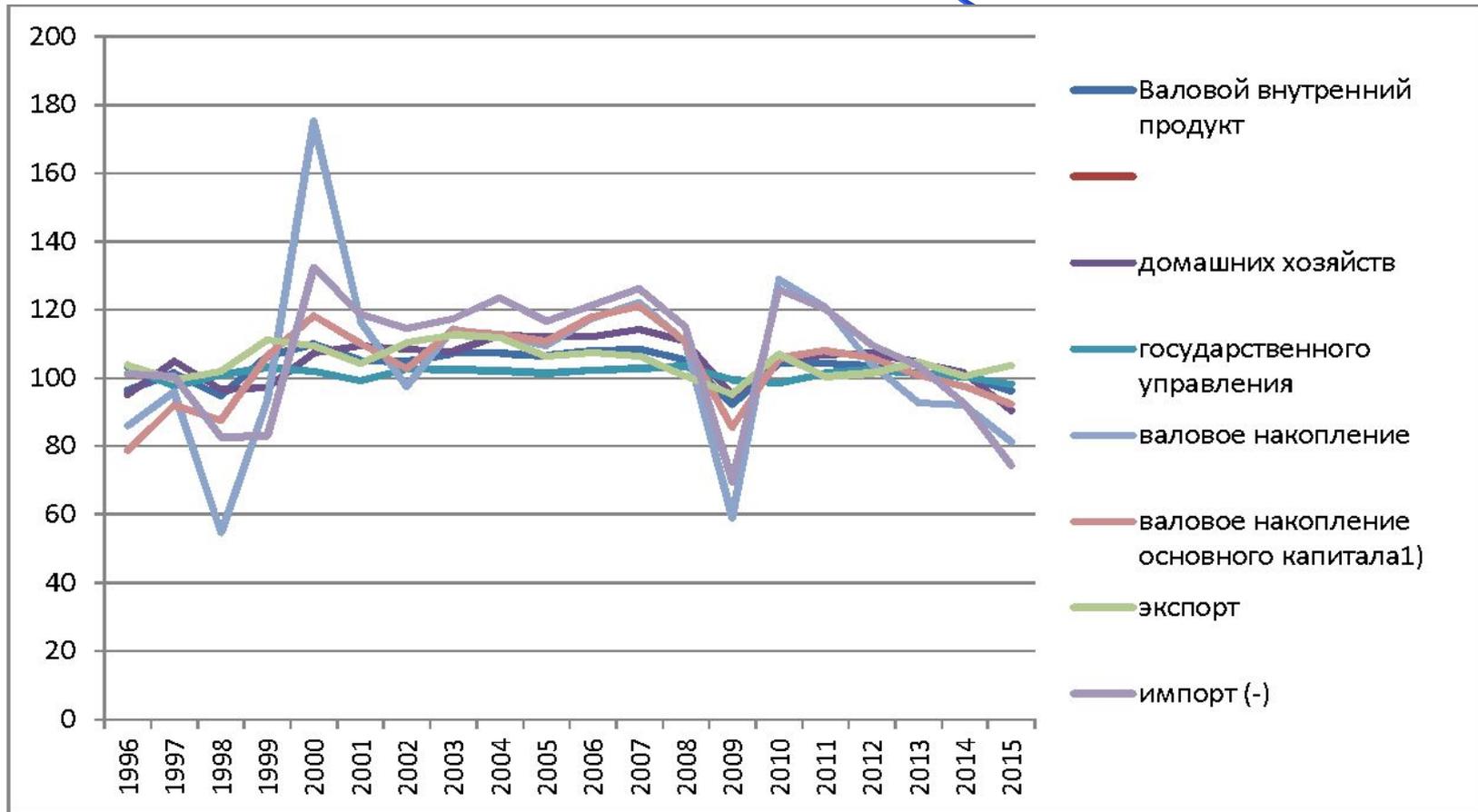
Динамика прироста в секторах производства



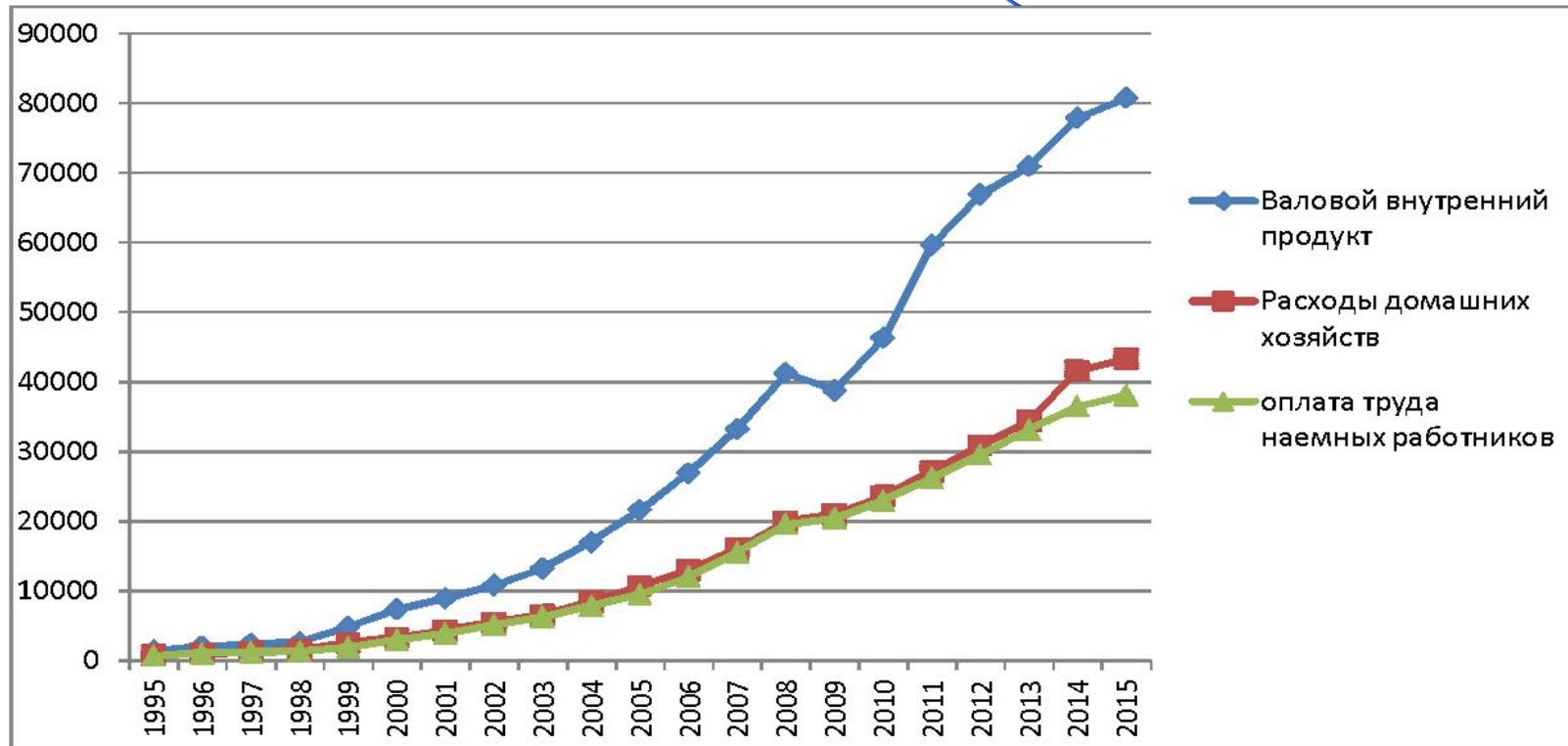
Динамика распределения ВВП по секторам СЭС



