

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*На правах рукописи*



**БОРИСОВА ДИНА ВЛАДИМИРОВНА**

**РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
АППАРАТА ОЦЕНКИ УРОВНЯ И ОБОСНОВАНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ  
РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ  
МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ**

Специальность 08.00.13 – Математические и инструментальные  
методы экономики

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Научный руководитель  
доктор технических наук,  
профессор Горелова Г.В. \*

Ростов – на - Дону 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТА СОЦИАЛЬНО–ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ .....	14
1.1 Сущность и тенденции развития межрегиональной экономической интеграции .....	14
1.2 Формирование свойств системной интегрированности трансрегионального экономического пространства в процессе межрегионального взаимодействия .....	22
1.3 Методы исследования межрегиональной экономической интеграции .....	30
1.4 Выводы .....	43
2 РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО- МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ОЦЕНКИ УРОВНЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ НА ЮГЕ РОССИИ .....	45
2.1 Разработка инструментально-математического аппарата исследования процесса межрегиональной экономической интеграции .....	46
2.2 Определение показателей межрегиональной экономической интеграции регионов ЮФО .....	60
2.3 Выводы .....	94
3 ИМИТАЦИОННОЕ КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ РЕГИОНОВ ЮГА РОССИИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ ИХ РАЗВИТИЯ .....	95
3.1 Разработка обобщенных когнитивных моделей межрегиональной экономической интеграции .....	95

3.2	Разработка когнитивных моделей межрегиональной экономической интеграции Ростовской области с регионами Юга России на примере Краснодарского края .....	120
3.3	Практические аспекты реализации интеллектуальной системы поддержки и принятия решений .....	143
3.4	Разработка рекомендаций по обоснованию направлений развития процесса межрегиональной экономической интеграции и дорожной карты совершенствования инструментария мониторинга .....	147
3.5	Выводы .....	150
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....		151
Список использованных источников .....		155
Приложения .....		167

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность темы диссертационной работы.** Обеспечение устойчивого роста российской экономики является одной из важнейших задач современного общественного развития. Решение этой задачи тесно связано с углублением межрегиональной экономической интеграции, которая позволяет использовать совокупность ресурсов регионов-партнеров для интенсификации их социально-экономического развития. Межрегиональную экономическую интеграцию можно рассматривать как многосторонний процесс, охватывающий разнообразные производственно-хозяйственные связи, социально-экономические отношения, возникающие между мезаэкономическими хозяйствующими субъектами – регионами страны. В качестве системообразующей основы такого процесса выступают экономические интересы субъектов трансрегиональных связей. Для поиска и нахождения рациональных и эффективных решений по углублению межрегионального сотрудничества необходима объективная оценка сложившегося уровня, потенциала и ограничений процесса межрегиональной интеграции. Для оценки состояния и перспектив развития межрегиональной экономической интеграции (наряду с другими ее видами: производственно-технологической, информационно-коммуникационной и т.д.) приоритетным является анализ состояния и тенденций развития межрегионального товарообмена как носителя интеграционно-экономических функций.

Используемые для этих целей на практике методы и средства исследования процессов межрегиональной экономической интеграции, анализа и оценки ее сложившегося уровня не всегда адекватно отражают реальные условия функционирования экономически интегрируемых регионов. Поэтому необходимость развития известных и разработки новых подходов и методов исследования процессов межрегиональной интеграции, оценки инструментов и методов принятия управленческих решений по ее активизации и повышению эффективности доказывают актуальность выбранной темы диссертации.

**Степень разработанности проблемы.** Исследованию проблем межрегиональной экономической интеграции посвящены известные труды



отечественных и зарубежных ученых. Региональные интеграционные процессы в трудах зарубежных экономистов Будвиль Ж.-Р., Мюрдаль Г., Перру Ф., Фридман Дж. и др., развивающих направление диффузионных теорий, рассматривались ими с точки зрения процессов структурных преобразований с наличием ряда центров развития. Основными представителями теории экономического пространства в формате межрегиональной интеграции являются ученые Жан К., Мильнер Б., Савон П., Чекмарев В., Янг М. и др.

Различные аспекты анализа межрегиональной интеграции, в том числе развитие рыночной теории международных и межрегиональных торгово-экономических отношений, а также логистических принципов управления товаропотоками, рассмотрены в трудах Абалкина Л., Адамеску А, Баллоу Р., Виленского А., Гранберга А, Колодиной Е., Леонтьева В., Леш А., Некрасова Н., Олин Б., Портера М. Рикардо Д., Самуэльсона П., Смита А., Суслова В., Суспицина С., Хекшер Э., Шапиро Р. и др.

Вопросам математического и когнитивного моделирования, в том числе сложных социально-экономических систем, посвящены работы Абрамовой Н, Авдеевой З., Барановской Т., Бершицкого Ю., Бурды А., Гореловой Г., Кацко И., Кульбы В., Максимова В., Аткина Р. (*R. Atkin*), Дж. Касти (*J. Casti*), Поповой Е., Ф. Робертса (*F. Roberts*), Трубилина А., Лойко В., Луценко Е., Хорошевского В. и др. Вместе с тем авторами не рассматривались возможности когнитивного моделирования с учетом нечеткости исходных данных и возможности создания интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений.

Анализ показал, что несмотря на широкий спектр выбора объекта и предмета анализа в трудах российских и зарубежных ученых, вопросы оценки сложившегося уровня и обоснования направлений развития процесса межрегиональной экономической интеграции остаются недостаточно разработанными.

Изложенное свидетельствует о том, что развитие теории и методологии исследования процессов межрегиональной экономической интеграции, разработка механизмов оценки инструментально-функционального потенциала межрегиональной интеграции как драйвера социально-экономического

развития регионов – партнёров для ее совершенствования позволяет восполнить недостающие элементы в вопросах исследования рассматриваемой предметной области.

### **Цель и задачи исследования.**

Цель исследования – разработка инструментально-математического аппарата оценки уровня и обоснования направлений развития межрегиональной экономической интеграции, обеспечивающих совершенствование принимаемых управленческих решений по повышению ее эффективности (на примере ЮФО).

Для достижения поставленной цели определены *следующие задачи*:

1. Обобщить и систематизировать теоретико-концептуальные положения межрегиональной экономической интеграции как экономического феномена и инструмента социоэкономического развития.

2. Модернизировать инструментально-математический аппарат анализа процесса межрегиональной экономической интеграции для обоснования направлений его развития.

3. Разработать методику оценки уровня развития межрегиональной экономической интеграции.

4. Разработать нечеткие модели процессов межрегиональной экономической интеграции на основе формализации системы факторных и результативных признаков с применением их логико-лингвистического описания.

5. Обосновать и предложить концепцию формирования инструментальных средств поддержки принятия управленческих решений при модернизации программ межрегиональной интеграции Ростовской области с другими субъектами федеральных округов РФ на основании последовательного использования аппарата когнитивного моделирования и теории нечетких множеств.

**Объект исследования.** Региональные социально-экономические системы Южного федерального округа Российской Федерации.

**Предмет исследования.** Процесс межрегиональной экономической интеграции южных регионов России, инструментально-математический аппарат анализа и оценки уровня развития социально-экономических процессов регионов.

**Область исследования.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с паспортом научной специальности «08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики: 1.5. Разработка и развитие математических методов и моделей глобальной экономики, межотраслевого, межрегионального и межстранового социально-экономического анализа, построение интегральных социально-экономических индикаторов; 2.6. Развитие теоретических основ методологии и инструментария проектирования, разработки и сопровождения информационных систем субъектов экономической деятельности: методы формализованного представления предметной области, программные средства, базы данных, корпоративные хранилища данных, базы знаний, коммуникационные технологии».

**Теоретико-методологической основой исследования** послужили работы российских и зарубежных ученых в области анализа природы процесса интеграции региональных экономических систем, основывающейся на взаимном интересе их субъектов хозяйствования в совместной реализации проектов межрегионального экономического сотрудничества, а также выявления эвристического потенциала аппарата экономико-математического и когнитивного моделирования, методов нечеткой логики и статистического анализа. В качестве эмпирического материала использовались данные Росстата РФ, региональных органов статистики и других информационных источников.

**Инструментально-математический и методический аппарат исследования** при решении поставленных задач составили: историко-логический подход; классификация, синтез, дедукция и индукция; экономико-математическое и когнитивное моделирование; методы анализа динамических рядов индикаторов социально-экономического развития регионов; методы

многокритериального анализа, нечеткой логики, методы социально-экономической статистики.

Количественная и качественная информация, необходимая для построения экономико-математических и когнитивных моделей и функций принадлежности обрабатывалась с помощью современных программных продуктов: *Microsoft Excel*, пакета прикладных программ *Fuzzy Logic Toolbox* среды *MatLab*, эконометрического пакета *Gretl*, оригинальной программной системы *CMLS*, а также авторским инструментально-методическим аппаратом исследования межрегионального экономического взаимодействия.

