

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПОИСКА СЦЕНАРИЯ БЕЗОПАСНОГО И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

к.э.н. Масленникова Анна Викторовна

**н.с. Центра исследования устойчивости и нелинейной
динамики при ИМАШ РАН;**

**доцент каф. «Экономики и финансов»
Евразийского открытого института
AMaslennikova@eaoi.ru**

Введение

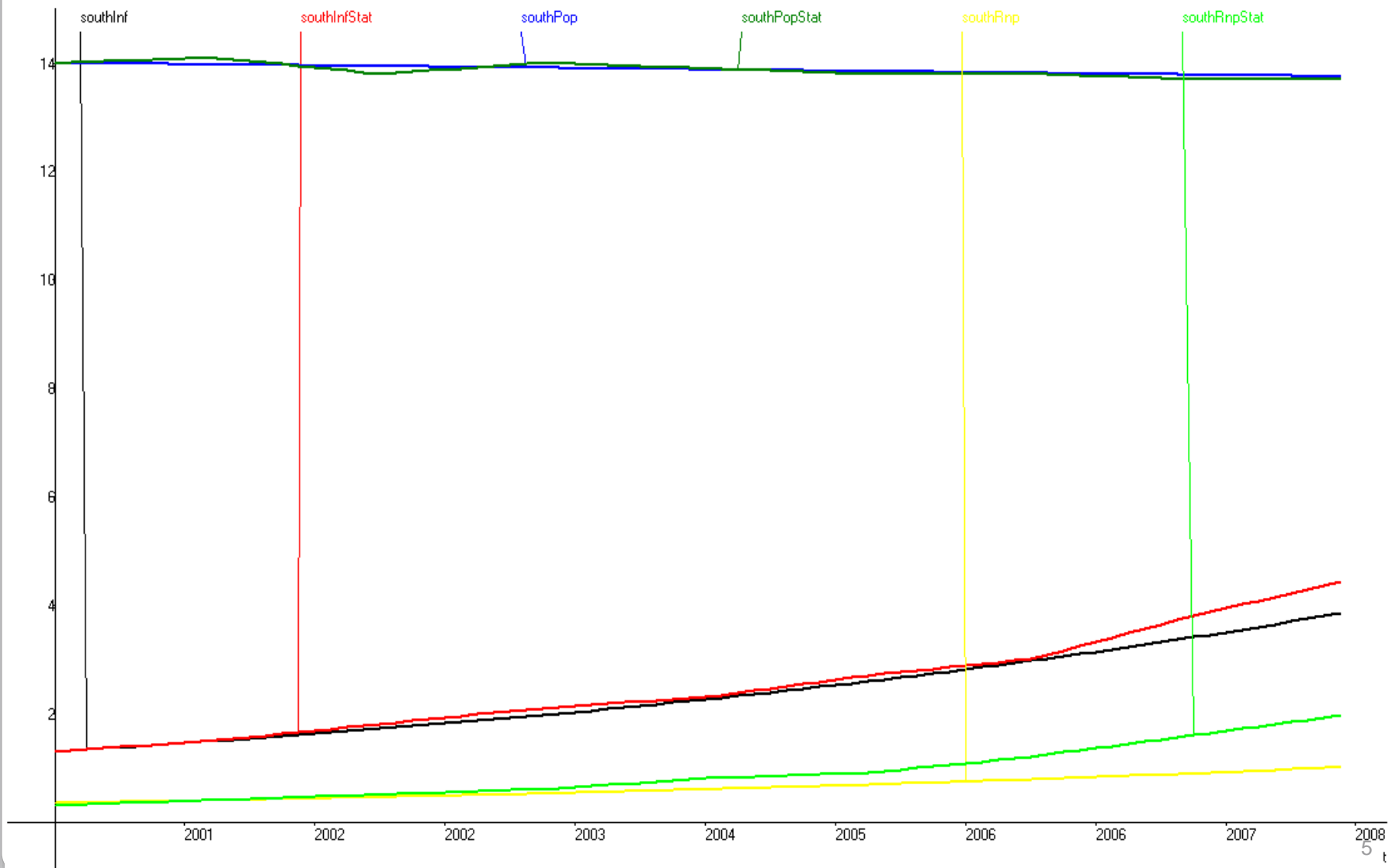
Для исследования Каспийского региона с точки зрения экологической безопасности и возможности реализации стратегии устойчивого развития, учета рисков возникновения природных и техногенных катастроф и их последствий для инфраструктуры нефтегазового комплекса прикаспийских государств, предлагается модифицировать динамическую модель межрегионального социально-эколого-экономического развития РФ, разработанную под руководством академика РАН В.М. Матросова. Создание модели опиралось не только на опыт построения моделей региональной экономики, систему эколого-экономических моделей «Регион», но и использовалась методология построения динамической модели, предложенная Дж Форрестером в модели мировой динамики, а также были учтены результаты последующих модификаций этой модели.

Разработанная динамическая модель межрегионального социально-экономического развития РФ позволяет проводить исследования с целью *анализа долгосрочных тенденций развития*, изучению взаимодействия и взаимовлияния регионов, социально-экономической обусловленности демографических процессов. Одна из задач моделирования - выявление социально-экономических факторов, влияющих на демографическую ситуацию, чтобы в дальнейшем корректировать эту ситуацию путем воздействия на конкретные позитивные или негативные факторы. В предложенной модели государство - это сложная динамическая система, состоящая из взаимодействующих региональных подсистем. Структура модели позволяет выбирать регионы в зависимости от поставленных задач, что делает её достаточно универсальной. В модели Российская Федерация представлена как сложная динамическая система, состоящая из взаимодействующих региональных подсистем, в качестве которых выступили Федеральные округа РФ и г. Москва, как отдельный регион. Анализируется базовый или инерционный вариант развития, что позволяет предположить, к каким последствиям приведет проводимая сегодня социально-экономическая политика.