Динамика приростов в секторах использования ВВП



Динамика ВВП, оплаты труда и расходов домашних хозяйств

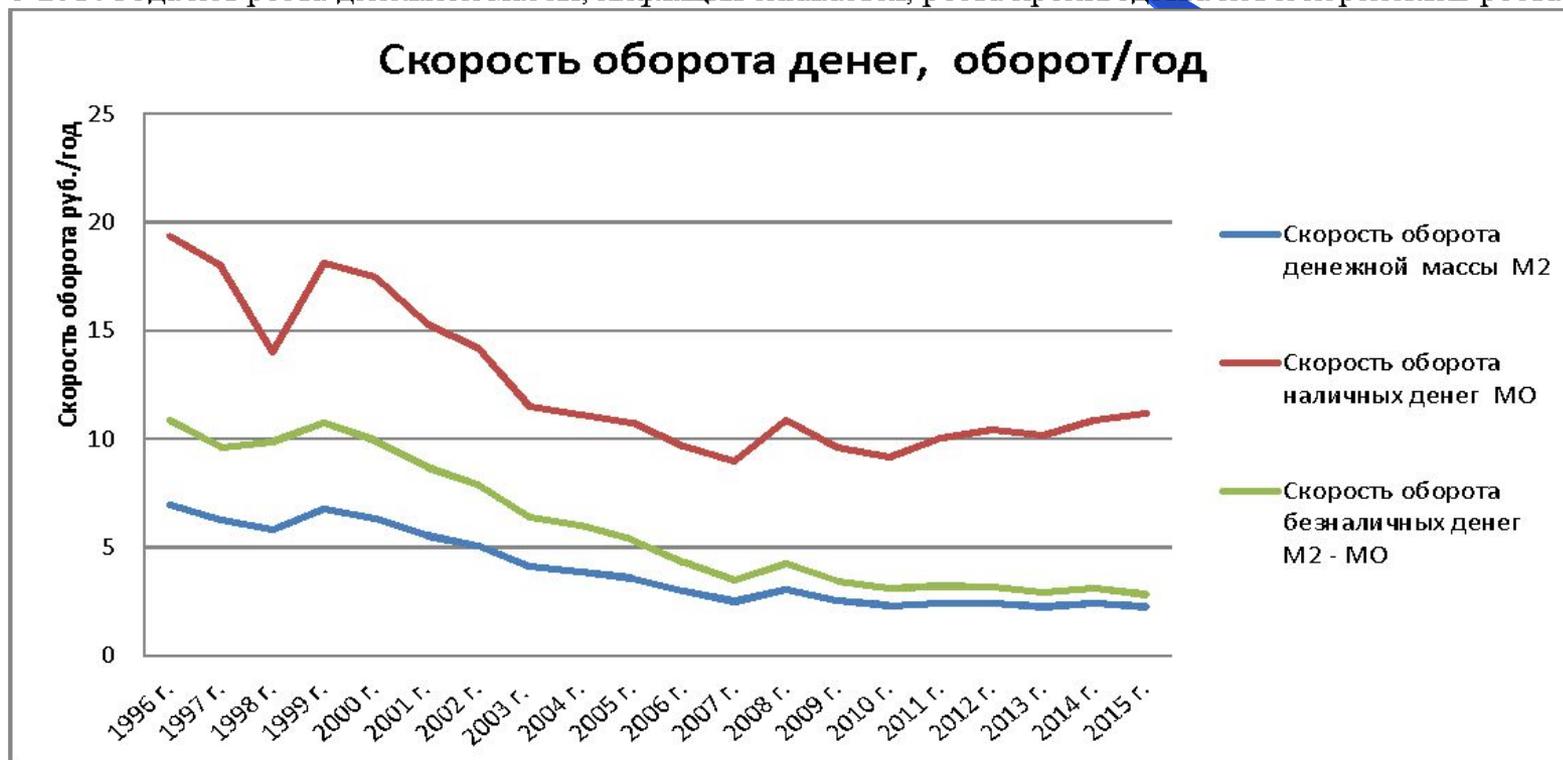


Расходы на конечное потребление домашних хозяйств почти всегда превосходят оплату труда наемных работников. Разницу можно рассматривать как расходы домашних хозяйств, которые не являются наемными работниками. В эту группу могут входить пенсионеры и прочие нетрудоспособные люди, а также владельцы активов, которые приносят достаточные для жизни ренты. Показаны расходы, которые совершаются в России.

Динамика скорости оборота денег

Заказ сфере производства на выпуск новой продукции дают зарплаты и возрастание спроса со стороны домашних хозяйств. В период кризиса 2008-2010 гг. были увеличены размеры пенсий, что поддержало спрос на продукты повседневного спроса и обеспечило заказами реальный сектор. Быстрее росла денежная масса, оставалась высокая инфляция, однако производство быстро восстановило рост после спада в 2009 году.

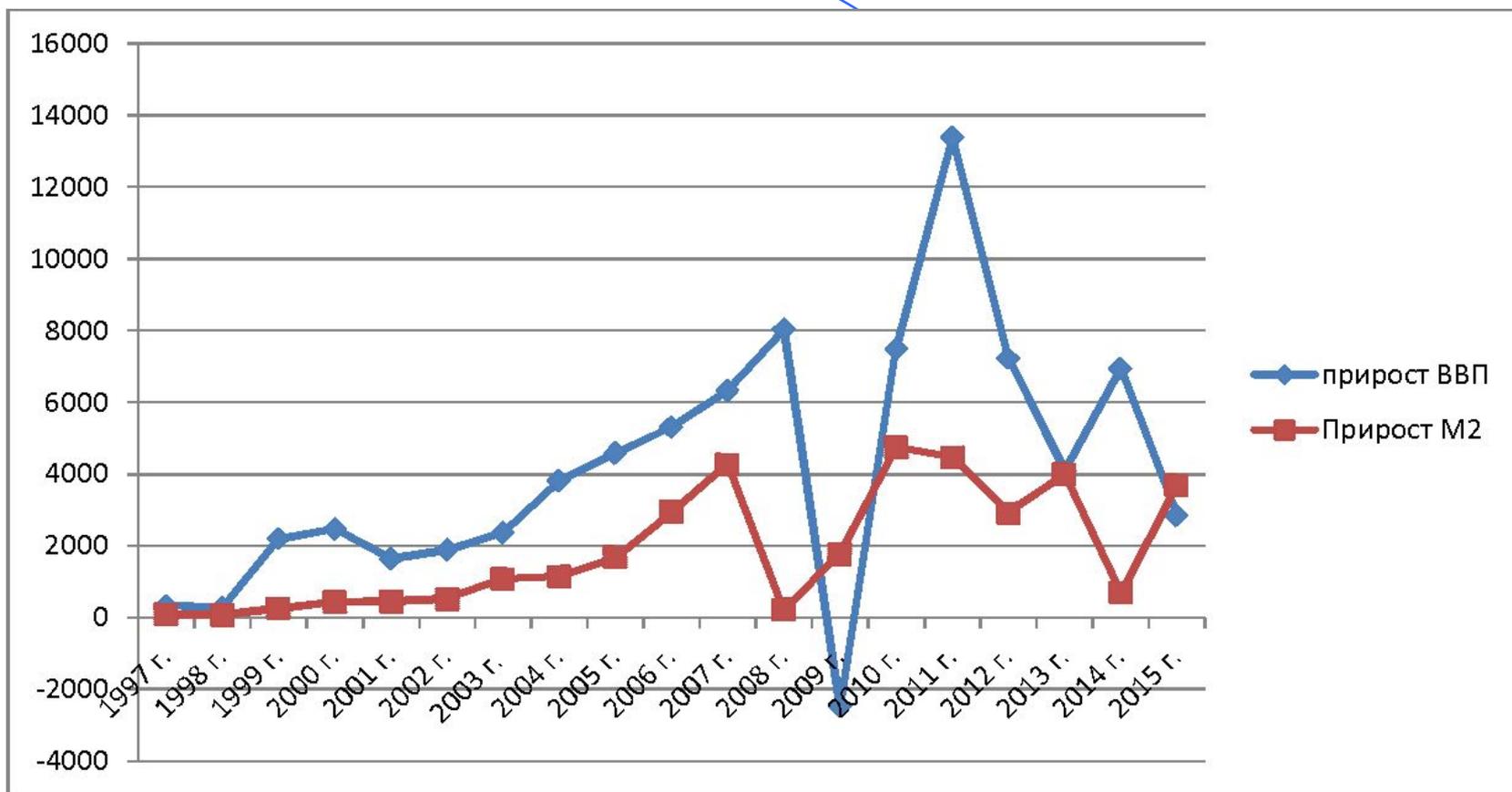
С 2014 года нет роста денежной массы, инфляция снижается, роста производства нет и перспектив роста нет.



В период экономического роста скорость оборота денег снижается. Больше средств используется на накопление капитала (инвестиции в производство).

Скорость оборота денег возрастала в период дефолта (1998–1999 гг.), кризиса (2008–2009 гг.) м. Это вызвано ростом инфляции в России, что стимулирует желание быстрее потратить деньги. Безналичные средства растут быстрее, чем наличная денежная масса.