**Информационно-эмпирическая и институционально-нормативная база исследования** включает данные зарубежных и российских источников о процессах интеграции региональных экономик, официальных документов государственных органов статистики (Росстат РФ, в том числе «Регионы России», «Социально-экономическое развитие РФ»), законодательных и нормативных документов государственных органов Российской Федерации, стратегии социально-экономического развития регионов России, в том числе официального сайта Министерства экономического развития Ростовской области, статистической отчетности Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области, данных научной литературы и Всемирной информационной сети, а также аналитических и эмпирических наработок автора. Обработка, систематизация и анализ перечисленных документов обеспечили достоверность результатов исследования и аргументированность практических рекомендаций.

**Рабочая гипотеза диссертационной работы.** Применение совокупности математических методов и программных средств, основанных на теории нечетких множеств и когнитивном моделировании сложных систем, будет способствовать повышению методического уровня исследования процессов межрегиональной экономической интеграции, обоснованию направлений ее эффективного развития путем внедрения в деятельность администрации регионов авторской модельной интеллектуальной системы мониторинга

межрегионального взаимодействия и поддержки принятия управленческих решений (ИСППР).

**Научная новизна исследования** заключается в авторском обосновании и развитии инструментально-математического аппарата, основанного на теории нечетких множеств и когнитивного моделирования, предназначенных для исследования сложных социально-экономических систем и процессов, в том числе процесса межрегиональной экономической интеграции, и объединяющих в единую систему методов: оценки уровня межрегиональной экономической интеграции (построение интегрального социально-экономического индикатора, измерения амплитуд временных рядов показателей социально-экономической системы, индексного анализа), формализованного представления предметной области исследования в виде функций принадлежности, разработки когнитивных моделей и на их основе прогнозирования возможных сценариев развития процессов межрегиональной экономической интеграции, совокупность которых составляет основу инструментария для формирования базы знаний интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений, способствующих повышению эффективности интеграционного взаимодействия экономик регионов.

Наиболее значимые результаты, содержащие элементы научной новизны, состоят в следующем:

1. Обобщены и систематизированы теоретико-концептуальные положения межрегиональной экономической интеграции как экономического феномена и инструмента социоэкономического развития; уточнено содержание категории «межрегиональная экономическая интеграция», в котором, в отличие от существующих трактовок, более полно отражены его основные свойства (общность экономических интересов, целостность, системная упорядоченность, динамичность, внутренняя саморегулируемая управляемость), признаки и факторы межрегионального взаимодействия.

2. Сформирован и предложен авторский инструментально-математический аппарат исследования социально-экономических систем, отличающийся от существующих адаптацией и развитием подходов и методов

когнитивного моделирования к особенностям анализа и оценки процесса межрегиональной экономической интеграции с учетом неопределенности экономических факторов и способствующий повышению качества принимаемых управленческих решений, направленных на совершенствование его развития.

3. Разработана методика оценки уровня развития межрегиональной экономической интеграции, позволяющая диагностировать состояние интеграционных процессов регионов, отличающаяся от существующих методических подходов построением интегрального социально-экономического индикатора, учитывающего многокритериальность и неоднородность шкал показателей социально-экономического развития интегрируемых субъектов.

4. Реализован новый подход к развитию инструментария проектирования информационных систем юга России и разработаны нечеткие модели описания процесса межрегиональной экономической интеграции регионов, отличающиеся от существующих формализованным представлением исследуемой предметной области, опирающимся на логико-лингвистическое описание показателей товарооборота, транспортного сообщения, систем связи, социально-экономического развития и других особенностей интегрируемых регионов.

5. Предложены архитектура и структура баз знаний для формирования модельной интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений (ИСППР) на основе результатов мониторинга и прогнозирования развития процессов межрегиональной экономической интеграции, отличающаяся формализованным представлением предметной области в виде гибридной базы знаний с элементами продукционных, нечетких и когнитивных моделей, частично реализованная при разработке и сопровождении системы мониторинга, прогнозирования и принятия решений «Товарообмен Ростовской области с субъектами РФ».

**Теоретическая значимость результатов исследования** состоит в авторском концептуальном подходе к исследованию сложных социально-экономических систем и процессов, в том числе процесса межрегиональной

интеграции, функционирующего в условиях неопределенности и динамически изменяющегося под воздействием множества факторов, формализация и имитационное моделирование которого реализованы на основе применения разработанного инструментально-математического аппарата, представляющего собой систему из адаптированной к решению задач межрегиональной экономической интеграции методологии когнитивного моделирования сложных систем и аппарата нечетких множеств для оценки уровня и обоснования направлений развития межрегиональной интеграции с учетом качественной природы факторов, определяющих этот уровень.

Полученные в работе выводы и предложения развивают методологию анализа и прогнозирования поведения сложных экономических систем и могут выступать в качестве концептуальной базы обоснования направлений развития и повышения эффективности процессов межрегиональной экономической интеграции.

Результаты исследований применяются в учебном процессе ЮФУ и ДГТУ по дисциплинам «Экономико-математическое моделирование», «Методы принятия управленческих решений», «Менеджмент устойчивого развития», «Теоретические основы прогнозирования» и др.

**Практическое значение** имеют сформулированные автором выводы и рекомендации, модернизированный инструментально-математический аппарат когнитивного моделирования социально-экономических процессов и систем, в том числе экономической интеграции регионов, разработанные сценарии развития межрегиональных связей, информационная система поддержки принятия управленческих решений, которые могут быть использованы органами государственного регионального управления для укрепления межрегиональных экономических связей, развития интеграционных процессов между регионами страны.

Научные результаты диссертации создают концептуальную базу для углубленного анализа состояния социально-экономических процессов в регионах юга России, в том числе процесса их межрегионального экономического взаимодействия как формы интеграционного процесса и

драйвера развития единого экономического пространства ЮФО, повышения эффективности его функционирования.

Положения диссертации могут быть использованы органами государственного регионального управления (Министерствами экономического развития регионов ЮФО и других Федеральных округов РФ) при разработке стратегий и программ совершенствования механизмов межрегионального экономического взаимодействия, а также научно-исследовательскими организациями, принимающими участие в решении проблем межрегиональной интеграции.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования докладывались и были одобрены на международных и всероссийских научных конференциях в период с 2015 г. по 2020 г. (в гг. Белгороде, Ростове-на-Дону, Смоленске, Санкт-Петербурге, Ретимно, Греция, *Sozopol, Bulgaria* и др.).

Основные положения и результаты исследования использованы Министерством экономического развития Ростовской области, а также в учебном процессе ЮФУ и ДГТУ. Работа выполнялась в соответствии с госбюджетной тематикой НИР ДГТУ, а также в соответствии с заданиями Министерства экономического развития Ростовской области в 2016 – 2019 годах (договор № 85 от 04.09.2019 г. (Тема: «Ведение, доработка, пополнение базы данных «Товарообмен Ростовской области с субъектами Российской Федерации»; №34 от 02.05.2017 г.; № 33 от 24.04.18; № 85 от 04.09 2019 г.); в 2018 – 2019 гг. (договор № 242 от 02.11.2018 г. ООО «Техцентр Дон»).

**Публикации результатов исследования.** Основные положения диссертации опубликованы в 38 научных работах, в том числе в 3 коллективных монографиях, 3 статьях, включенных в международную базу *SCOPUS*, 5 статьях в журналах из списка изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

**Структура и объем диссертационной работы** последовательно раскрывает цель и задачи исследования. Диссертация представлена на 166 страницах машинописного текста, состоит из введения, трех глав, содержащих



9 параграфов, заключения, списка использованных источников, включающего 112 наименований, 8 приложений, включает 52 рисунка и 43 таблицы.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Теоретико-концептуальные положения развития межрегиональной экономической интеграции, как экономического феномена и инструмента социохозяйственного развития

2. Авторский инструментально-математический аппарат исследования межрегиональной экономической интеграции, состоящий из адаптированных методов когнитивного моделирования сложных социально-экономических процессов и систем и учитывающий неопределенность экономических факторов.

3. Методика оценки уровня межрегиональной интеграции, представляющая собой совокупность методов и моделей, позволяющих оценить состояние интеграционных процессов регионов и структурные сдвиги на товарных рынках ЮФО: аналитического описания комплекса показателей социально-экономического развития регионов в виде интегрального социально-экономического индикатора, учитывающего многокритериальность задачи и предназначенного для диагностики развития экономики региона; оценки амплитуд временных рядов показателей социально-экономической системы для определения уровня развития интеграционных связей; индексного анализа.

4. Формализованное представление предметной области – межрегиональной экономической интеграции, в виде нечетких моделей описания факторов, влияющих на интеграцию регионов Юга России.

5. Структурная схема ИСППР, включающая блоки баз данных, знаний, нечетких и когнитивных моделей; когнитивные карты межрегиональной экономической интеграции, результаты исследования свойств этих карт и сценарное моделирование; элементы информационной системы мониторинга «Товарообмена Ростовской области с субъектами РФ».

# 1 ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

## 1.1 Сущность и тенденции развития межрегиональной экономической интеграции

Актуальность определения новых направлений повышения эффективности производственных процессов обусловлена тенденциями современного хозяйственного развития. Исследование приоритетов, интеграционных тенденций, закономерностей экономической динамики регионов предполагает формирование единой концепции развития национального и регионального хозяйства, в том числе и межрегиональной интеграции. Понятие межрегиональной экономической интеграции, в этой связи, является ключевым и связано с понятием регион.