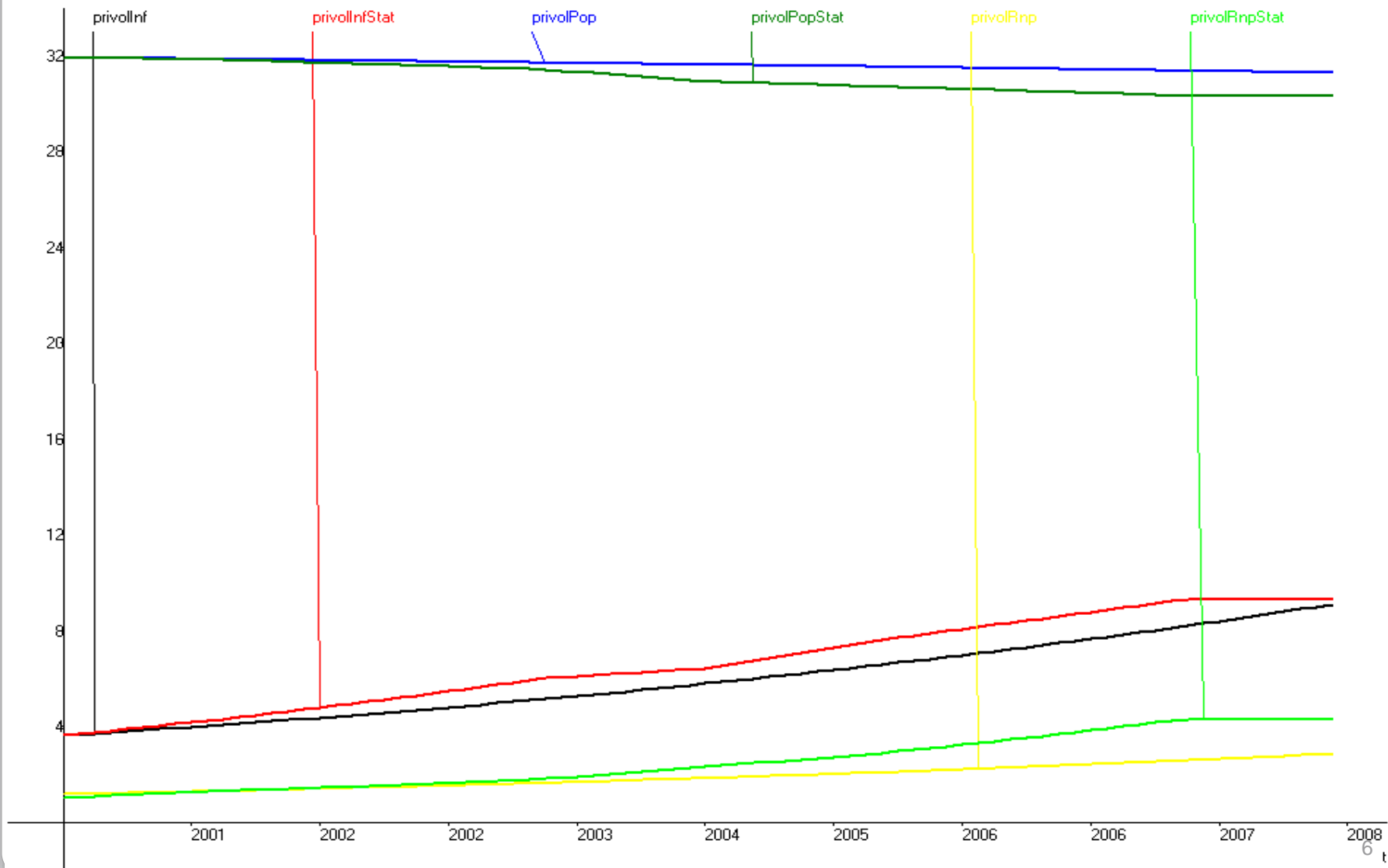
Современные теории экономического роста обосновывают все возрастающее значение фактора человеческого капитала и новую движущую силу именно в стремлении к высокому качеству жизни. И одним из основных параметров, описывающих функционирование межрегиональной системы, выбрано **качество жизни населения** в каждом из регионов. Именно качество жизни в данном случае является мерой функционирования системы. При моделировании сделано предположение, что качество жизни, в первую очередь, зависит от обеспеченности региона основными фондами, уровня заработной платы и плотности населения. Предполагается, что эта зависимость не является линейной, а имеет «уровни насыщения».

Необходимо отметить, что исследуемые региональные системы характеризуются практически противоположными тенденциями развития процессов, влияющих на качество жизни. Предполагается, что интенсивность миграционного потока между двумя выбранными регионами обусловлена именно разницей в качестве жизни и расстоянием между столицами. В настоящее время многие исследователи делают акцент на растущей дифференциации населения России по различным параметрам, и в первую очередь, по доходам. Система не может быть устойчивой при таких условиях, что и было исследовано. Данная модель позволяет проследить, каковы будут различия между регионами по качеству жизни.

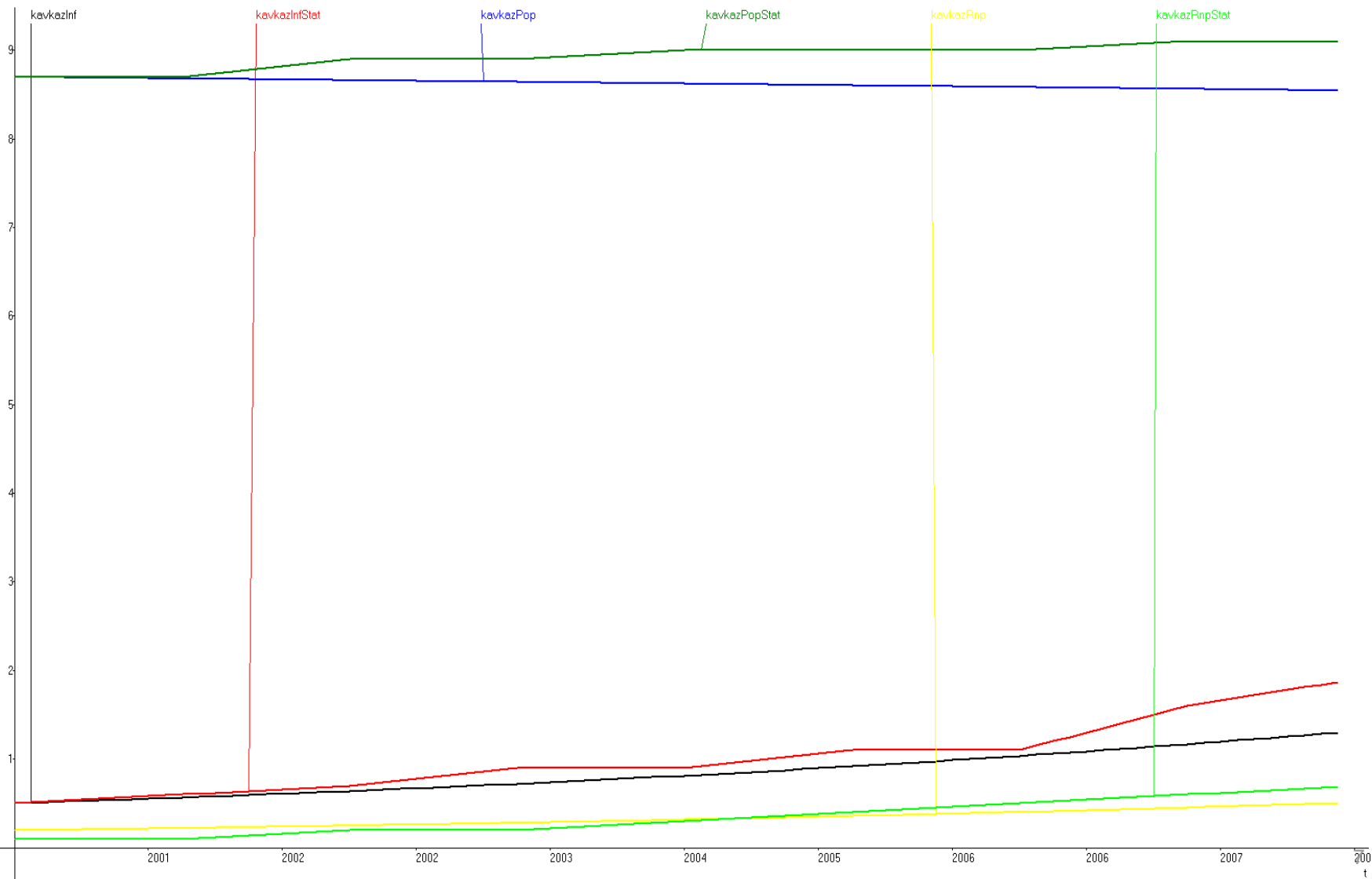
Результаты идентификации показателей численности населения (southPop), инвестиций в основные фонды (southInf) и валового регионального продукта (southRnp) Южного федерального округа