Динамика прироста ВВП и денежной массы



Динамика темпов роста ВВП, денежной массы M2 и половины прироста инвестиций

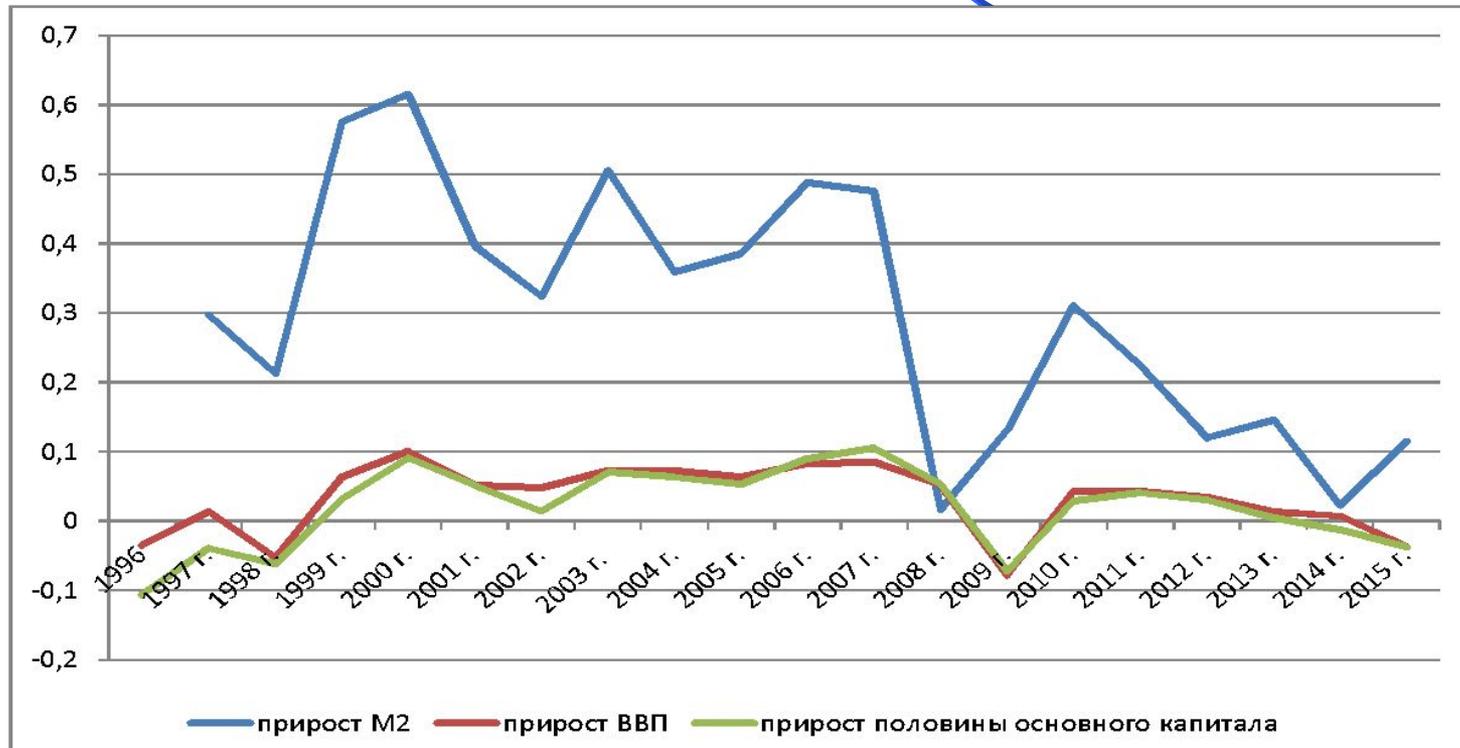
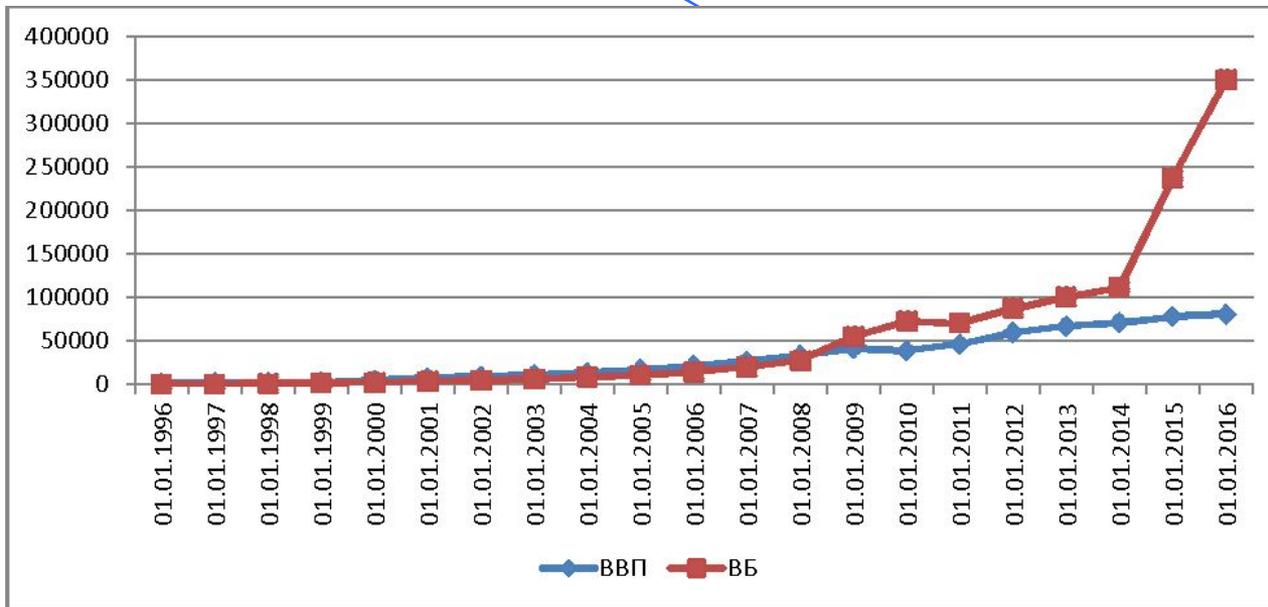
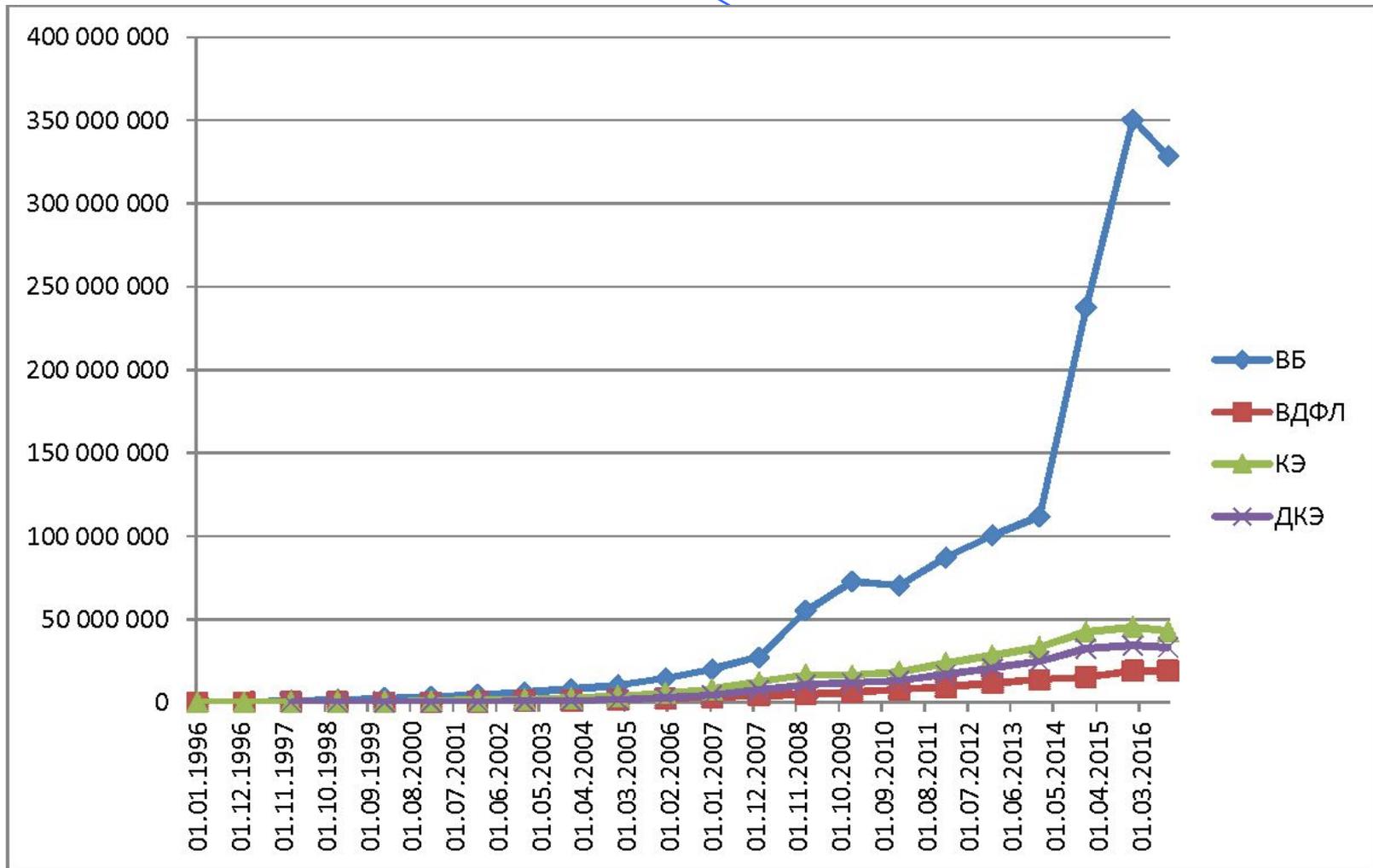


Диаграмма показывает реальное выполнение известного правила: прирост ВВП равен половине прироста инвестиций, т.е. вложений в основной капитал.