Понятие регион является многомерным, что позволяет рассматривать его в различных аспектах – природном, географическом, территориально-отраслевом, производственно-экономическом, политическом, социальном и т.д. Также следует соблюдать четкое разграничение понятий район, территориальная система, экономическое пространство, которые часто используются исследователями при анализе явлений региональной экономики. Нечеткость определения понятий приводит к невозможности формирования четкой позиции по определению экономической сущности региона и механизма оптимизации межрегиональных связей. Известно, что ряд ученых регион связывает с определенной территорией.

Регион, согласно позиции А.Г. Гранберга, есть «определенная территория, отличающаяся от других территорий по ряду признаков и обладающая некоторой целостностью, взаимосвязанностью составляющих ее элементов» [31, с. 16]. Понятие регион как формы территориального развития производственных отношений и производительных сил рассмотрено Н.Н. Некрасовым [58]. Само понимание сущности региона как образования территориального характера трактуется тоже неоднозначно. Л.Н. Коган под

регионом имеет в виду любую самостоятельную в хозяйственно-экономическом и административном отношении территорию. Синтезируя рассмотренные подходы, можно отметить, что регион характеризуется целостностью и единством воспроизводственного процесса и является неотъемлемой составной частью национального экономического комплекса [24, 46].

Основы формирования федеральной региональной политики определены основными правовыми документами, в том числе, Конституцией Российской Федерации и другими нормативно-правовыми актами, в которых регионы выступают как субъекты РФ [1 - 5]. Так в «Основных положениях региональной политики государства» регион трактуется как часть пространства страны, характеризующейся общностью природных, социально-экономических, национально-культурных и других условий. Регион может объединять территории ряда субъектов РФ или совпадать с границами их территорий.

Выявление особенностей и тенденций межрегионального взаимодействия, его стратегических приоритетов должно носить концептуальный характер. Исследование данных процессов позволит рассмотреть межрегиональные взаимоотношения не только как факторы социально-экономического развития. Четкая концепция должна стать основой региональной политики административно-территориальных образований, что позволит сформировать инструментарий их стратегических преобразований.

Такой подход подчеркивает, что в основе межрегионального взаимодействия лежат региональные интересы, побуждающие строить систему экономического взаимодействия с учетом собственных возможностей и стратегических целей [5 - 10]. Именно экономические интересы и мотивация регионов лежат в основе действий региональных органов власти, что дает возможность разумно хозяйствовать и выстраивать стратегические межрегиональные взаимосвязи длительного и масштабного формата.

Не стоит также забывать и о присущей рыночной системе конкурентности межрегиональных отношений. Именно поэтому каждому региональному субъекту так важно реализовать систему конкурентных

преимуществ. Это демонстрирует, что отношения взаимодействия есть не только отношения сотрудничества и развития интеграционных связей. Это прежде всего, несовпадение и даже противоположность региональных интересов. Такая трактовка предполагается как «взаимная связь явлений», а не только как «взаимная поддержка» [67]. Многие отечественные исследователи подчеркивают не только необходимость межрегионального сотрудничества, но и актуализируют проблему межрегиональной конкуренции [42, 85].

Эти две стороны межрегионального взаимодействия отражают объективный характер происходящих процессов, с одной стороны, регионы стремятся к экономическому сотрудничеству, с другой – к усилению своих конкурентных позиций. Так формируются отношения межрегионального сотрудничества и взаимодействия с регионами-партнерами.

Множество концептуальных позиций по поводу глубинной сущности экономической интеграции опирается на следующие теории:

- диффузные, исследующие процесс рассматривания импульса поступательного развития интеграционных функций;
- ресурсные, раскрывающие потенциал процессов интеграции;
- пространственные, акцентирующие внимание на территориально - зональном аспекте развитии интеграционных процессов;
- собственно интеграционные, выявляющие партнерские взаимосвязи субъектов – участников этого процесса.

Безусловно, каждая из этих теорий конструктивна, т.к. рассматривает важнейшие принципы динамического развития экономики. Постулаты диффузных теорий базируются на принципе непрерывности интеграционных процессов и неизбежности диспропорций, которые могут возникнуть в результате этого процесса [23].

Ресурсные теории обосновано анализируют основные компоненты экономического потенциала регионов, в том числе и производственного, а также преимущества, вытекающие из интеграционных форм его использования.

Дж. Фридманом развивается теория полюсов, в основе которой лежит понятие «полюса роста», сформированного на определенных территориях и

имеющих государственную поддержку. Эти полюса являются центрами взаимодействия капиталов и ресурсной базы разных регионов и обуславливают развитие экономической интеграции. По Х. Зиберту целесообразность использования производственной функции для выявления возможностей развития региона, зависит от наличия и количества факторов производства.

Исследования Н. Барановского, Н. Колосовского базируются на пространственных теориях, которые акцентируют внимание на потенциале рационального и эффективного размещения производства, что также определяет уровень развития экономики региона.

Формирование территориально-производственных комплексов (ТПК) выступает пространственной формой экономической интеграции, согласно В. Четыркину [83].

Ряд экономистов, занимающихся анализом интеграционных процессов (Ю. Львов А. А. Радыгин, Брызгалин, Н. Рудык А. Малентьев, В. Дементьев, Р. Энтов, В. Плотников, Ю. Симачев) исследует специфику российских интеграционно-экономических отношений на разных этапах их развития. Вместе с тем, вопросы технологий межрегиональной экономической интеграции остаются недостаточно разработанными .

Некоторые экономисты считают, что одной из причин, сдерживающих экономическое развитие интеграционных процессов между регионами России, является административно-территориальная дифференциация страны.

Винокурова М., Колодина Е., др. связывают интеграцию с социально-экономическим развитием в формате трансрегионального пространства, чему способствует интенсификация хозяйственных связей [45, 49].

Основные положения и авторы рассмотренных теорий сгруппированы в табл. 1.1.

Основываясь на анализе вышеназванных теорий, можно прийти к следующим выводам:

- интеграция - процесс формирования социохозяйственных связей, его субъектов, способствующий экономическому развитию;

Таблица 1.1 – Разновидности основных теорий экономической интеграции

Основные теории экономической интеграции	Период развития	Основные представители	Название теории
Диффузионные: процесс постепенного взаимопроникновения хозяйственных связей одного субъекта в экономическое пространство другого и наоборот	1930-1950 гг.	Г. Мюрдаль	Теория кумулятивного развития
	1940-1950 гг.	С. Деннисон	Теория государственного регулирования регионального развития
		Э. Гувер	Теория государственного вмешательства (теория мер)
			Ф. Перру
	1960-1970 гг.	Т. Хагерstrand	Теория диффузий нововведений
		Ж.-Р. Будвиль	Теория полюсов роста в виде предприятий и отраслей
		Я. Тинберген	Математическая теория роста
Ресурсные: экономический рост, как производственная функция детерминированная наличным ресурсным постулатом	1930-1950 гг.	А. Леш	Теория самостоятельного регулирования экономики
		Л. Брю К. Макконелл	Теория зависимости регионального роста от ресурсов
	1970-е гг.	Х.Зиберт	Теория зависимости производственной функции от земли, труда, капитала, знаний в области техники
Продолжение таблицы 1.1			
Пространственные: экономическое развитие зависит от рационального размещения производств	1818-1860-е гг.	К. Арсеньев	Теория пространств
	1920-1930-е гг.	Н. Колосовский	Теория энерго производственных экономических районов СССР '
		В. Четыркин	Теория индивидуализации районов и учета их специфики
Интеграционные: взаимодействие хозяйствующих субъектов различных территорий и отраслей деятельности	1990 гг. до настоящего времени	А. Арзуманян, Е. Варга, М. Максимова, Ю. А. Адамеску	Теория интеграции международного уровня
		А. Адамеску	Проект трёхуровневой системы социально-экономического и административного районирования
		В. Кистанов	Проект сокращения субъектов Российской Федерации до 18
		В. Кириячук В. одколодиз-ный	Проект сокращения субъектов Российской Федерации до 20-22
		Е. Рейнгольд, М. Слипенчук	Международная и национальная интеграция
		Е. Колодина, А. Виленский	Межрегиональная интеграционная стратегия России
		С. Дубов, М. Зинченко	Интеграция социально-экономических систем

- ресурсный потенциал регионов выступает операциональной базой

интеграции, обеспечивая производственными факторами процесс экономического взаимодействия регионов;

- интеграция предполагает территориально-размещенческую оптимизацию дислокации хозяйствующих субъектов

- участников процессов экономического взаимодействия, объединение их ресурсов;

- сращивание экономик взаимодействующих субъектов и установление глубинных системообразующих экономических взаимосвязей - суть интеграционного процесса.

Основными (стратегическими) целями процесса интеграции являются как обеспечение занятости, так и повышение уровня и качества жизни населения.