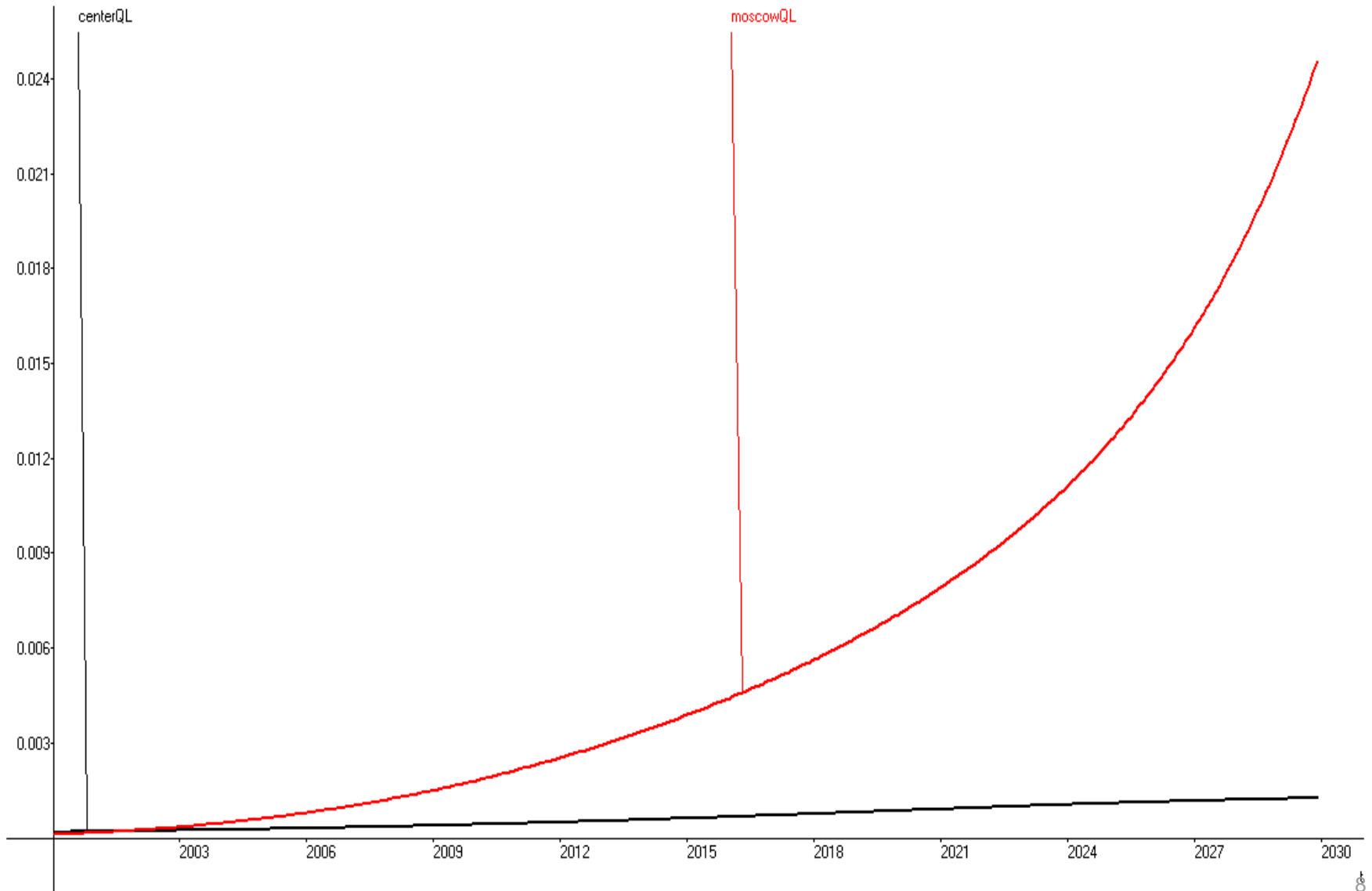
Результаты идентификации показателей численности населения (privolPop), инвестиций в основные фонды (privolInf) и валового регионального продукта (privolRnp) Приволжского ФО



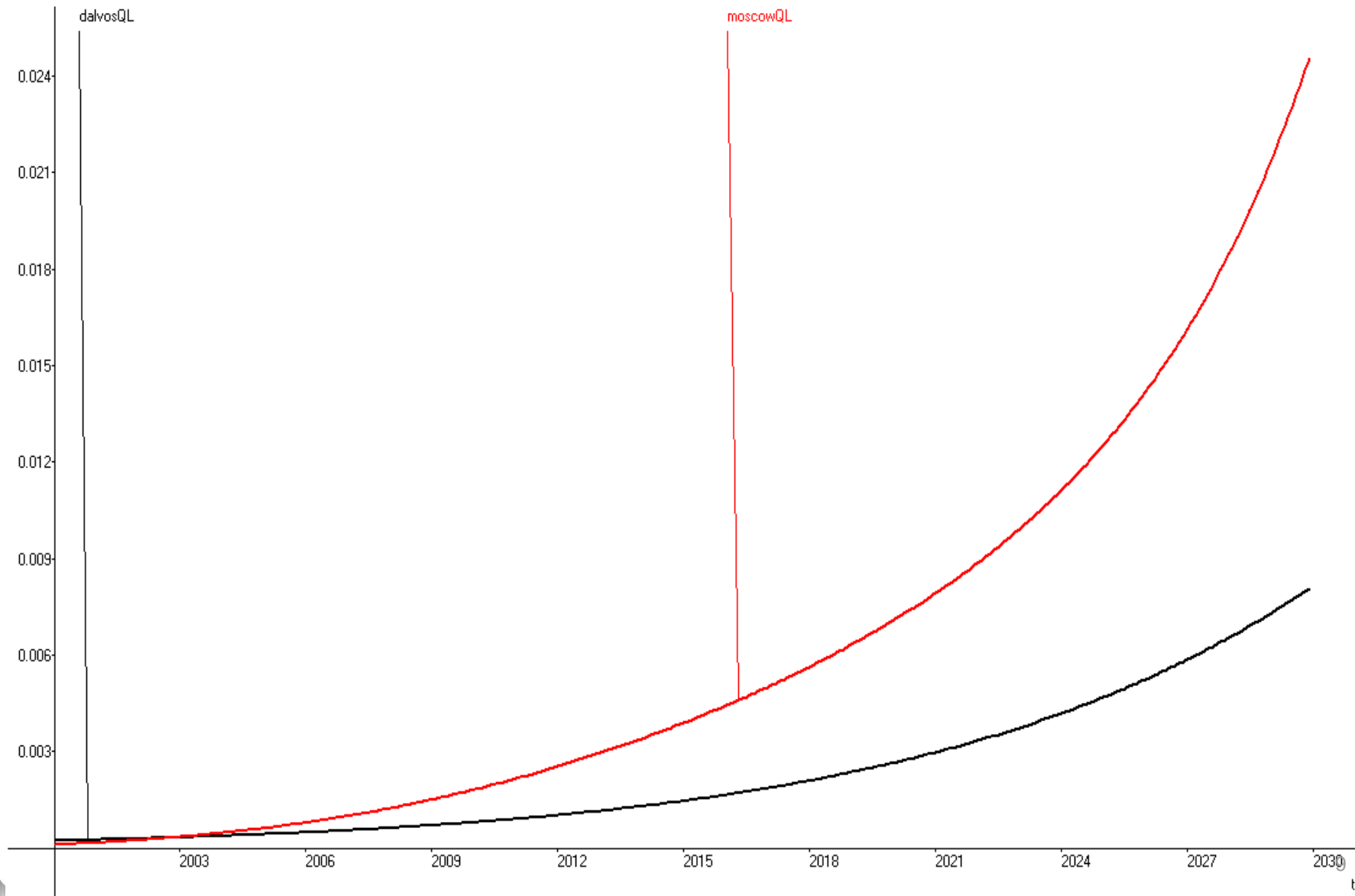
**Результаты идентификации показателей численности населения (*kavkazPop*),
инвестиций в основные фонды (*kavkazInf*) и валового регионального продукта (*kavkazRnp*)
Северо-Кавказского федерального округа**