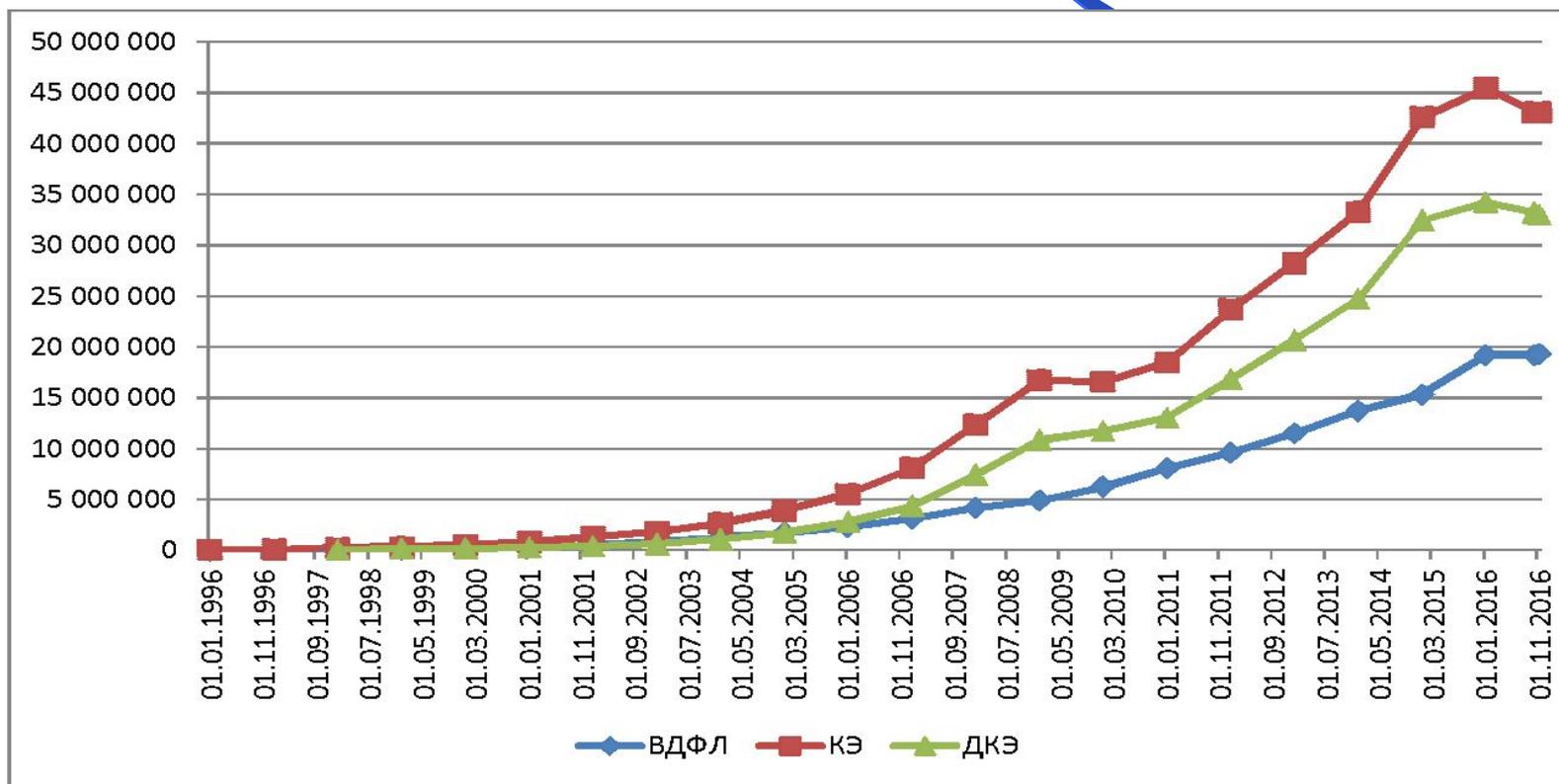
Динамика ВВП и активов БС РФ



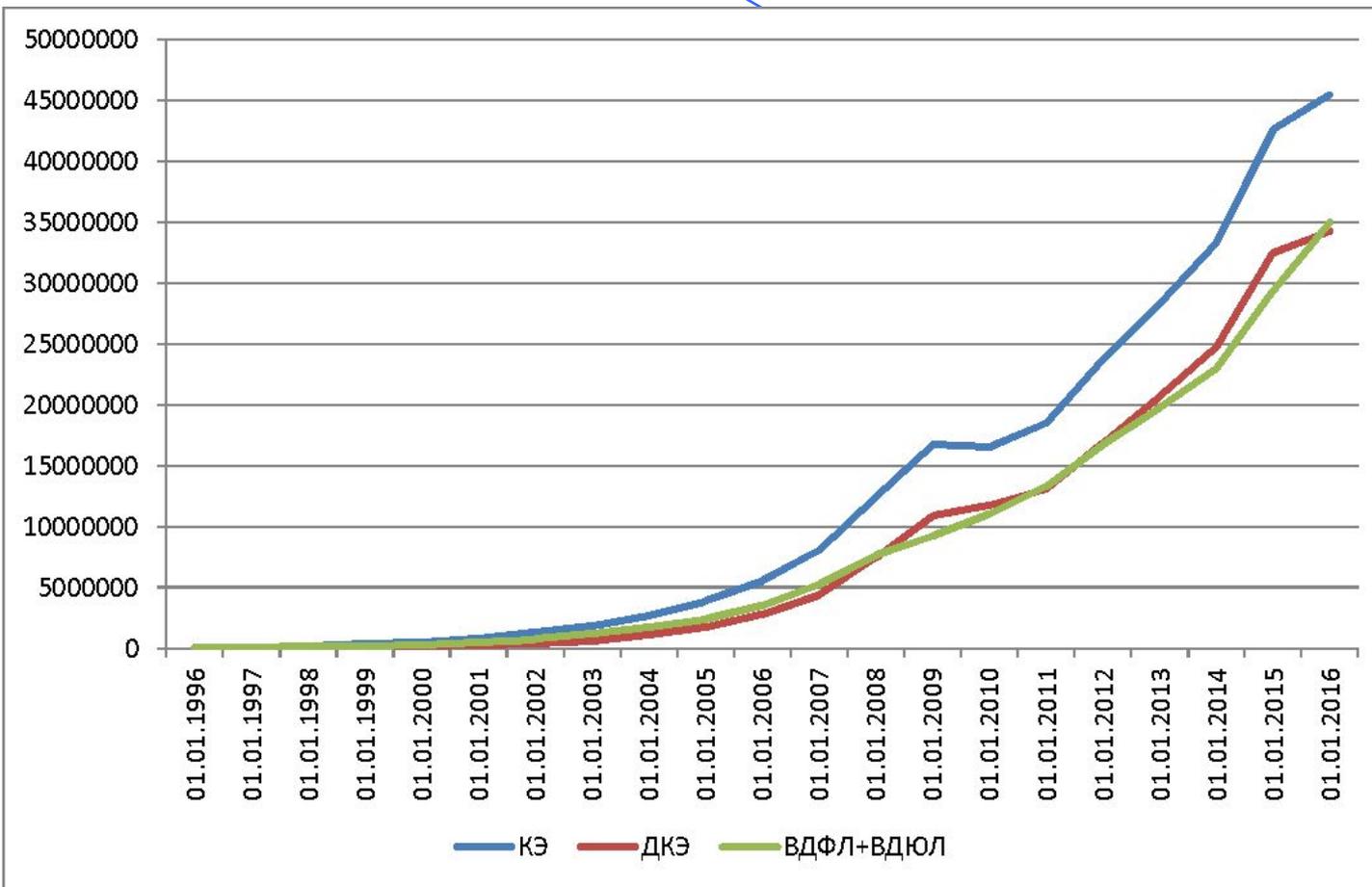
Активы и потенциал БС РФ



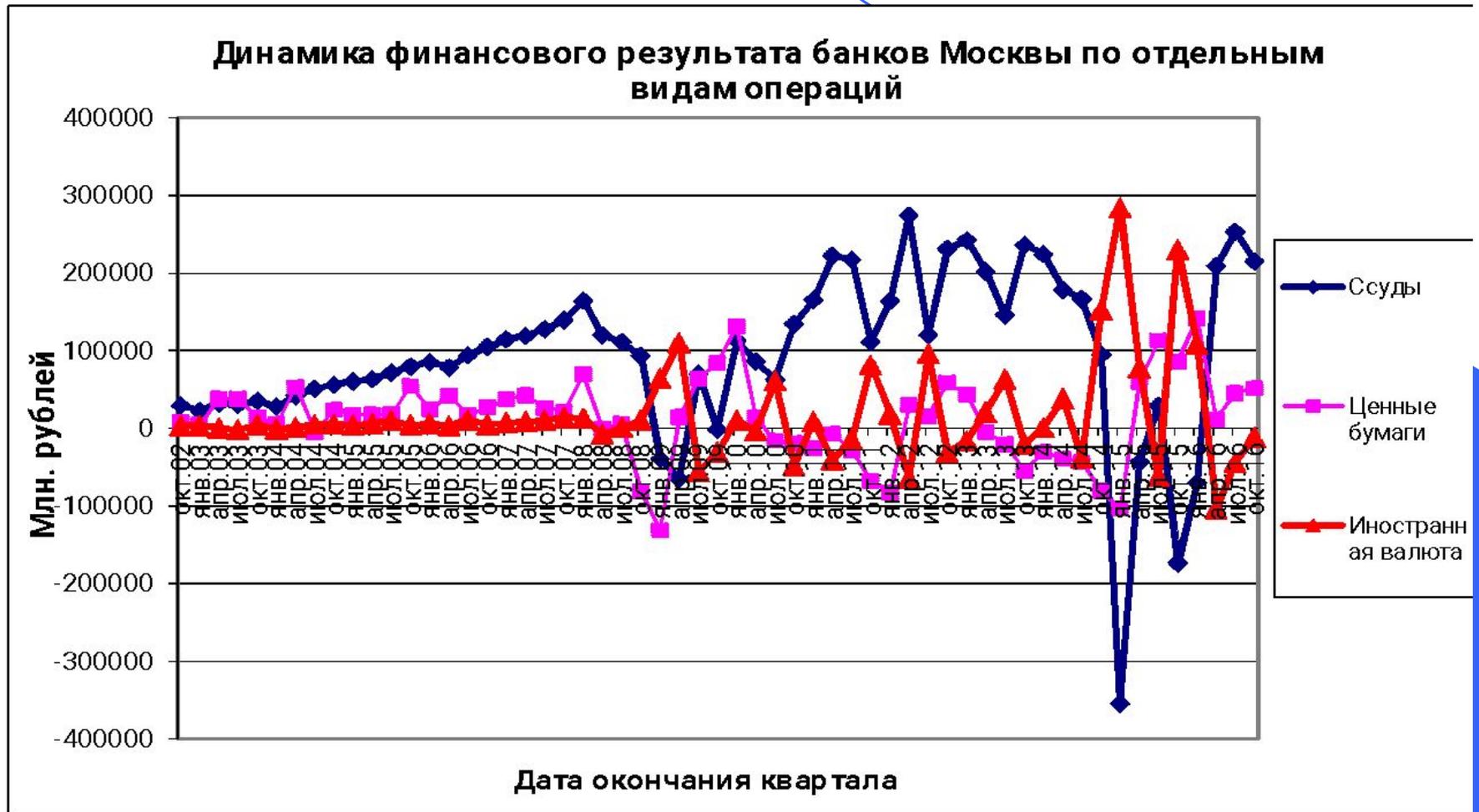
Потенциал инвестиций и кредиты реальному сектору банковской системы РФ