Для достижения указанных целей интеграции необходимо решение следующих задач:

- углубление разделения труда в различных отраслевых и межотраслевых структурах, приводящее к формированию специализированных звеньев производственной цепочки и обуславливающие необходимость их интеграции;

- расширение внутренних и внешних хозяйственных связей, эффективное использование производственных факторов на основе единого координационного центра;

- обеспечение единства формообразующих процессов: специализации, кооперации и комбинирования производства, формирующих операциональную базу интеграции ;

- формирование условий, способствующих предпринимательской активности за счет привлечения внешних источников инвестирования;

- повышение эффективности производства за счет процесса интеграции;

- формирование интеграционных, инвестиционно-привлекательных территориально-экономических структур.

Интеграции присущи различные организационные формы, которые отражают уровни интеграционных процессов и каждый из которых имеет круг собственных задач, определяющих эффективное развитие экономической системы (табл. 1.2). [ 62,63,65,66].

Таблица 1.2 – Уровни и формы экономической интеграции

Уровни интеграции	Формы интеграции
Международный (мегаэкономический)	Транснациональные корпорации (ТНК), международные сети. Международные логистические системы, транспортно – интермодальные коридоры
Межрегиональный (макроэкономический)	Межрегиональные ТПК, межрегиональные кластеры, межрегиональные сети, магистральная инфраструктура
Внутрирегиональный (мезоэкономический)	Региональные кластеры региональные сети, региональные бизнес-группы, региональные ТПК (в плановой экономике)
Межфирменный (микроэкономический)	сетевая организация, консорциум, концерн, ассоциации

Интеграция содействует процессу интенсификации экономики, стимулируя инновационно-инвестиционные процессы, приводит к росту конкурентоспособности и эффективности экономики [38, 39, 82].

Экономическая интеграция является частью единого воспроизводственного процесса и при трансформации взаимоотношений субъектов хозяйствования меняет свойства экономического пространства. Повышение конкурентоспособности регионов страны и российской экономики, в целом, в дальнейшем приведет к уменьшению различий экономических условий функционирования субъектов хозяйствования, сохраняя, при этом, их уникальные преимущества.

Пространственный градиент развития экономики ранее не рассматривался учеными в качестве основополагающего системоформирующего фактора экономического развития. А. Маршалл считал, что наиболее важным для развития экономики выступает временной фактор по сравнению с пространственным. Однако, он также большое внимание уделял феномену территориальной концентрации производств. Он одним из первых определил стратегические пути развития производства. Первый путь предполагал развитие вертикальной интеграции множества небольших фирм с учетом внутренней экономии на масштабах производства, другой –



эффективное функционирование множества мелких и средних фирм в определенных районах с учетом внешней экономии на масштабах производства [54].

Исследования закономерностей межрегиональной интеграции основываются, в значительной мере, на теории размещения. Они дифференцируются на статические и динамические [52]. Пространственные теории размещения обусловлены международными тенденциями в развитии экономики, и, прежде всего, расширением рамок международной торговли. Представителем данной концептуальной идеи выступает теория Хекшера-Олина и в [67].

Межрегиональная интеграция выступает важнейшим фактором трансформации национальной модели экономического развития. Она способствует переходу от ресурсной экономики к экономике, ориентированной на инновационный путь развития. Такие преобразования способствуют повышению конкурентоспособности экономики России [81].

Исследование системы межрегиональной экономической интеграции в форме торговой хозяйственной связи позволяет определить скрытые ресурсы экономической системы, и выявить прогнозные направления процесса усиления экономических взаимозависимостей между регионами.

Межрегиональная интеграция базируется на взаимосвязи экономик регионов-партнеров, на единстве их экономических и социальных интересов. Создание федеральных административных округов, охватывающих совокупность регионов, связанных общностью различных интересов, отражает территориальный формат интеграции.

Таким образом, межрегиональная интеграция вызывая изменения в экономическом состоянии страны, приводит к трансформации ее хозяйственной системы. Межрегиональная интеграция - это обладающий доступностью и неисчерпаемостью организационно-антропогенный ресурс, пригодный для использования всеми хозяйствующими субъектами.

Преимуществом интеграционного ресурса, а также его востребованность, связана с возможностью обеспечения перспективных механизмов

экономического развития с учетом истощаемости природных ресурсов и специфики каждого региона.

Повышение эффективности функционирования межрегионального инновационного кластера, сформированного на основе инвестиционного потенциала, и обеспечение экономического роста может быть достигнуто на основе использования модернизированного инструментария оценки интеграционных связей. Наличие кумулятивного эффекта, обусловленного межрегиональной интеграцией, обеспечивает интенсивное развитие региональной и национальной экономики.

Таким образом, межрегиональная интеграция – это экономическая интеграция регионов в трансрегиональном пространственном формате. Развитая межрегиональная интеграция составляет операциональную базу единого экономического пространства страны. При этом высокий экономический потенциал межрегиональной интеграции реализуется на основе последовательной политики государства.

## 1.2 Формирование свойств системной интегрированности трансрегионального экономического пространства в процессе межрегионального взаимодействия

Интеграционные процессы, обуславливающие эффективность экономики страны основаны на базовых явлениях рыночного хозяйства – постоянном движении товаров, услуг, финансов, информационных ресурсов и т.д. Эти потоки материальных и финансовых ценностей и формируют, в конечном итоге, определенный уровень интенсивности межрегиональных связей, определяют взаимозависимость региональных экономик друг от друга.

Применение разнообразных подходов к исследованию трансрегионального экономического пространства выступает конструктивным способом выработки оптимальной концепции межрегиональной интеграции и попыткой разработки эффективных рекомендаций для осуществления практических мероприятий. Объективные закономерности развития

экономического пространства должны быть соблюдены с учетом особенностей национальной экономики в определенном временном интервале.

История становления российского экономического пространства отражает его неоднородность и наличие различных деформаций. А.Г. Гранберг подчеркивал невозможность автоматического разрешения данных проблем самой системой. Он считал, что требуется коррекция направленности происходящих экономических процессов с помощью политики государства и других сил, способных конструктивно изменить ситуацию. Для этого, по мнению Гранберга А.Г. необходимо иметь «стратегию территориального социально-экономического развития, рассчитанную как минимум на первую четверть 21 века» [31].

В этой работе под экономическим пространством понимается территория, вмещающая множество взаимосвязанных объектов, куда входят «населенные пункты, промышленные предприятия, хозяйственно освоенные и рекреационные площади, транспортные и инженерные сети и т.д.». Данная трактовка подчеркивает, что в отличие физико-географического восприятия пространства, хозяйственно освоенная территория предполагает множественность и разнообразие связей между элементами пространства. Также подчеркивается роль хозяйствующих субъектов, которая четко не определена в структуре экономического пространства [11].

Экономическое пространство есть многоаспектное понятие [56]. Характеристики экономического пространства (плотность, однородность, непрерывность, равномерность) связаны с территориальным размещением ресурсов и факторов производства. Одновременно, это есть система взаимосвязей, которые можно подразделить на статические (однородность, равновесность, целостность) и динамические. Фундаментальными свойствами экономического пространства выступают неоднородность и асимметричность. Рассматривая экономическое пространство как управляемую систему, следует подчеркнуть такие его свойства как скоординированность, кооперативность. Не менее важны такие его свойства как конкурентность, управляемость и т.д.

Эти свойства присущи не только всему национальному экономическому пространству, но и его отдельным региональным подсистемам.

Отправным пунктом дальнейшего исследования может стать вывод о современном понимании межрегиональной интеграции, которая есть процесс взаимопроникновения, сращивания воспроизводственных процессов; это есть формирование целостной системы интеграционных связей между регионами, подчиняющихся закономерностям развития любой системообразующей сущности.

Современная российская экономика постепенно приобретает характеристики современного мирового экономического пространства, одним из векторов эволюции которого является межрегиональная интеграция и дальнейшая модернизация хозяйственных связей внутри национальной и мировой экономики.

Выявление причин трансформации единого экономического пространства зависят от четкого понимания закономерностей развития его разноуровневых подсистем – экономик регионального, национального и мирового уровня.

Проведенный анализ развития межрегиональных связей свидетельствует о том, что нельзя сформировать единую концепцию пространственной организации экономики. Данная методологическая база не может быть исчерпывающей для анализа межрегиональных интеграционных взаимосвязей. Следует обратиться к дальнейшему исследованию системных характеристик экономического пространства и межрегиональной интеграции.

Таким образом, экономическое пространство, имеет свои закономерности развития:

- функционирование экономического пространства имеет две стороны: как базиса размещения основных факторов производства, и как среды взаимодействия хозяйствующих субъектов;

- состояние экономического пространства напрямую зависит от достигнутого уровня экономики и функциональной действенности институциональных форм взаимодействия агентов экономики;

- основной тенденцией развития экономического пространства выступает стремление к состоянию интегрированного взаимодействия всех территориальных субъектов.

Экономическое пространство обладает системной целостностью. Эта его сторона отражает степень взаимосвязей и зависимостей отдельных его подсистем и процессов, функционирующих в соответствии с заданными целями и требованиями. Вектор движения идет изнутри от центра к внешним границам системы, способствуя достижению естественного уровня качественной устойчивости системы, в целом.

При этом региональная система выступает как элемент всей макроэкономической системы, взаимозависимости и закономерности которой определяют функционирование подсистем более низкого порядка. В этом заключается системная целостность пространства, определяющая его структурную организацию.