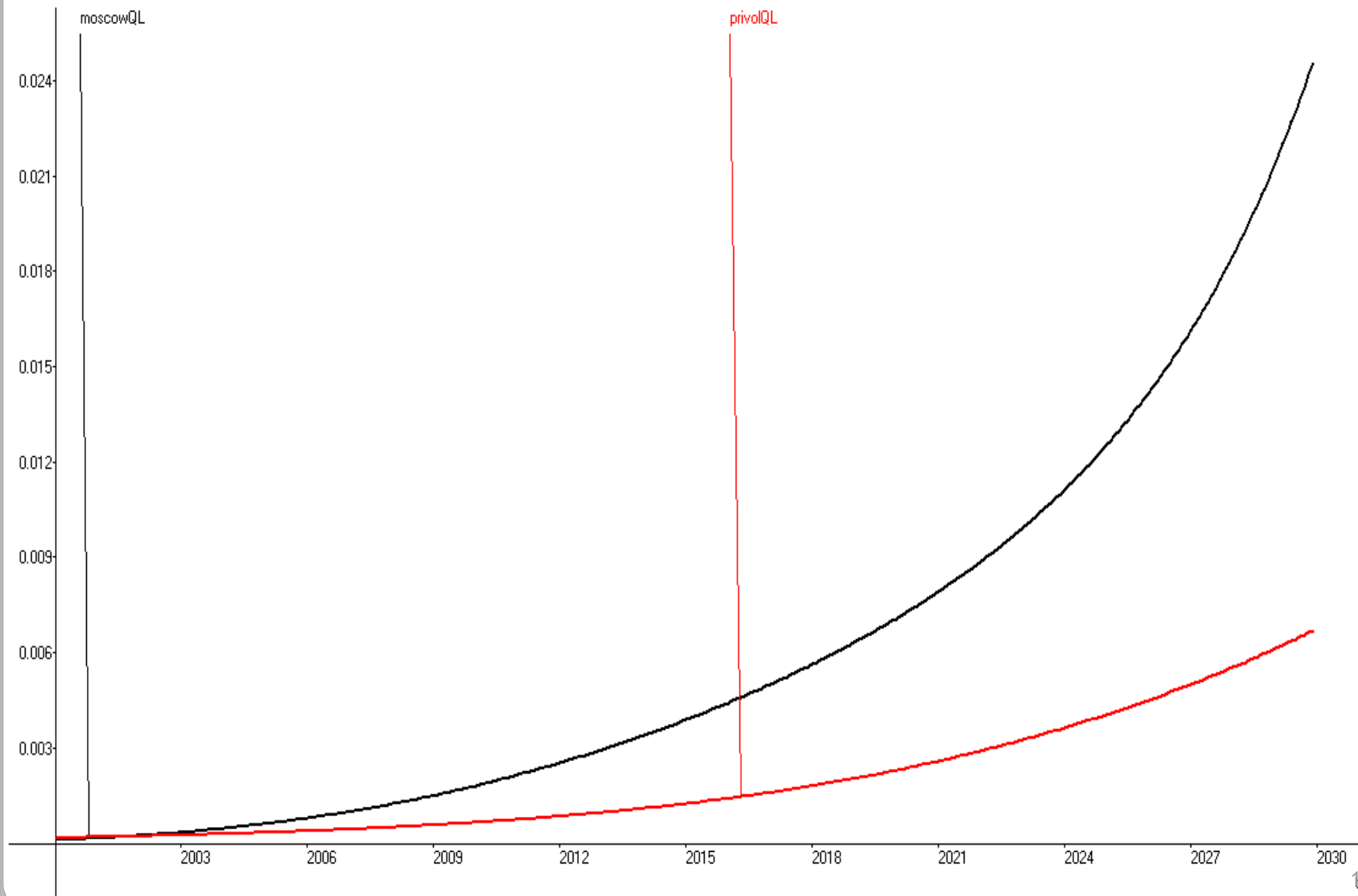
Динамика качества жизни *Москвы* (*moscowQL*) и *Центрального ФО* (*centerQL*) до 2030 г. при базовом варианте развития