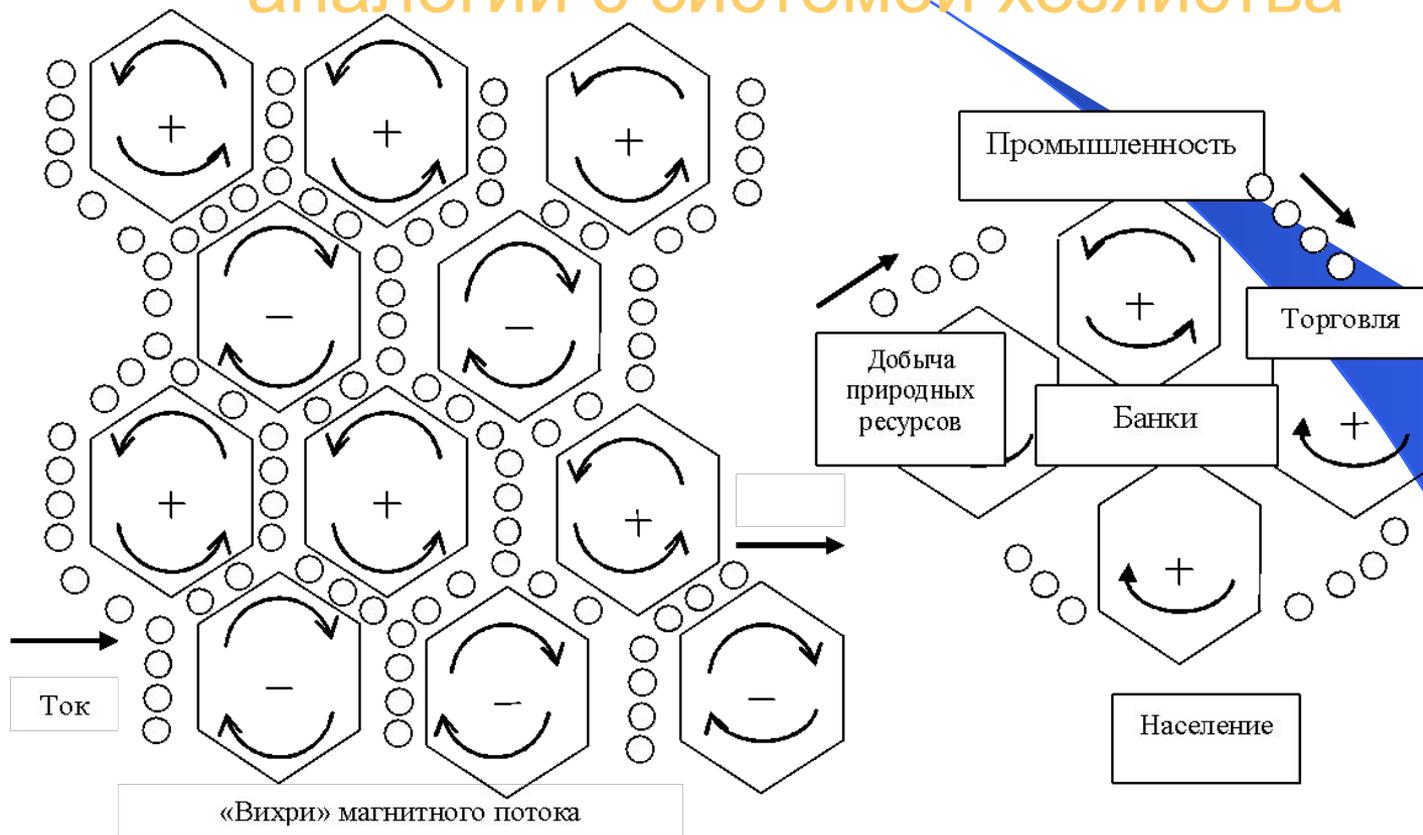
Потенциал инвестиций и кредиты



Динамика финансовых результатов банков Москвы в 2002-2016 гг.



Сетевая модель электромагнитного поля и аналогии с системой хозяйства



Аналогии сетевой модели электромагнитного поля Максвелла (слева) и сетевой модели товарно-денежного оборота в экономике (справа)

«Обобщенная машина» для общества

- В основе теории электрических машин Крона - преобразование потока энергии при изменении структуры. От обобщенной машины с помощью матриц преобразования переходить к уравнениям сложных машин.
- Стационарный (устойчивый) режим работы машины описывает уравнение закона Ома, где тензор сопротивления R_{ab} определяет метрику пространства Декарта.
- Режим перехода от покоя к устойчивой работе описывает такое же уравнение, но тензор R_{abg} определяет метрику криволинейного пространства Римана.
- Режим качаний, вращение сбивается в опасные колебания, описывает такое же уравнение, но тензор R_{abgd} становится четырех индексным, и определяет метрику криволинейного пространства с кручением Римана-Кристоффеля.
- Необходимо создать метод управления обществом в устойчивом режиме, развитии. От него к управлению в переходных процессах, при переходе к новым технологиям. Далее - управление обществом в период «качаний», когда внешние и внутренние силы отклоняют систему от устойчивого развития.

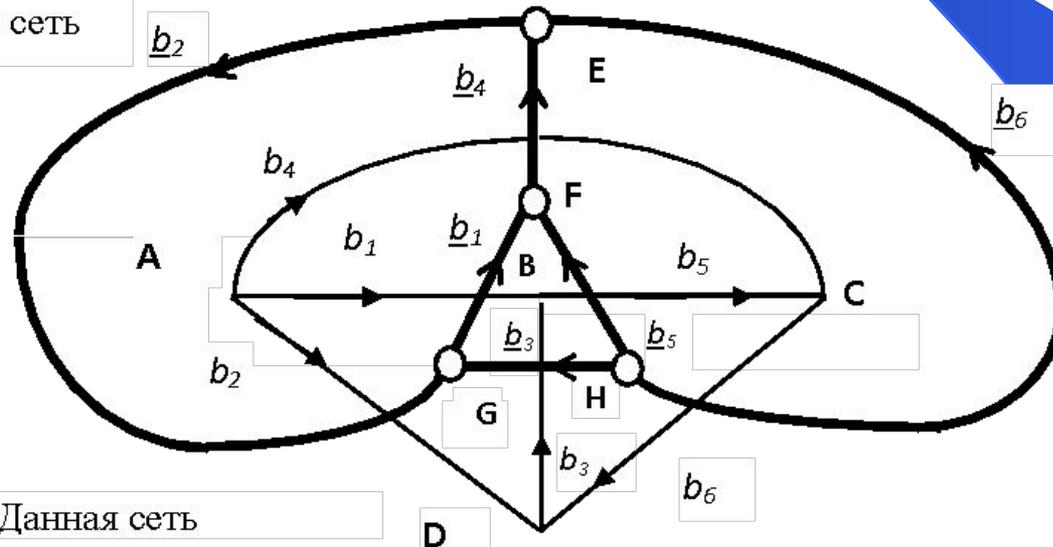
Тензоры в структуре

- Тензоры в структуре – поток в сети, который представлен воздействиями и откликами. Координаты – замкнутые и разомкнутые пути.
- Преобразование координат – изменение соединения элементов, изменение путей с замкнутых на разомкнутые, и наоборот. Происходит изменение *границ*. Эти изменения представляют матрицы преобразования путей.

Двойственные сети

При соединении двух узлов в сети разделяется один узел на два узла в двойственной сети. В одной сети при этом возникает контур, исчезает разомкнутый путь, а в двойственной сети возникает разомкнутый путь, исчезает контур. Замкнутому пути в одной сети соответствует разомкнутый путь в двойственной сети, и наоборот. В двойственных сетях при изменении структуры постоянно сумма независимых замкнутых путей и разомкнутых путей, а, следовательно, суммарная размерность соответствующих подпространств путей.