Возникновение пространственной экономической системы обусловлено интеграцией с проявлением синергетического эффекта. Благодаря синергии интеграции потенциал межрегиональной экономической системы существенно превышает сумму потенциалов всех входящих в систему элементов.

Обеспечение межрегиональных экономических систем требованиям открытости, кооперативности и динамичности, связанной с изменчивостью двух основных характеристик рынка — спроса и предложения, позволяет отнести их к самоорганизующимся системам. Системная целостность межрегионального экономического пространства требует учета влияния факторов внутренней и внешней среды, анализа функционирования отдельных элементов (подсистем). При этом, каждый элемент системы обладает способностью вырабатывать внутренний импульс развития. Комплексный анализ надсистемы и подсистем обеспечивает корректное понимание любого системообразующего явления, в том числе, и системы межрегиональных экономических связей и способствует эффективному развитию интеграционных процессов [61].

«Экономический рост с учетом динамичного развития межрегиональных

связей зависит от нескольких факторов:

- пространственно-территориального расположения региона с учетом торгово-экономических и финансовых потоков;
- степени развитости транспортно-логистической инфраструктуры: состояния авиационных, морских, речных, железнодорожных, автомобильных магистралей, обслуживающих торгово-экономические взаимодействия;
- степени обеспеченности логистическими центрами и складскими помещениями оптовой торговли» [21].

Все результаты функционирования межрегиональных рынков с этой позиции можно разделить на следующие категории: - товары и услуги стратегического характера, связанные с обеспечением безопасности страны; - товары и услуги, производимые в регионе с позиции технологической рациональности; - товары и услуги, производимые для самостоятельного потребления региона в рамках его экономического пространства.

Существующие критерии ранжирования хозяйствующих субъектов национального хозяйства связаны с оценкой воздействия их уровня развития на процессы пространственного развития экономики России. В результате можно выделить слаборазвитые, депрессивные и развитые регионы [43].

Для слаборазвитых регионов характерны: недостаточная интенсивность хозяйственных процессов, низкий уровень жизни населения и структурированность экономики, в результате чего они отстают от других регионов по производственно-техническому уровню развития. К таким регионам сегодня можно отнести около 25 субъектов Российской Федерации (в т.ч. Адыгея, Калмыкия).

К депрессивным регионам относятся порядка 30 субъектов, это те регионы, которые, несмотря на достаточный производственно-технический потенциал, существенную долю промышленности в регионе и наличие высококвалифицированной рабочей силы находятся в состоянии депрессии. Следовательно, здесь можно отметить низкую инвестиционную активность, отсутствие инновационной активности, влияющие, в том числе, и на степень занятости населения (структурная безработица).

Развитые регионы выступают своеобразными донорами экономики. Среди них можно выделить индустриальные, аграрные и сырьевые. Именно они выступают полюсами активности и экономического роста и влекут за собой другие регионы путем «диффузии инноваций». Это около 15 регионов, которые и являются флагманами экономических процессов [55].

Преодоление же межрегиональных перекосов и асимметрии требует постоянного поиска адекватных и эффективных инструментов их устранения.

Спонтанный процесс (присущий рыночной экономике) углубления социально-экономической дифференциации регионов выступают барьером для дальнейшего развития интеграционного взаимодействия и снижает мотивационные стимулы развивающихся субъектов экономики.

Процесс межрегионального перераспределения ресурсов достаточно ограничен и не может, в полной мере, обеспечить поддержку отстающих регионов. Однако проблема сглаживания социально-экономических различий регионов остается достаточно актуальной.

Использование энергетического импульса инвестиций, как генератора интеграционных процессов и его воздействия на экономику региона является феноменом, основанном на синергетическом эффекте. Такой эффект формирует максимальный результат от сочетания процессов наращивания экономических ресурсов региона с возможностями интеграционных связей. Показателем развития данного процесса выступает динамика валового регионального продукта.

Можно выделить условия эффективности межрегиональной интеграции:

- востребованность такой формы взаимодействия сторонами-партнерами;
- единство геоэкономических и геополитических интересов субъектов;
- относительное равенство уровней социально-экономического развития;
- территориальная близость участников интеграционного процесса.

В результате проведенного качественного анализа выявлены эффекты от развития межрегиональной интеграции, выражающиеся в синергии и повышении целевых индикаторов социально-экономического развития

национальной экономики, таких как уровень благосостояния населения и качества жизни, уровень развития транспортно-логистической инфраструктуры, уровень занятости населения, уровень инвестиционной привлекательности и деловой активности, уровень устойчивого развития регионов, уровень экологически благоприятных условий жизнедеятельности населения регионов.

Интеграция основывается, прежде всего, на достаточной близости регионов по принципам формирования хозяйственного механизма, производственно-технической базе и характеру воспроизводственных процессов, по степени использования примерно однородной рабочей силы и по готовности регионов к интеграции.

Наличие существенных различий между регионами приведет к затруднению интеграционных процессов или к снижению эффекта от них. В таком случае экономические отношения ограничатся сферой торговли, эпизодическим перемещением капиталов, товаров или рабочей силы. Наличие неоднородности регионов может привести и к различному результату для каждого участника, к разнонаправленности последствий.

Территориальная близость дает позитивные возможности межрегиональной динамике за счет снижения транспортных затрат. Такие издержки связаны не только с ростом тарифов, но и гарантиями исполнения хозяйственных обязательств, рисками нарушения договоров, ростом расходов на административный персонал и т.д.

Таким образом, межрегиональная интеграция выступает драйвером социально-экономического развития и способствует росту уровня жизни населения регионов и страны, в целом. Регионы должны сформировать общий хозяйственный комплекс, основываясь на принципе комплиментарности. Именно это будет способствовать повсеместному развитию межрегиональной интеграции.

Для перспективного развития данного процесса необходимо наличие ряда факторов, связанных с уровнем имеющейся производственной и транспортно-логистической базы, которая должна стать фундаментом интеграционного сотрудничества.



Таким образом, к основным базовым выводам исследования системообразующих функций интеграционных процессов можно отнести:

1. Феномен экономического пространства основан на понимании системной целостности отдельных элементов, базирующихся на механическом единстве отдельных составляющих, связанных пространственными рамками. Это не просто совокупность отдельных подсистем, выполняющих различные целевые функции.

Формирование экономического пространства происходит в результате длительного исторического пути трансформации национальной экономики. Важнейшими свойствами являются: динамичность, управляемость, плотность, конкурентность, связность, организованность и др.

2. Выступая институциональным ресурсом, межрегиональная экономическая интеграция является фактором экономического развития. Неограниченность как характеристика интеграции позволяет ей стать незаменимым неисчерпаемым источником движения региональных экономик. Это - незаменимый эволюциогенный ресурс, которым обладают все хозяйствующие субъекты и который применим для эффективного формирования экономического пространства.

3. В работе выделены свойства межрегиональной экономической системы, взаимозависимости и закономерности которой определяют функционирование подсистем более низкого порядка: их управляемость; целостность отдельных подсистем; динамичность и внутренняя упорядоченность – все это характерные признаки межрегионального интеграционного процесса.

В процессе анализа были выделены свойства межрегиональной экономической интеграции: динамическое целенаправленное развитие региональных экономик; сглаживание уровней социально-экономического развития; интенсификация процессов кооперации и специализации. Процесс дальнейшего развития общественного разделения труда, обусловлен совершенствованием межрегиональных интеграционных связей и способствует достижению максимального экономического эффекта межрегиональной

интеграции, является основой современной государственной региональной политики.

### 1.3 Методы исследования межрегиональной экономической интеграции

Анализ литературы по вопросу межрегиональной экономической интеграции позволяет выявить основные постулаты методологических подходов к исследованию роли интеграционных процессов в формировании межрегиональных социально-экономических систем. [57]

Но такой анализ свидетельствует о том, что в данный момент нет единой теоретической концепции, способной интегрировать разнообразные методологические подходы в единую целостную систему знаний. Это обуславливает ограничение возможности использования эффективных методов практического действия, подкрепленных обоснованными исследованиями и разработками в рамках действующей парадигмы. Отсутствие единства методологии приводит к невозможности осуществления стройных логически последовательных действий практического характера.

Необходимость разработки действенного инструментария, способного анализировать взаимодействие хозяйствующих субъектов в трансрегиональном формате, является главной задачей в этой области. Рассмотрим кратко подходы и методы, которые предполагаем к использованию в нашем исследовании.

#### 1.3.1 Статистические методы исследования динамики трансграничного товарооборота регионов ЮФО

*Корреляционно-регрессионный анализ.* Один из традиционных математических методов при исследовании межрегиональной экономической интеграции и динамики трансграничного товарооборота регионов предполагает ее количественную оценку на основе методов корреляционно-регрессионного анализа. Данные виды анализа включают проверку наличия корреляционной связи, ее направления, проверки значимости коэффициентов корреляции,

построения регрессионной модели  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  исследуемой взаимосвязи между показателем  $y$  и факторами  $x$ . Для характеристики интенсивности изменения признаков во времени используют различные показатели динамических рядов [78]. Изучение динамики социально-экономического явления предполагает проверку нулевой гипотезы о наличии тренда; при его наличии, построение уравнения тренда и дальнейшая экстраполяция результатов.