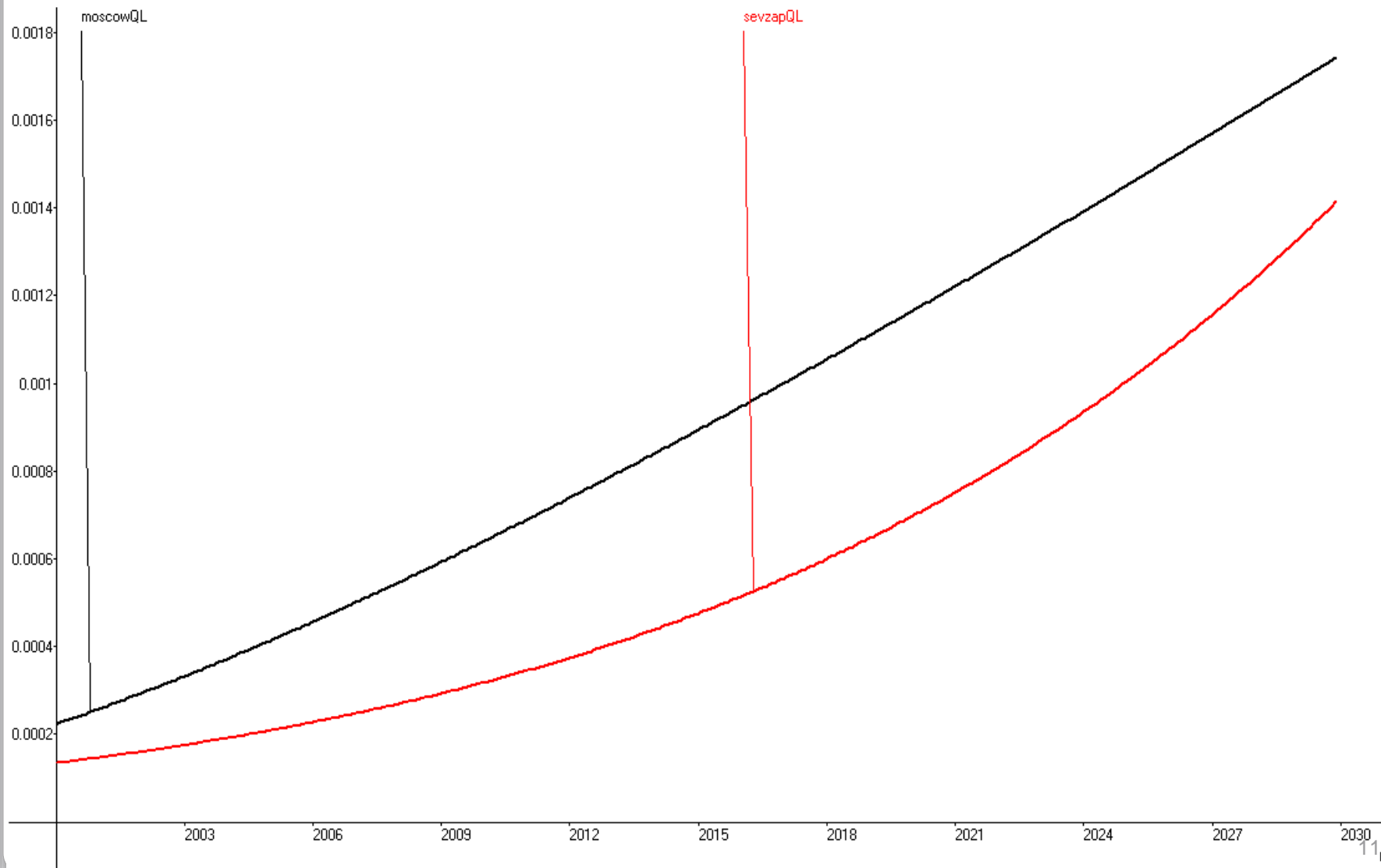
Динамика качества жизни *Москвы* (*moscowQL*) и *Дальневосточного ФО* (*dalvosQL*) до 2030 г. при базовом варианте развития



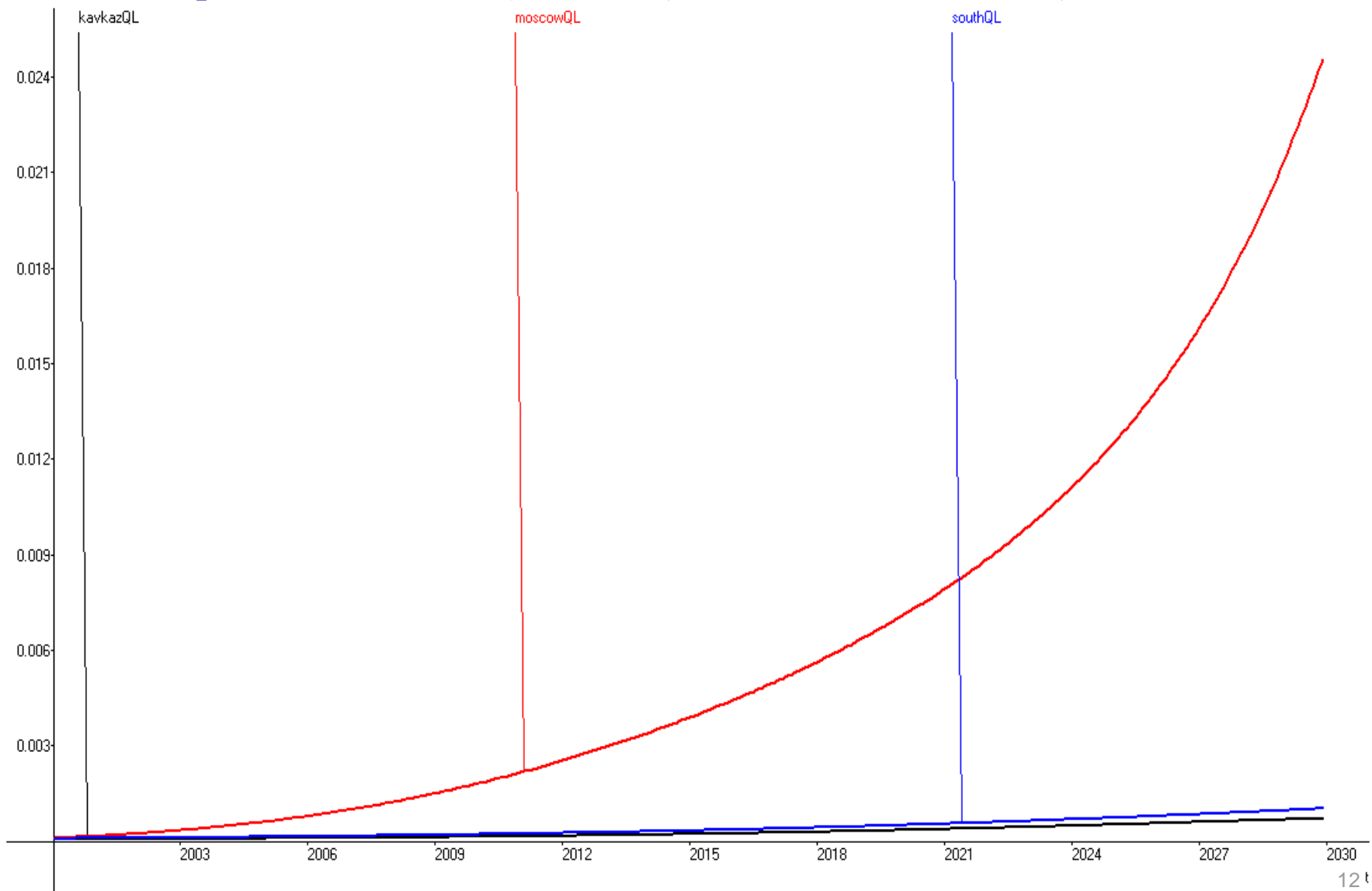
*Динамика качества жизни **Москвы** (moscowQL) и **Приволжского ФО** (privolQL)
до 2030 г. при базовом варианте развития*