Двойственная сеть



Данная сеть

Две двойственные сети из 6 ветвей

Структуру двойственной сети определяет матрица $\underline{C}_{\beta}^{\beta}$, которая является ортогональной к матрице преобразования путей исходной сети, $\underline{C}_{\beta}^{\beta} = A^{\alpha}{}_{\alpha} = (C_{\beta}^{\beta})^{-1}$.

Сетевая модель потоков продуктов

Физическая система рассеивает потоки энергии, а экономическая накапливает свободную энергию.

Токи мертвой цепи не могут напрямую представить потоки продуктов в живой экономике.

В сетевой модели связаны ортогональные величины замкнутых и разомкнутых путей.

Это обеспечивают источники в контурах. Их величина определяется поставками между отраслями.

Двойственность дает процессы в живой системе экономики комбинацией контурных и узловых токов в неживой электрической цепи и представляет потоки продуктов:

в отраслях:

$$X_p^\alpha = I_n^\alpha + \sum_{\mu=1}^{\mu=p} i_{n\mu}^\alpha = \sum_{\mu=1}^{\mu=p-1} (a_{\alpha\beta})^\mu y^\beta = y^\alpha + a_{\alpha\beta} y^\beta + (a_{\alpha\beta})^2 y^\beta + \dots + (a_{\alpha\beta})^{p-1} y^\beta,$$

в поставках между отраслями:

$$x_{p}^{\alpha\beta} = I_m^\alpha + \sum_{\mu=1}^{\mu=p} i_{m\mu}^\alpha = \sum_{\mu=1}^{\mu=p-1} (a_{\alpha\beta})^\mu y^\beta$$

ресурсов, потребляемых отраслями:

$$r_p^{\gamma\alpha} = I_r^\alpha + \sum_{\mu=1}^{\mu=p} i_{r\mu}^\alpha = b_{\gamma\alpha} (y^\alpha + \sum_{\mu=0}^{\mu=p-1} (a_{\alpha\beta})^\mu y^\beta)$$

Суммы двойственных контурных и узловых токов численно равны потокам продуктов в отраслях, поставках и ресурсах

Аналогии величин экономики и сети

В процессе обмена потоки денег не текут навстречу потокам продуктов, по открытым путям, а проходят по замкнутым путям. Продукты перемещаются со склада на склад, денежные средства перемещаются с одних счетов на другие счета в банковской системе, включая корсчета и РКЦ.

Сеть потоков продуктов и сеть потоков денежных средств обладают свойствами двойственности, что отмечается в работах экономистов.

Продукты в сетевой модели возникают под действием **внешнего спроса**, представленного узловым током. Спрос на конечную продукцию определяет всю технологическую цепочку, которая эту продукцию производит. **Узловые токи не дают точного представления потоков продуктов.**

Их дополняют двойственные контурные токи – **внутренние источники.**

Модель экономики создают ортогональные контурная и узловая сеть

Двойственные контурные токи имеют две функции:

- компенсируют узловые токи на уход по структуре поставок. Это приводит полные токи в сети к состоянию потоков продуктов в натуральном хозяйстве – выпуск спроса.
- создают рост контурных токов, вызванный структурными связями при разделении труда и специализации. Эта часть контурной сети отображает взаимодействие субъектов в структуре хозяйственных связей.

Сумма трех типов токов в сетевой модели соответствует потоку продуктов.

Сумма ресурсы соответствует сумме спроса.

Сумма спроса определяет совокупность средств жизнеобеспечения людей в настоящий момент (период времени). В отчетности этому соответствует потребление домашних хозяйств и расходы на государственное управление.

Напряжения как аналогии добавленной стоимости, потенциал узла – цена продукции

В соответствии с законом Ома каждому току в сети соответствует свое напряжение. Напряжение измеряется как разность потенциалов.

В сетевой модели экономики поток продукта представлен тремя видами узловых и контурных токов в одномерных каналах-ветвях. Каждому току соответствует свое напряжение – разность потенциалов на ортогональных поверхностях.

Нулевой потенциал – «заземление» – соответствует природе, поставляющей энергетические, минеральные и другие ресурсы. Потенциал природы принимаем за ноль. Мы ничего не платим природе деньгами, и она у нас ничего за деньги не получает.

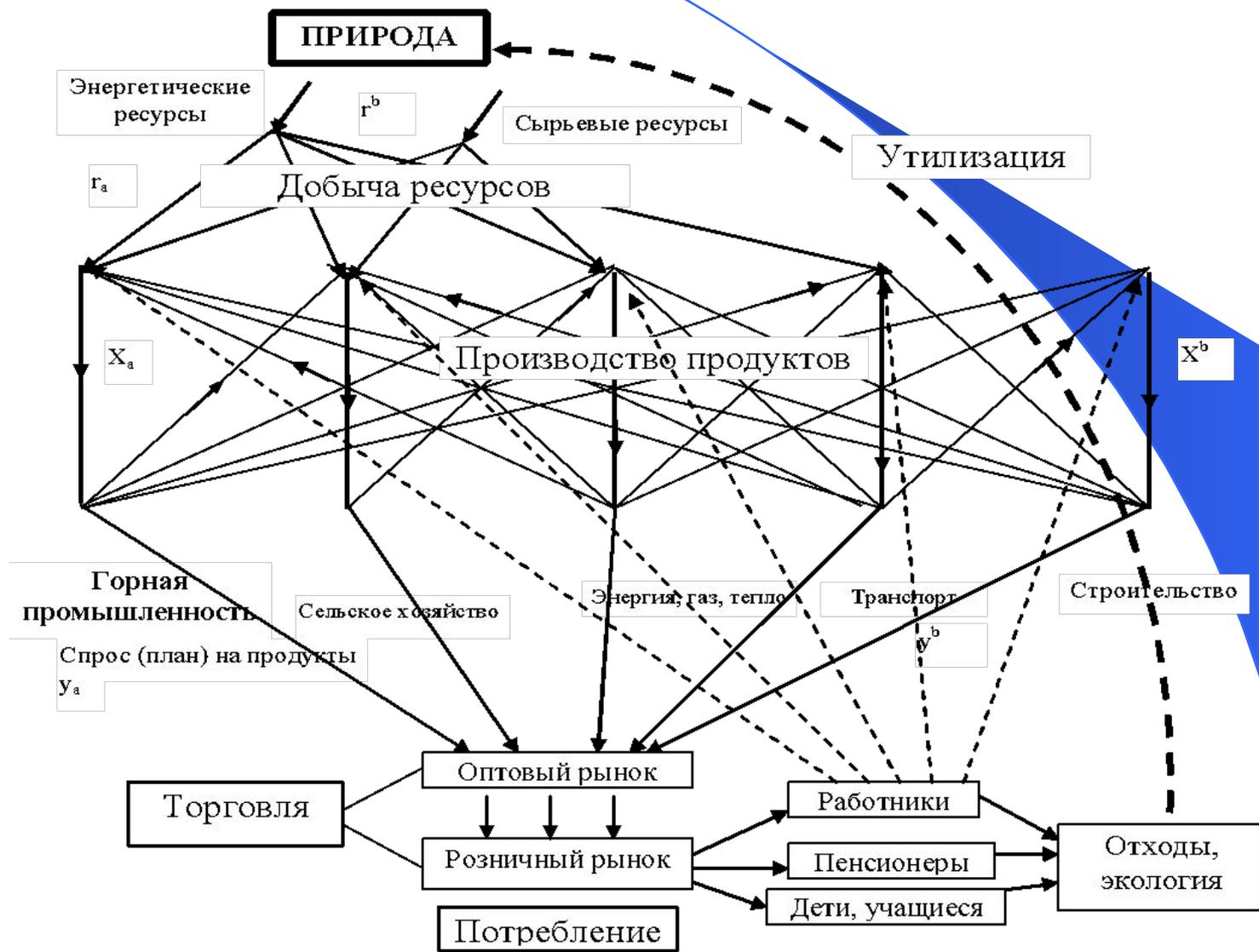
Потенциал каждого последующего узла представляет цену продукта на выходе данного производства, разность потенциалов соответствует добавленной стоимости. Аналогичная ситуация возникает при поставках продукции между отраслями технологической цепи.