*Индексный анализ для оценки изменения товарооборота и структурных сдвигов.* Товарооборот характеризует объем продаж в стоимостном выражении за заданный период времени.

Комплексное изучение товарных региональных рынков и анализ их состояния позволяет создать предпосылки, способствующие повышению степени экономической интеграции [17, 34]. Для осуществления анализа целесообразно использовать индексный метод, позволяющий изучить географическую структуру ввоза и вывоза товаров, оценить структурные сдвиги на товарных рынках, произвести сравнение показателей, получить новые результаты, характеризующие в динамике межрегиональное взаимодействие Ростовской области с регионами-партнерами ЮФО. Изучение проводилось по трем укрупненным видам продукции: продовольственного назначения (ПРН); непродовольственного назначения (НПРН); производственно-технического назначения (ПТН). Для решения подобных задач используется сводный индекс [78]:

$$I_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0},$$

где  $p_0 q_0$  и  $p_1 q_1$  – расчетный товарооборот соответственно в базисном и текущем периодах, млрд. руб.

### 1.3.2 Подход к исследованию устойчивости СЭС на основе анализа амплитуд колебаний показателей

Функционирование *социально-экономических систем (СЭС)* характеризуется динамизмом в своем развитии. При этом различают равновесные и неравновесные состояния системы. Развитие системы обусловлено переходом СЭС в неравновесное состояние (потеря ее устойчивости). Вместе с тем, высокоамплитудные колебания, характеризующие потерю устойчивости, на практике вызывают нарушения динамического баланса СЭС, и, в конечном счете, приводят к разрушению системы.

Особенности динамичного развития СЭС в последнее время и специфика Российского экономического реформирования создали предпосылки для разработки статистических показателей и индикаторов, на основе которых можно определить границы устойчивости/неустойчивости функционирования СЭС.

Учитывая мировую практику использования сравнительных оценок уровня развития различного рода СЭС (страна, географический регион и др.) в качестве индикатора определения границ устойчивости рассматривается амплитуда колебаний показателей социально-экономического развития региона, в частности, амплитуды колебаний величины дохода на одного жителя [77].

Для количественной оценки указанного показателя используются широко известные показатели вариации [78]. Предложено определять данный показатель «как среднеквадратическое отклонение по показателю ВВП на одного жителя, а также как относительное отклонение от матожидания по показателям ВВП на одного жителя.

$$A = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}}, \quad A = \frac{\sum \left| \left( \frac{x_i}{\bar{x}} - 1 \right) \times 100 \right|}{N}$$

где  $A$  – величина амплитуды колеблемости изучаемой СЭС;  $x_i$  – математическое ожидание величины среднедушевого ВВП для  $i$ -ой подсистемы,  $i = \overline{1, N}$ ;  $\bar{x}$  – математическое ожидание величины ВВП (ВРП);  $N$  – число подсистем на конкретном иерархическом уровне» [77].

### 1.3.3 Многокритериальный подход к определению интегрального индикатора уровня развития региона для оценки эффективности межрегиональной экономической интеграции

Проблемы анализа и оценки состояния социально-экономического развития регионов представляют собой значительный интерес, в том числе, с точки зрения выявления специфики разработки и применения инструментария для их оценки.

Сравнительный анализ существующих методов оценки уровня развития региона позволил выделить такие задачи как: мониторинг степени развития СЭС, стратификация регионов и их ранжирование, экстраполяция значений показателей развития региональных СЭС.

В современных условиях применяются различные методики оценки состояния социально-экономического развития региона, а также различного рода рейтинговые оценки [74, 75].

Использование рейтинговых методик, включает в себя следующие стадии:

- отбор исходных социально-экономических показателей; - создание системы сравнения индикаторов; - построение сводных рейтингов; - ранжирование регионов по рейтингам.

Несмотря на распространение рейтинговых оценок на практике целесообразно использовать и индексный, и критериальный методы.

Основная идея применения индексного метода для выявления различий в развитии регионов заключается в сопоставлении индекса цен и физического объема в различных периодах.

Задача оценки социально-экономического уровня развития регионов является многокритериальной и для ее решения необходимо учитывать множество разноименных и разнонаправленных показателей (ВРП, среднедушевые денежные доходы населения, объем розничной торговли, уровень безработицы, доля занятых в экономике, стоимость основных фондов, уровень преступности и т.д.). Применение многокритериального метода на

начальном этапе исследования предполагает формирование комплекса входных факторов социально-экономического развития регионов-партнеров для построения обобщенного показателя (интегрального индикатора уровня развития).

Данный обобщенный показатель, представленный в виде суперкритерия обеспечивает переход многокритериальной задачи в однокритериальную. На практике этот переход означает формирование суперкритерия вида [64]:

$$Q(x) = Q(q_1(x), q_2(x), \dots, q_N(x)).$$

Данный подход дает возможность упорядочить варианты решения на основе значений  $Q$ , и на основе упорядочивания определить лучший вариант. Также, необходимо определить NAP (направленность взаимодействия) - признак влияния фактора на результирующий признак. Показатель NAP может принимать значения 1 или 0 в зависимости от влияния фактора на результирующий признак (соответственно прямое или обратное).

Одним из эффективных способов построения суперкритерия при многокритериальном анализе является обобщенная функция желательности Харрингтона [64]. Данная функция позволяет отобразить натуральные значения частных критериев на безразмерной шкале желательности, которая изменяется от 0 до 1. Значения соответствуют некоторым точкам кривой, которая задается уравнением:

$$d = e^{-e^{4-x}} \quad (1.1)$$

Пределы изменения значений  $d$  от 0 до 1 (соответственно от наихудшего, до наилучшего уровней рассматриваемого результирующего признака). Следует отметить, что в средней зоне области определения чувствительность функции значительно больше, чем в крайних точках (0 и 1). Для согласования действительных значений  $x$  с числовыми значениями шкалы вводится коэффициент масштабирования –  $M$ :

$$M_i = \frac{x_{i \max} - x_{i \min}}{X_B - X_A} .$$

Для перевода реальных значений факторов в безразмерные используются формулы:

$$x_i = X_A + \frac{x_i^p - x_{i \min}}{M_i} \qquad x_i = X_B - \frac{x_i^p - x_{i \min}}{M_i},$$

соответственно для  $NAP = 1$  и  $NAP = 0$ .

Здесь  $X_A$ ,  $X_B$  – значения функции в точках перегиба (срединный участок кривой 1.1);  $x_i$  – кодовое значение фактора;  $x_i^p$  – натуральное значение фактора.

Далее определяются частные значения функции желательности  $d_i$  (формула 1.1). Значение суперкритерия (обобщенный показатель  $D$ ) определяется как среднее геометрическое значений  $d_i$ :

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i} \qquad (1.2)$$

Обобщенная функция желательности  $D$  является некоторым абстрактным построением и обладает следующими качествами: функция является количественным, конкретным, общим и универсальным показателем качества объекта (наряду со свойствами адекватности, эффективности и статистической чувствительности). В связи с этим, функцию  $D$  можно использовать в качестве критерия оценки уровня социально-экономического развития регионов.

Европейская практика (ЕС) показывает, что число частных критериев для расчета обобщенного критерия колеблется в широких пределах от 2 до 50. Наиболее часто используется набор из 5 – 10 критериев. Одним из важнейших свойств рассматриваемых факторов СЭС является признак их однозначной интерпретации [94, 95, 98, 99].

Для оценки уровня развития экономики региона, а также оценки экономических проблем применяют показатели ВРП и уровень безработицы (соответственно).

Следует отметить, что вычисление ВРП Росстатом проводится с существенным запозданием по сравнению с другими показателями и ограничивается только уровнем субъектов Федерации.

Результаты оценки уровня межрегиональной интеграции процессов

свидетельствуют о силе взаимодействия между регионами-партнерами.

Таким образом, для сравнительной оценки регионального развития в ЮФО нами предложен интегральный индикатор социально-экономического развития региона. Этот показатель включает опосредованно и социальную составляющую процесса и транспортно-логистический потенциал региона. То есть учитывает множество факторов, влияющих на уровень межрегиональной экономической интеграции, таких как «уровень транспортного сообщения» и «уровень развития связи», включающих в себя группы частных подкритериев. В нашей работе интегральный индикатор социально-экономического развития регионов является основой для решения задачи с учетом неопределенности с применением аппарата нечетких множеств.

#### 1.3.4 Основные понятия аппарата нечетких множеств для оценки эффективности межрегиональной экономической интеграции

При изучении сложных социально-экономические системы, где человек играет существенную роль, руководствуются так называемым принципом несовместимости [49], для которого характерно использование приближенными по своей природе методов анализа. Применение математического аппарата теории нечетких множеств позволяет при моделировании учитывать не только количественные, но и качественные характеристики системы, которые «размыты» и не могут быть однозначно интерпретированы (например, «Важным признаком развития социально-экономической системы является высокий уровень жизни населения»). Основными понятиями используемого подхода являются понятия нечеткого множества, нечеткой и лингвистической переменных.