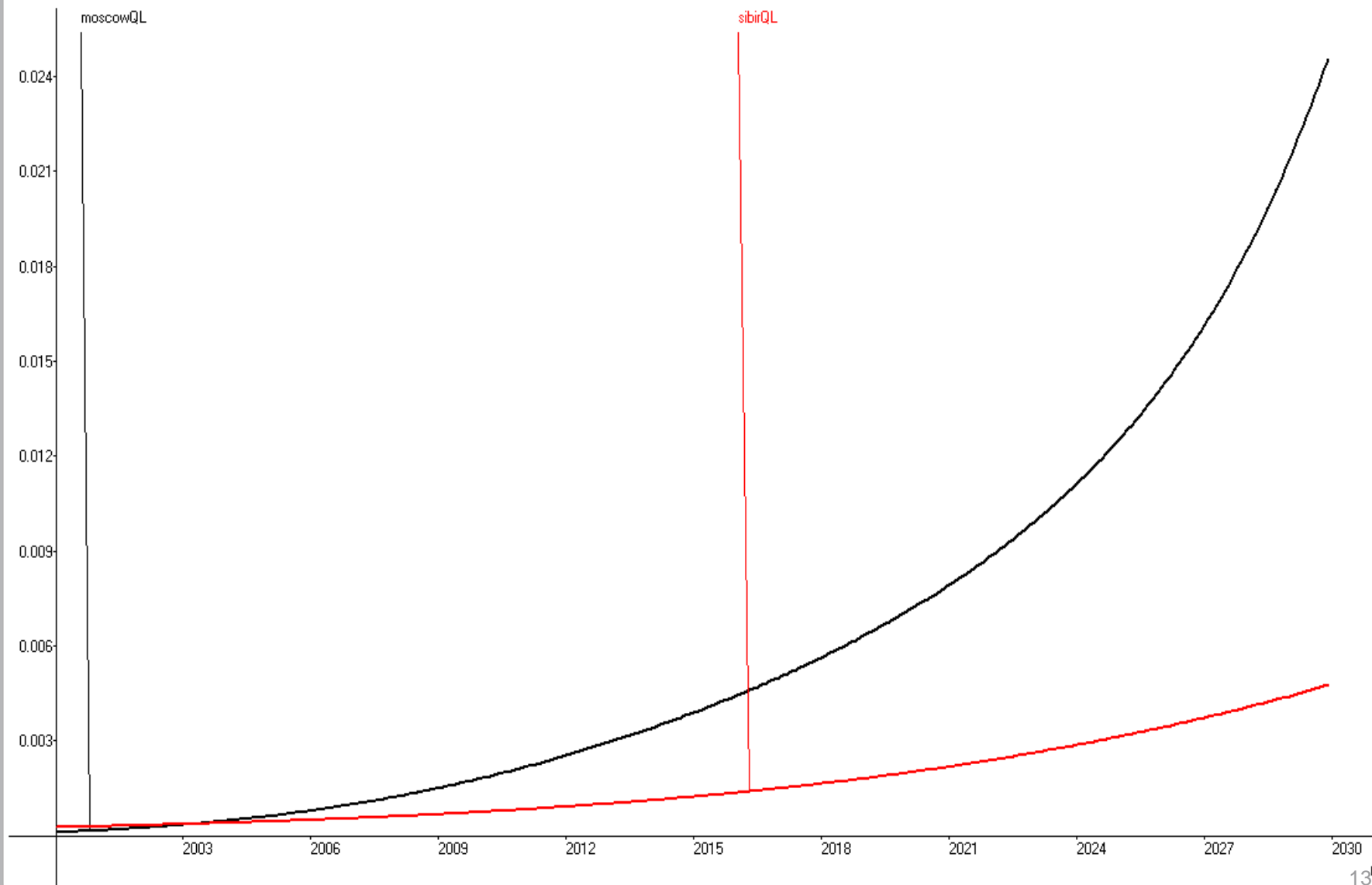
Динамика качества жизни *Москвы* (*moscowQL*) и *Северо-Западного ФО* (*sevzapQL*) до 2030 г. при базовом варианте развития



Динамика качества жизни населения Южного ФО (southQL), Северокавказского ФО (kavkazQL) и Москвы (moscow QL) до 2030 г.



Динамика качества жизни *Москвы* (*moscowQL*) и *Сибирского ФО* (*sibirQL*) до 2030 г. при базовом варианте развития



Динамическая модель межрегионального социально-экономического развития России

Региональная социально-экономическая система описывается в динамической модели межрегионального развития следующими уравнениями.

Динамика населения выражается дифференциальным уравнением, в котором помимо естественного воспроизводства населения учтена межрегиональная миграция

$$\frac{d}{dt} P_i(t) = f \cdot P_i(t) + M_{to}^i(t) - M_{out}^i(t)$$

$i = 1, \dots, 9$

f - коэффициент воспроизводства населения,

P_i - численность населения региона в момент времени t ,

M_{to}^i - миграция в регион из других регионов РФ (прибытие),

M_{out}^i - миграция из региона в другие регионы РФ (выбытие).

Следуя работам проф. Т.К. Сиразетдинова, **динамика основных фондов региона** описывается дифференциальным уравнением, учитывающим выбытие фондов вследствие износа и прирост фондов в результате инвестиций в основные фонды региона

$$\frac{d}{dt}I_i(t) = J_i(t)/c - a \cdot I_i(t)$$

I_i - стоимость основных фондов региона в текущих ценах,

J_i - инвестиции в основные фонды в регионе,

c - множитель стоимости строительства основных фондов, определяется уровнем цен на строительство,

a - коэффициент выбытия фондов

Выпущенный данным регионом **валовой региональный продукт** описывается следующим алгебраическим соотношением, являющимся частным случаем производственной функции Кобба-Дугласа

$$V^i_{loq} = e \cdot P_i(t)I_i(t)$$

e - множитель эффективности производства.

Дополнительно при моделировании учитывается перераспределение некоторой части валового регионального продукта между регионами.

W_{in}^i - часть регионального продукта, привезенного в данный регион из других регионов,

W_{out}^i часть регионального продукта, отправленного в другие регионы.

Таким образом, **продукт, потребленный в регионе**, выражается соотношением

$$V_i(t) = V_{loq}^i + W_{in}^i - W_{out}^i$$

Текущий **средний уровень цен** $X(t)$ определяется уравнением

$$\frac{d}{dt} X(t) = \lambda X(t)$$

λ - уровень инфляции

Представляется важным при моделировании учитывать инфляцию, уровень которой предполагается задавать сценарно.

Уровень заработной платы. Предполагается, что на заработанную плату расходуется часть регионального продукта, оставшаяся после его отправки в другие регионы и вложения в основные фонды

$$S_i(t) = v \cdot V_i(t) / P_i(t)$$

$S_i(t)$ - средняя заработанная плата на жителя данного региона,
 v - норма заработной платы.

Уровень обеспеченности основными фондами выражается соотношением

$$F_i(t) = I_i(t) / P_i(t)$$

Плотность населения выражается соотношением

$$R_i(t) = P_i(t) / s_i$$

s_i - площадь региона.

Предполагается, что зависимость качества жизни от перечисленных параметров не является линейной, а имеет «уровни насыщения». Например, при увеличении заработной платы выше некоторого большого значения, дальнейшее её увеличение не оказывает решающего воздействия на качество жизни. Для математического описания такого процесса используется следующая гладкая нелинейная функция $sign_s$