Интерпретация токов в сетевой модели экономики

Постоянные издержки и состояние покоя организма

- Контурное напряжение добавляет цены и добавленной стоимости, как на поддержание стабильного состояния, так и на развитие продукта с добавленной стоимостью структуры, т.е. с развитием специализации.
- Контурное напряжение добавляет стоимости, связанные с логистикой, составляющей сегодня до 90% времени производства сложного продукта.
- Узловое напряжение и контурное, вместе с токами, приводящее производство к работе без структуры, без специализации – как бы натуральное хозяйство – можно рассматривать как состояние покоя организма, в котором он расходует энергию.
- Это аналог постоянных издержек в производстве. Обеспечение процесса жизни, потребление энергии, обмен с природой. Узловое, внешнее воздействие требует расхода энергии, а контурное напряжение выводит производство или организм в состояние гомеостаза. Баланс энергии – точка безубыточности.
- Контурные токи и напряжения, отражающие специализацию, дающие поставки – рост производства сверх текущих потребностей. Как по росту потока продукции, так и по добавлению стоимости -повышение потенциала следующего узла в технологической цепи.
- В этой сети товары-продукты порождают деньги, которые за них платят, а потребление создает заказ на новый выпуск продукта.
- Работает схема товар-деньги-товар

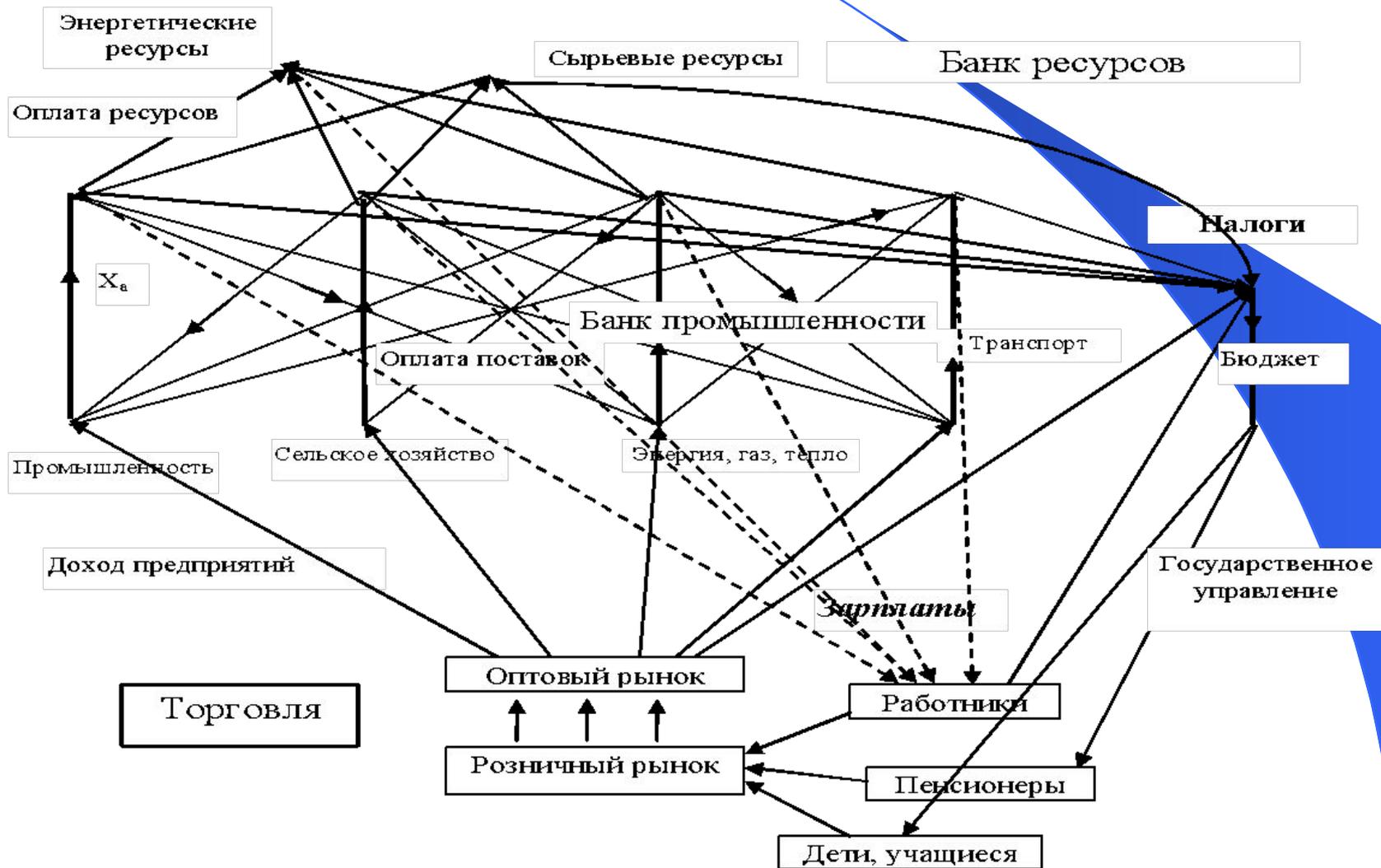
Структура сети потоков продуктов в социально-экономической системе



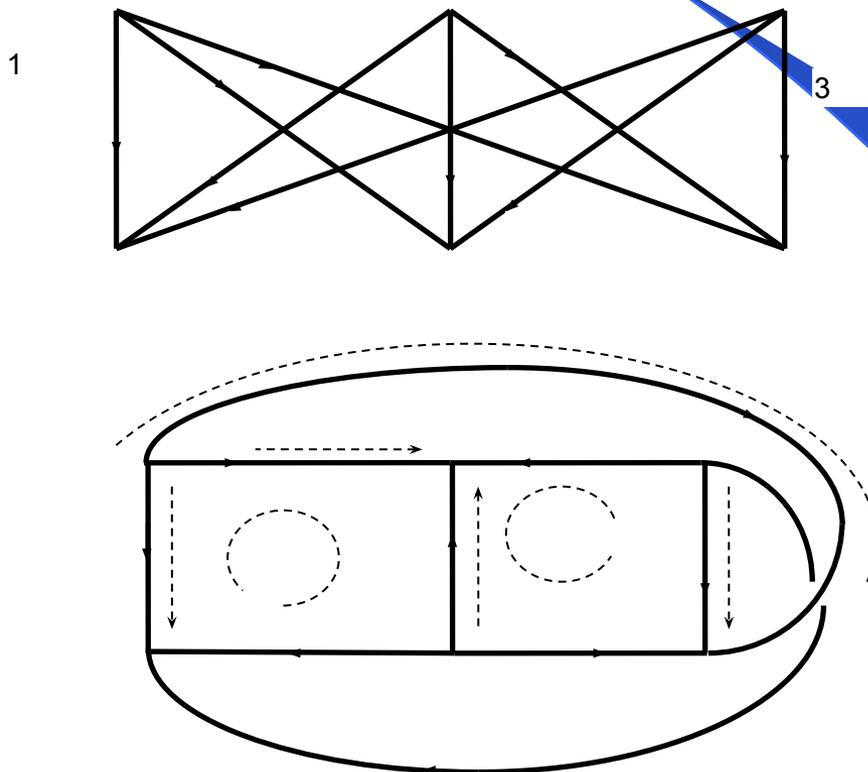
Финансовая система – двойственная сеть

- Финансовая система имеет двойственную структуру по отношению к сети производства. Здесь деньги играют роль токов, а продукты – роль напряжений.
- Создание продукта порождает деньги, которые потекут в уплату за него уже сейчас, в ожидании получения результата от использования данного товара в будущем, когда он принесет новые деньги.
- Каждому открытому пути жизненного цикла изделия здесь соответствует замкнутый цикл, контур оборота потока денег.
- Работает схема деньги-товар-деньги.

Структура сети потоков денег в социально-экономической системе

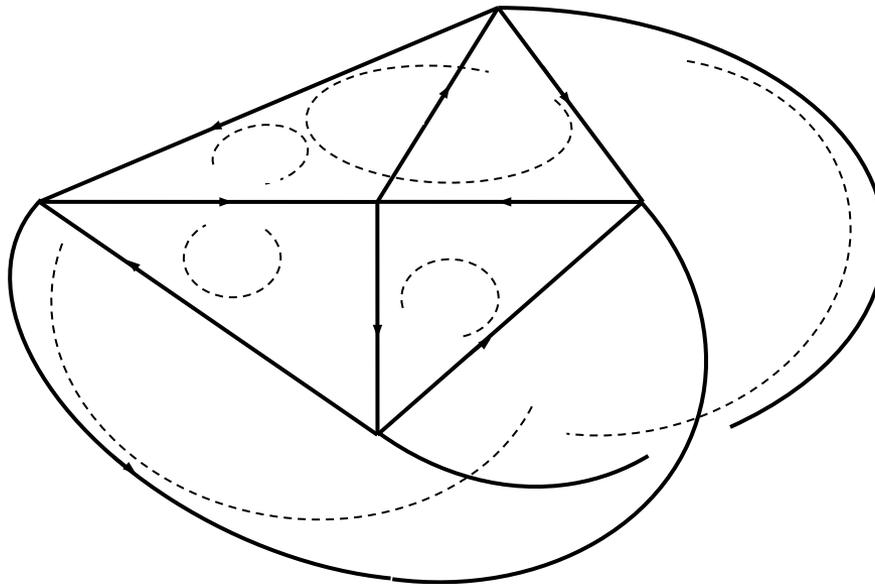
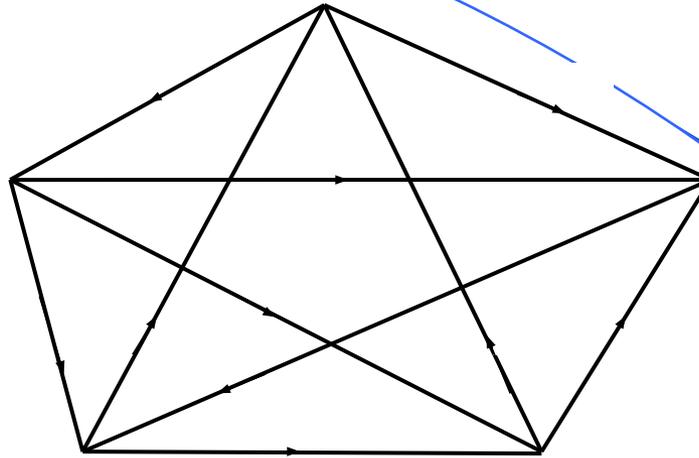