Выражение для нечеткого множества имеет вид:

$$A = \{ \langle \mu_A(u), u \rangle \}$$

где  $\mu_A$  - функция принадлежности нечеткого множества  $A$ ,  $u \in U$  - базовая переменная.

Представление лингвистической переменной (ЛП) имеет вид:



$$\langle \beta; T; U; G; M \rangle,$$

где  $\beta$  – наименование ЛП;  $T$  – базовое терм-множество,  $U$  – область определения;  $G$  и  $M$  — синтаксическая и семантическая процедуры, необходимые для построения расширенного терм-множества.

При построении термов рассматриваемых ЛП особое внимание уделялось выполнению требований к построению функций принадлежности [50]. Решение рассматриваемой задачи на основе нечеткого моделирования предусматривает выполнение соответствующих этапов: фаззификации, композиции и дефаззификации [33, 40]. В соответствии с адаптированной методикой использования нечеткого моделирования необходимо осуществить анализ согласованности экспертной информации, который основан на вычислении аддитивного  $k$  и мультипликативного  $\tilde{k}$  показателей [35]:

$$k = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \frac{\int_0^1 \frac{\min_{\forall i=1,2,\dots,n} \mu_{il}(x) dx}{\int_0^1 \frac{\max_{\forall i=1,2,\dots,n} \mu_{il}(x) dx}}{0}; \quad \tilde{k} = \sqrt[m]{\prod_{l=1}^m \frac{\int_0^1 \frac{\min_{\forall i=1,2,\dots,n} \mu_{il}(x) dx}{\int_0^1 \frac{\max_{\forall i=1,2,\dots,n} \mu_{il}(x) dx}}{0}}. \quad (1.3)$$

### 1.3.5 Когнитивное моделирование сложных систем для исследования межрегиональной экономической интеграции

Ранее было показано (п. 1.2), социально-экономические системы являются сложными системами. В настоящее время для исследования сложных систем все большее применение находит когнитивное моделирование [26, 27, 71]. В 20 веке возникла и начала развиваться когнитивная наука, которая занимается решением сложных проблем в различных областях исследования: нейрофизиологии, когнитивной лингвистики и психологии, философии сознания и искусственного интеллекта.

Объяснение, предсказание, прогнозирование, управление процессами в сложных системах, а также все это в совокупности, могут быть целями проведения конкретного когнитивного исследования. Для лица, принимающего решения, когнитивные исследования могут быть инструментом разработки и

обоснования решений. В настоящее время созданы когнитивные технологии, которые включают в себя различные приемы извлечения и порождения новых знаний, а также программные средства (когнитивный инструментарий) для репрезентации знаний, построения когнитивных моделей и последующих исследований на них, т.е. для когнитивного моделирования сложных систем. Когнитивное моделирование сложных систем заключается в формировании когнитивных моделей (когнитивных карт - *cognitive map*) и является эффективным инструментом синтеза и анализа управленческих решений в условиях неопределенности ситуаций присущих экологическим, внутривполитическим, социально-экономическим сферам деятельности и т.п., в том числе, при недостатке количественной или статистической информации о происходящих процессах. [60]

Для построения когнитивных моделей используются экспертный анализ моделей, в том числе с помощью формализованных математических методов, предсказание развития ситуаций, разработка возможных сценариев развития системы, разработка управленческих решений и ряд других действий, направленных на совершенствование модели, а также на выбор лучшего сценария развития системы.

Когнитивные карты являются визуализированным представлением структуры знаний о предметной области, схемой связей (обычно, причинно-следственных связей) между вершинами - объектами (субъектами, сущностями, концептами) сложной системы. Математически когнитивная карта – это знаковый ориентированный граф, который в работе Р. Аксельрода [88] обозначается как:

$$G = (F, W),$$

где  $F$  – совокупность вершин (объектов),  $W$  – отношения (причинно-следственные) между ними.

Когнитивная структуризация предметной области (*cognitive mapping*) – это формирование будущих желательных (целевых) и нежелательных состояний управляемой системы, а также выбор определяющих факторов управления и внешней среды, оказывающих наибольшее влияние на переход системы в

указанные состояния, и выявление причинно-следственных отношений между ними. При этом на этапе структуризации используются в том числе: SWOT-анализа, PEST-анализ и другие технологии [48].

«Когнитивная карта – это иллюстративное представление системы знаний об объекте в виде объяснительной схемы, которая графически показывает связи между взаимодействующими системами и их элементами (факторами, показателями и др.)» [92].

Причинность связей когнитивной карты не является обязательной (по мнению, например, американского психолога У. Найссера).

Для введения формального аппарата разработки и исследования когнитивных карт, основанных на теории графов, широко используется определение, приведенное в [76]: «Знаковый граф (знаковый орграф) – это граф, в котором вершины соответствуют членам группы; из вершины  $V_i$  в вершину  $V_j$  проводится дуга, если наблюдается отчетливо выраженное отношение  $V_i$  к  $V_j$ , причем дуга  $e_{ij} = (V_i, V_j)$  имеет знак плюс (+), если  $V_i$  «симпатизирует»  $V_j$  и знак минус (-) в противном случае» (рис. 1.1) «Понятие «знаковый орграф» может иметь разнообразные приложения в зависимости от изучаемой системы» [76].

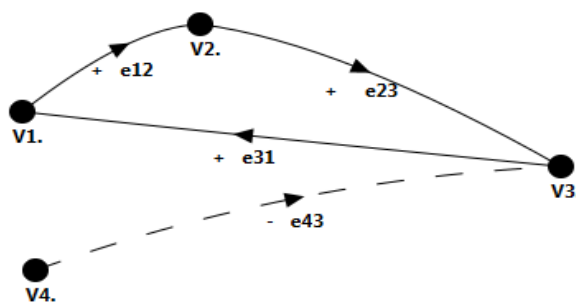


Рисунок 1.1 – Пример знакового ориентированного графа

На этапе разработки когнитивной карты вершины и отношения между ними выбираются, им дается название и обосновывается их выбор. Но при этом когнитивная карта – это всего лишь модель сложной системы со всеми проблемами адекватности различных моделей и действительности, и может быть представлена в виде взвешенного орграфа, функционального графа и

параметрического функционального графа, в зависимости от атрибутов вершин [51].

В процессе исследования сложных систем часто приходится оперировать качественной или нечеткой информацией, поскольку, во-первых, недоступностью достоверной количественной информационной базы или ее отсутствием, а, во-вторых, сбор такой информации может потребовать больших финансовых и временных ресурсов. В таком случае для характеристики факторов, определения тенденций изменения факторов и сил их взаимовлияний применяют аппарат нечетких множеств; модель сложной системы строится в терминах лингвистических (качественных) переменных и задаются функциями принадлежности [90, 91, 96].

Когнитивное моделирование толкуется по-разному в зависимости от цели и объекта когнитивных исследований. От объекта и субъекта исследований зависит содержание действий когнитивного моделирования и этим же определяется содержание методологии когнитивного моделирования. Для исследования сложных систем, их анализа и принятия решений в плохо определенных ситуациях основы методологии были заложены Р. Аксельродом и успешно развивались трудами сотрудников Института проблем управления РАН [12, 13, 53]. Подобные исследования чуть позже были начаты, в том числе, сотрудниками Таганрогского радиотехнического университета (ныне ИТА ЮФУ) [28 - 30].

Для изучения структуры и поведения сложной социально-экономической системы в будущем, с учетом процессов ее саморазвития и развития под влиянием внешних возмущающих воздействий, а также целенаправленного развития ситуаций (управляемого развития) наиболее эффективным является подхода, основанный на когнитивном моделировании.

Саморазвитие – это развитие сложной системы при сохранении существующих тенденций внутренней и внешней среды; управляемое развитие – это развития сложной системы с учетом целенаправленных управляющих воздействий.

Термин «внешнее воздействие» относится к моделированию возмущающих (иногда управляющих) воздействий, находящихся за рамками компетенции руководства сложной системы. Например, региональные власти не в состоянии воздействовать на санкции. Моделирование внешних воздействий необходимо для исследования изменения ситуации под воздействием внешней среды. Заметим, что такие воздействия могут подаваться и на факторы, относящиеся к внутренней среде объекта. Знания, полученные в результате такого моделирования, позволяют существенно снизить неопределенность среды функционирования сложной системы.

Термин «управляющее воздействие» применяется ко всем вводимым в модель управляющим воздействиям; управляющие воздействия – это вектор, совокупность факторов (вершин), на каждый из которых (если на него можно оказывать влияние) подается управляющий сигнал заданной величины. Например, в рамках региона при межрегиональном экономическом обмене, можно предположить, что добиться его роста можно путем развития транспортных сетей, совершенствования производства и др.

Вектор управляющих воздействий и тенденции, характеризующие ситуацию в системе в данный момент времени в когнитивном моделировании принято называть *сценарием*.

При когнитивном исследовании рекомендуется в качестве первого анализируемого сценария (отправной точки для дальнейшего формирования сценариев) рассматривать сценарий саморазвития ситуаций, когда вектор управляющих воздействий «пуст». Далее, при приемлемом результате с точки зрения целеполагания, сценарное исследование состоит в рассмотрении изменения ситуации под воздействием внешней среды.