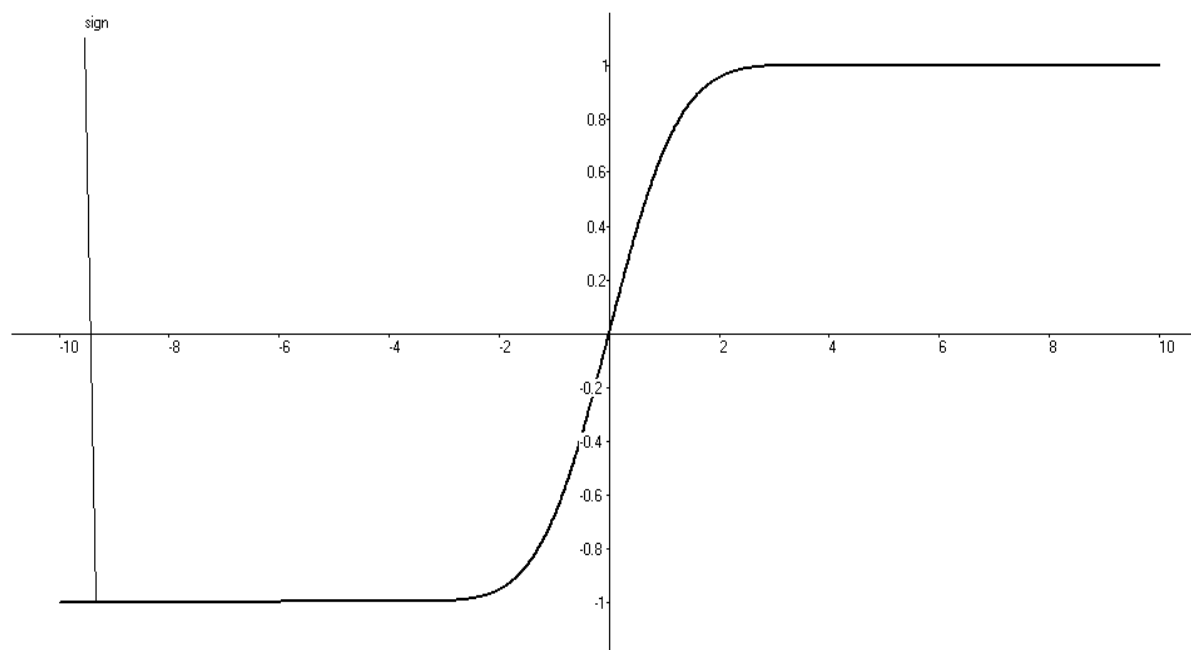


Рис.1 График функции $sign_s$

Используя эту функцию, **качество жизни в регионе** Q_i описывается следующим соотношением

$$Q_i = \text{sign}_s \left(\frac{2F_i(t)}{q_F X(t)} \right) \text{sign}_s \left(\frac{2S_i(t)}{q_S X(t)} \right) \text{sign}_s \left(\frac{2}{q_R R_i(t)} \right)$$

q_F - коэффициент зависимости качества жизни от уровня обеспеченности основными фондами,

q_S - коэффициент зависимости качества жизни от уровня обеспеченности зарплатой,

q_R - коэффициент зависимости качества жизни от плотности населения,

$\frac{F_i(t)}{X(t)}$ - количество основных фондов в соответствии с текущим уровнем цен, приходящихся на одного жителя региона,

$\frac{S_i(t)}{X(t)}$ - количество товаров, которое может купить на зар. плату житель региона.

Предполагается, что интенсивность миграционного потока между двумя выбранными регионами обусловлена разницей в качестве жизни в регионах и расстоянием между столицами регионов. Отдельно учитывается поток миграции из каждого региона в каждый. 19

Для математического описания такого процесса используется нелинейная функция Хевисайда h , график которой приведён на рисунке 2. Подобный выбор обусловлен необходимостью разделения между собой потоков в разном направлении. Именно применение этой функции позволяет избавиться от отрицательных миграционных потоков, что позволяет выписать уравнение миграционных потоков.

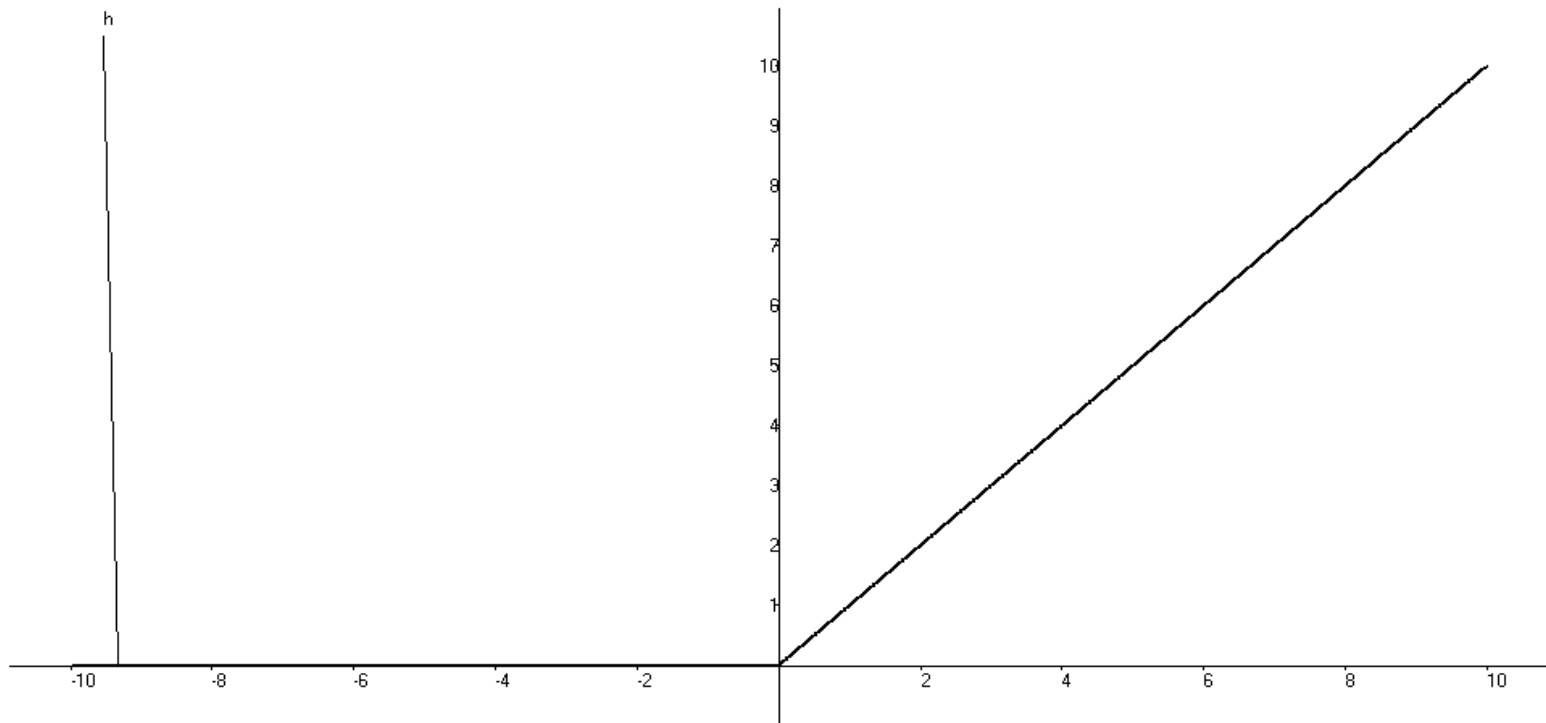


Рис. 2 Функция Хевисайда h

При помощи этой функции **миграционный поток** K_{ij} из региона i в регион j ($i \neq j$) описывается соотношением

$$K_{ij}(t) = k_m \frac{1}{D_{ij}} h(Q_j(t) - Q_i(t)) \cdot P_i(t)$$

k_m - коэффициент мобильности населения (задается сценарием развития),

D_{ij} - расстояние между столицами регионов i и j в тыс. км.