Непланарные графы и двойственность

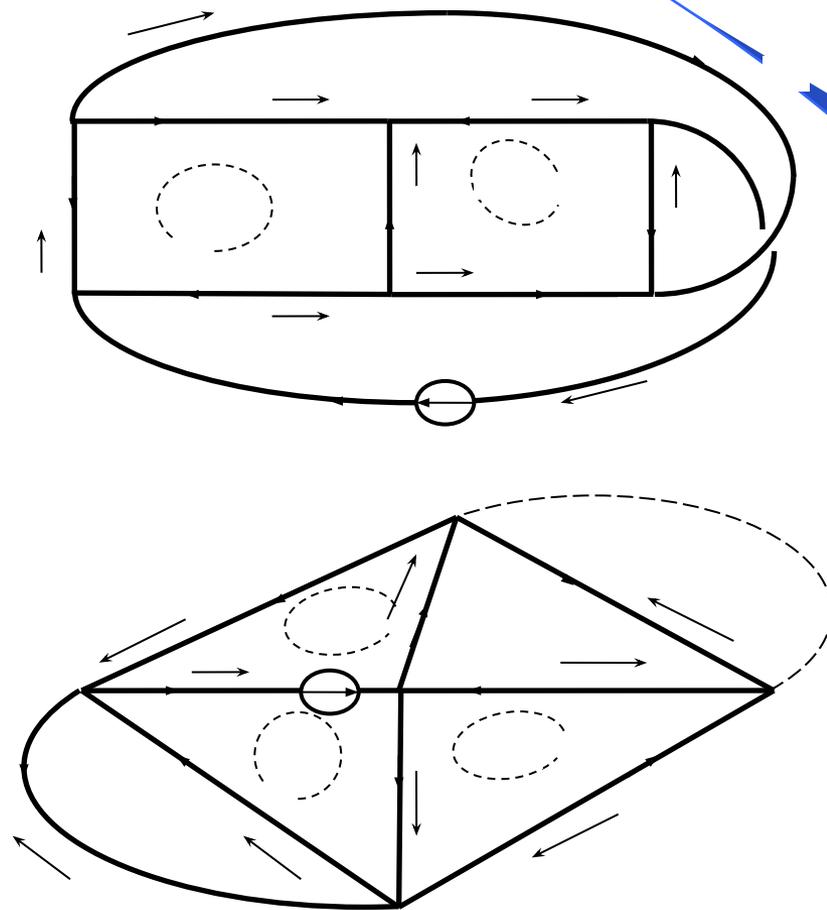


Граф $K_{3,3}$ в традиционном представлении, и в представлении, демонстрирующем его непланарность - **это три отрасли, связанные поставками**

Непланарный граф K_5



Непланарные графы почти двойственны друг к другу



Результаты расчета сети графа $K_{3,3}$ и двойственной к нему сети

Благодарю за внимание

- Петров А.Е. Тензорная методология в теории систем. / [Предисл. В. А. Веникова]. — М. : Радио и связь, 1985. — 152 с.
- Петров А.Е. Тензорный метод двойственных сетей ООО «ЦИТиП», М.: 2007. – 496 с. Дополненное интернет издание на портале Университета «Дубна», 2009 – 602 с. Режим доступа: http://www.uni-dubna.ru///images/data/gallery/70_971_tenzorny_method_25_02.pdf, свободный
- Карминский А.М., Пересецкий А.А, Петров А.Е. Рейтинги в экономике (методология и практика). – М.: Финансы и статистика. 2005. – 240 с.
- Петров А.Е. Сетевые методы планирования производства: учебно-методическое пособие. – М.: МГГУ, 2010. – 148 с. http://window.edu.ru/resource/545/79545/files/Petrov_methods.pdf
- Helen_pet@mail.ru

Организм как замкнутая и открытая система

- Напряжение на ветвях сети соответствует побудительным импульсам в живом организме, которые дают сигнал на поддержание жизни. Узловые токи и напряжения моделируют воздействие внешней среды на организм, потребности расхода энергии на согревание, сигнальную систему и другие функции. Структурной средой этой внешней системы является базис открытых путей. Это характеризует организм как открытую систему.
- Внутренняя система, работающая в контурах, отвечает за реакцию организма на внешние воздействия. Внутренние воздействия – импульсы дополняют внешние потоки до баланса обмена энергией с внешней средой.
- При активном действии организма на внешнюю среду внутренние импульсы создают потоки, которые обеспечивают расход энергии больше потребностей равновесия – до уровня, когда ответный поток из внешней среды обеспечит рост потребления энергии до обеспечения расхода других организмов, необходимых для продолжения рода, развития жизни.

Законы сохранения и свойства пространства

- Сохранение импульса – симметрия, однородность пространства
- Сохранение момента импульса – симметрия направления – изотропность пространства
- Сохранение энергии – симметрия времени
- Сохранение потока энергии – существование двух двойственных пространств

Проблемы развития тензорного метода

1. Инвариант двойственности для 2-сетей, 3-сетей, многомерных сетей.
2. Двойственные сети для полиэдральных сетей и электромагнитное возбуждение.
3. Полиэдральные сети с волновым возбуждением и свойства самоорганизации.
4. Сетевая модель живого организма.
5. Проблема двойственности непланарных графов – возможный путь к двойственному пространству.
6. Двойственная сетевая модель социально-экономической системы – сети потоков продуктов и сети потоков денежных средств в производстве и потреблении.
7. Двойственная многомерная сетевая модель социально-экономической системы с электромагнитным возбуждением: сети производства и рынков капитала.

Размерности воздействия, сопротивления и отклика для потока жидкости в скважине

					$L^3 T^6$	$L^4 T^6$	Изменение мощности	Скорость передачи мощности
			$L^1 T^{-5}$	Изменение давления $L^2 T^{-5}$	Поверх-ностная мощность $L^3 T^{-5}$	Скорость изменения силы $L^4 T^{-5}$	Мощность $L^5 T^{-5}$	Скорость передачи энергии
			Изменение плотности тока $L^1 T^{-4}$	Давление $L^2 T^{-4}$	Поверхн. напряжение $L^3 T^{-4}$	Сила $L^4 T^{-4}$	Момент силы Энергия $L^5 T^{-4}$	Скорость передачи действия
	Гидравлич. сопротивлен. $L^{-1} T^{-3}$	Изменение углового ускорения T^{-3}	Скорость массы Плотность тока $L^1 T^{-3}$	Напряжён. электро-магн. поля Вязкость $L^2 T^{-3}$	Ток Массовый расход $L^3 T^{-3}$	Скорость смещения заряда Импульс $L^4 T^{-3}$	Момент импульса Действие $L^5 T^{-3}$	Момент действия
	Изменение объёмной плотности	Массовая плотность Угловое ускорение T^{-2}	Линейное ускорение $L^1 T^{-2}$	Напряжение (разность потенциалов) $L^2 T^{-2}$	Масса , Колич-во магнетизма Заряд $L^3 T^{-2}$	Магнитный момент $L^4 T^{-2}$	Момент инерции $L^5 T^{-2}$	
	$L^{-1} T^{-1}$	Частота T^{-1}	Скорость Электрич. сопротивл. $L^1 T^{-1}$	Скорость изменения площади $L^2 T^{-1}$	Скорость изменения объема $L^3 T^{-1}$	Скорость смещения объема $L^4 T^{-1}$	$L^5 T^{-1}$	
	Изменение проводимости	Безразмер-ные константы	Длина Емкость Самоин-дукция L	Площадь L^2	Объем L^3	4-Объем L^4	5-Объем L^5	
Изменение магнитной проницаемости	Электрич. проводи-мость $L^{-1} T^1$	Период	Длитель-ность расстояния $L^2 T^1$					
Магнитная проницаемость	$L^{-1} T^2$	Поверх-ность времени	$L^1 T^2$					
$L^2 T^3$ Текучесть	$L^{-1} T^3$	Объем времени	Гидравлич. проводим. $L^1 T^3$					

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕНЗОРНОГО МЕТОДА

Виды пространств



Рейтинг динамической финансовой стабильности банков (РДФС)

Индекс состояния БС РФ, взвешенный (ИСБС-В)



Благодарю за внимание

- Петров А.Е. Тензорный метод двойственных сетей. М.: ООО ЦИТиП, 2007. – 602 с. Интернет издание на портале Университета «Дубна».
http://www.uni-dubna.ru///images/data/gallery/70_971_tenzorny_method25_02.pdf
- Информационно-аналитический бюллетень «Банки и финансы», ИА «Мобиле», №№ 1-101, 1995-2012 – 400 с.
- Карминский А.М., Пересецкий А.А, Петров А.Е. Рейтинги в экономике (методология и практика). – М.: Финансы и статистика. 2005. – 240 с.
- Андрей Евгеньевич Петров
- 8-916-188-8699
- Helen_pet@mail.ru