Суммарный миграционный поток в регион j определяется

соотношением $M_{in}^j = \sum_{i=1}^N K_{ij}$ а суммарный поток из региона i $M_{out}^i = \sum_{j=1}^N K_{ij}$

Общие константы для всех регионов

a — коэффициент выбытия фондов,

f — коэффициент воспроизводства населения

c — множитель стоимости строительства инфраструктуры,

e - множитель эффективности производства

В принципе модель позволяет влиять на задание стратегий инвестиций. В докладе был рассмотрен инерционный вариант развития, предполагающий, что существующие тенденции перераспределения сохранятся и в будущем. Но кроме исследования сложившихся тенденций **модель позволяет рассматривать различные сценарии развития. Описание такого сценария включает задание некоторых законов перераспределения продукта между регионами (налоговая политика, отток капитала и т.д.) и инвестициями в основные фонды.** Фактически используемые соотношения описываются для каждого сценария отдельно. Задание фактических моделей налогообложения, инвестирования в регион, инфляции варьируется в зависимости от исследуемого сценария развития. Могут быть применены различные подходы. Например, для каждого региона вычисляется его инвестиционная привлекательность, которая влияет на перераспределение валового регионального продукта. В качестве альтернативного сценария может рассматриваться прямое задание перераспределения, как результат государственной политики поддержки региона. Модель позволяет анализировать последствия применения финансовых стратегий, исследовать заданную долгосрочную стратегию перераспределения ресурсов: миграцию и инвестиции.

Выводы

- Очевидно, что необходимо расширить интервал идентификация модели до 2011г., но официальных статистических данных по валовому региональному продукту пока не опубликовано. Модель позволяет оценить влияние того или иного фактора на развитие, увидеть интересные зависимости. Например, работа с **моделью показала исключительную важность даже незначительного повышения эффективности производства.**
- В перспективе до 2030 года инерционный сценарий развития не привел бы к уменьшению дифференциации регионов России по уровню доходов и инвестициям в основные фонды на душу населения, а значит, и по качеству жизни.
- Для Российской Федерации в целом и для ряда регионов по ключевым социально-экономическим показателям (ВВП, инвестиции в основные фонды, валовой региональный продукт, среднедушевые доходы и др.) в период с 2000 г. по 2007 г. наблюдался их устойчивый рост. Но даже при таком, казалось бы, благоприятном варианте развития многие проблемы так и остались нерешенными, в частности, растущая как внутрирегиональная, так и межрегиональная дифференциация населения по уровню доходов, что усиливает, в том числе, политическую нестабильность в стране.

- Финансовая стратегия в модели задается сценарно. Это обусловлено тем, что в процессе моделирования наибольшее затруднение возникло при разработке финансового блока модели. В частности, идентификация показала, что движение финансовых потоков между регионами не всегда соответствует общепризнанными экономическими законами функционирования рыночной экономики.
- Сравнительный анализ статистики по основным социально-экономическим показателям исследуемых региональных систем и моделирование межрегионального развития выявили диспропорцию в уровне жизни населения в промышленно развитых регионах с одной стороны, и Москвы – с другой стороны. Сложившаяся социально-экономическая ситуация способствует оттоку населения из этих регионов и в будущем может привести к катастрофическим последствиям, в том числе, и к потере богатых природными ресурсами территорий.
- При идентификации выявилось несоответствие темпов роста валового регионального продукта и размеров инвестиций в основные фонды по Уральскому ФО.

- Население Юга России сокращается именно по причине миграции в более благополучные с точки зрения качества жизни регионы, поскольку именно экономическая составляющая пока играет решающую роль для оценки качества жизни в регионе. Климатические условия, экологическая обстановка на юге России привлекательна для жителей других регионов, но нестабильная ситуация в целом по Югу России, террористическая активность, коррупция не способствуют притоку инвестиций на Северный Кавказ. Если сравнить качество жизни населения Москвы и Юга России, то моделирование наглядно демонстрирует, что дифференциация по качеству жизни велика, и разрыв только увеличивается при базовом сценарии развития. Поэтому отток населения из Южных регионов неизбежен, если не предпринимать кардинальные меры по улучшению качества жизни.
- Моделирование выявило еще одну опасную тенденцию. Дальневосточный ФО уже в настоящее время развивается автономно, и его связи с остальными регионами России очень слабые. Даже многократное улучшение таких показателей, как инвестиции в основные фонды, повышение эффективности производства и уровня доходов населения не приводят к существенному увеличению численности населения в этом регионе.

- Таким образом, наиболее неблагоприятен полученный инерционный вариант развития для Юга России и Дальневосточного Федерального округа. В таких стратегически важных для страны регионах, обладающих исключительным потенциалом для реализации стратегии устойчивого развития, численность населения при инерционном сценарии будет сокращаться, а основные социально-экономические показатели останутся существенно ниже, чем в среднем по России.

- Наибольшее взаимовлияние, по-прежнему, испытывают региональные системы Европейской части России. Они взаимосвязаны между собой, прежде всего, миграционными и финансовыми потоками. Например, при незначительном увеличении инвестиций в основные фонды Приволжского ФО меняются рассматриваемые в модели социально-экономические показатели не только этого региона, но и Москвы, Центральных округов, Юга России.

- На современном этапе развития России решение демографических проблем объявлено приоритетной задачей. Сценарный анализ показал, что увеличение доходов населения и улучшение обеспеченности населения инфраструктурой не приводят к быстрым результатам. Наблюдается миграция в регионы с лучшими социально-экономическими показателями, но в целом по стране не происходит существенного роста численности населения до 2030 года.

- Гранберг А.Г.. Основы региональной экономики: учебник для вузов. Гос. Ун-т – Высшая школа экономики. – 5-е изд. [стер.]. – М. Изд.дом ГУ ВШЭ, 2006 г., 495 с
- Матросов В.М. Развитие человеческого потенциала и стратегия устойчивого развития в XXI веке // Ноосфера 15'. – 2002 г., С. 25-31.
- Матросов В.М., Измоденова-Матросова К.В. Учение о ноосфере, глобальное моделирование и устойчивое развитие. Курс лекций. - М.: Academia, 2005 г., 368 с.
- Моделирование и управление процессами регионального развития/ Под ред. С.Н. Васильева. – М.: Физматлит, 2001 г., 432 с.
- Моделирование социо-эколого-экономической системы региона/ Под ред. В.И. Гурмана, Е.В. Рюминой. – М.: Наука, 2001 г., 175 с.
- Новая парадигма развития России (Комплексные исследования проблем устойчивого развития) / Под ред. В.А. Коптюга, В.М. Матросова, В.К. Левашова. Второе издание. - М.: Издательство «Академия», Иркутск: РИЦ ГП «Облинформпечать», 2000 г., 460 с.
- Нигматулин Р.И., Нигматулин Б.И. Кризис и модернизация России – тринадцать теорем (<http://www.mk.ru/economics>, www.nigmatulin.ru)
- Сиразетдинов Т.К. Динамическое моделирование экономических объектов. – Казань: «Фэн», 1996 г., 223 с.
- Сиразетдинов Т.К., Родионов В.В., Сиразетдинов Р.Т. Динамическое моделирование экономики региона. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005 г., 320 с.
- Форрестер Дж. Мировая динамика. – М.: Наука, 1978 г., 167 с.