В практических исследованиях различают сценарии, которые моделируют внешние воздействия, и сценарии, которые моделируют целенаправленное развитие ситуации. Для второго типа сценариев чаще всего применяются технологии PEST и SWOT анализа, чтобы понять возможные тенденции развития ситуаций под воздействием внешних по отношению к сложной

системы угроз и возможностей, а также сильных и слабых сторон объекта изучения.

На первом этапе когнитивного моделирования преимущественно используется качественная информация, раскрывающая суть ситуации. В дальнейшем, при сценарном моделировании, в большей степени используется количественная информация, характеризующая различные показатели и факторы.

Итак, с помощью когнитивного моделирования возможно:

1. формально представить структуру сложной системы моделью графа;
2. выявить неочевидные проблемы, неявные и неочевидные взаимосвязи между факторами и процессами, происходящими в сложной социально-экономической системе;
3. исследовать сложившиеся тенденции в развитии сложной системы;
4. выявить характерные (положительные или отрицательные) тенденции в изменении внешней среды;
5. особо важно - прогнозировать возможные тенденции будущего развития сложной системы, определять как опасные, так и желательные, наиболее перспективные тенденции развития системы в условиях ожидаемых благоприятных и неблагоприятных изменений во внешней среде.

Системная интегрированность трансрегионального экономического пространства выражается в уровне и степени взаимосвязанности и взаимодействия отдельных элементов структуры экономического пространства, что обуславливает целесообразность применения когнитивного моделирования для построения модели межрегиональной экономической интеграции, исследования с ее помощью свойств системы, выявление путей и предпосылок разрешения системных проблем в модельных условиях.

Анализ существующих методов моделирования позволил выявить явные преимущества когнитивных моделей сложных систем, в частности, при оценке уровня межрегиональной экономической интеграции регионов ЮФО. При этом модели базируются как на количественных, так и качественных факторов

(неизмеримых непосредственно, но способных существенно влиять на развитие системы).

Специфические особенности слабоструктурированной и малоизученной предметной области «Межрегиональная экономическая интеграция», многоаспектность и необходимость для управленцев принятия решений в условиях различного рода неопределенности, определяют важность адаптации имеющегося инструментария когнитивного моделирования для изучаемой предметной области [12, 14, 26], что и входит в задачи диссертационной работы.

#### 1.4 Выводы

1. На основании результатов теоретических изысканий выявлено, что межрегиональная интеграция - есть процесс взаимодополнения, взаимопроникновения, сращивания воспроизводственных процессов и сочетания экономических интересов субъектов региональных экономик в формате трансрегионального экономического пространства; это - формирование целостной системы интеграционных связей между регионами, подчиняющихся закономерностям развития любой системообразующей сущности, что отражает глубину взаимосвязей между элементами единой экономической системы. Установлено, что межрегиональная интеграция характеризуется двойственностью ее экономической природы – может выступать в виде фактора ресурса и процесса - драйвера социально-экономического развития регионов-партнеров.

Выявлены направленности факторов межрегионального взаимодействия в виде:

- усиления экономических связей регионов;
- использования интеграционного потенциала общественного разделения труда;
- снижения социальной дифференциации регионов;
- усиления институциональных связей;
- совместное использования инфраструктуры партнерства;
- создания и функционирования высокоразвитой инфраструктуры магистрального уровня.

2. Выступая драйвером-ресурсом, межрегиональная экономическая интеграция является фактором экономического развития. Доступность участия в процессе интеграции, позволяет ей стать неисчерпаемым источником развития региональных экономик. Это незаменимый эволюциогенный, антропогенный ресурс, которым обладают все хозяйствующие субъекты и который может быть использован для эффективного достижения состояния интегрированности трансрегионального экономического пространства.

2. В работе выделены свойства межрегиональной экономической системы, взаимозависимости и закономерности которой определяют функционирование подсистем более низкого порядка: целостность отдельных подсистем, наделенных способностью вырабатывать внутренние источники развития; внутренняя упорядоченность и открытость для взаимодействия с другими системами; динамичность, позволяющая реализовать ее свойства организованности и управляемости – все это характерные признаки межрегионального интеграционного процесса.

3. Системная интегрированность трансрегионального экономического пространства выражается в уровне и степени взаимосвязанности и взаимодействия отдельных элементов структуры экономического пространства. Дислокация отдельных элементов системной целостности метарегиона внутри заданных форматов и пространственных границ определяется их функциональной ролью и направленностью развития.

Системная целостность многоядерного экономического пространства метарегиона обеспечивается вектором интеграционной функции и направленностью процессов взаимодействия между регионами, а также векторами диффузии от центров-ядер метарегиональной системы к ее границам, определяя структуру качественно нового порядка.

Системная интегрированность экономического пространства обеспечивает такое функционирование всей региональной системы, когда регион выступает как элемент более сложной системы, вовлекая в свою орбиту другие хозяйствующие субъекты. Наличие данного свойства обуславливает



необходимость изучения трансрегиональных экономических связей на основе системного подхода и когнитивного моделирования.

4. Выявлено, что динамичность распределения ресурсов, товаров и услуг в условиях межрегиональной интеграции повышается в том случае, когда в структуру метарегиона включены регионы с различным ресурсным потенциалом, во взаимодействии которых, возникает синергетически-кумулятивный эффект импульса экономического развития регионов.

5. Разработана методика оценки уровня межрегиональной интеграции, включающая в себя совокупность математических методов: критериального, корреляционно-регрессионного анализа, метод анализа динамических рядов, индексный метод, метода расчета амплитуд, аппарата нечетких множеств, позволяющих учесть, как количественный, так и качественный характер информации изучаемой предметной области.

Применение инструментально-методического аппарата, как совокупности различных методов и подходов для оценки уровня межрегиональной экономической интеграции, позволит осуществить на его основе когнитивное моделирование для разработки базы знаний интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений, способствующей повышению эффективности межрегиональной экономической интеграции.

## 2 РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ОЦЕНКИ УРОВНЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ НА ЮГЕ РОССИИ

Проведенный в первом разделе анализ сущности и тенденций развития системы межрегиональной экономической интеграции, анализ ее основных свойств и признаков, сопоставление и систематизация теорий межрегиональной экономической интеграции, позволили обозначить межрегиональную экономическую интеграцию как ресурс эффективного развития страны, а также позиционировать межрегиональную экономическую интеграцию как сложную

систему [77]. Анализ существующих методов и подходов к оценке уровня развития регионов выявили необходимость объединить их в единый инструментально-аналитический аппарат исследования, включающий в рамках когнитивного моделирования корреляционно-регрессионный анализ, индексный метод, метод анализа динамических рядов, обобщенный алгоритм построения интегрального индикатора оценки уровня социально-экономического развития (СЭР), метод амплитуд колебаний показателей СЭР регионов, аппарат нечетких множеств, что позволяет учитывать как качественную природу так и количественно определенные данные информационно-аналитической базы изучаемой предметной области. Включение обозначенных методов в этапы когнитивного моделирования позволило развить инструментально-методический аппарат исследования сложной системы межрегиональной экономической интеграции.

## 2.1 Разработка инструментально-математического аппарата исследования процессов межрегиональной экономической интеграции

### 2.1.1 Адаптация когнитивного моделирования сложных систем к исследованию межрегионального экономического обмена

Когнитивное моделирование – эффективный аппарат, включающий различные средства математического и программного обеспечения при изучении сложных систем: политических, экологических, социально-экономических и других систем, и поскольку система межрегиональной экономической интеграции также является сложной, то оно может быть применено для ее изучения.

Вопросам когнитивного моделирование сложных систем посвящено большое число исследований [12 – 15, 42, 44, 87, 93].

В работе [42. стр. 91, 92] указано, что «Содержание и программа исследования сложных систем могут быть заданы в виде модели метанабора системы исследования:

$$M = \{M_O, M_E, M_{OE}, M_D, M_{MO}, M_{ME}, Q, M_U, M_H, A\}, \quad (2.1)$$

где:  $M_O$  – идентифицирующая модель системы (модель объекта),  $M_E$  – модель окружающей среды,  $M_{OE}$  – модель взаимодействия объекта и среды,  $M_D$  – модель поведения системы,  $M_{MO}$  и  $M_{ME}$  – модели измерения состояния системы и окружающей среды,  $Q$  – возмущающие воздействия,  $M_U$  – модель управляющей системы,  $A$  – правила объединения моделей и выбора процессов изменения объекта,  $M_H$  – модель «наблюдателя» (инженера-когнитиволога, эксперта, исследователя).

Модели системы, окружающей среды, их взаимодействия  $M_O$ ,  $M_E$ ,  $M_{OE}$  – это когнитивные модели (когнитивные карты). Модель поведения системы  $M_D$  – это модель импульсного процесса, описывающая развитие ситуаций на модели при внесении возмущающих воздействий  $Q$ . Модель наблюдателя  $M_H$  проявляется в процессе всего когнитивного моделирования, который отражает процесс познания субъектом изучаемого объекта» [42].

На основе анализа изученных литературных источников нами предлагается укрупненная схема (рис. 2.1) этапов когнитивного моделирования сложных социально-экономических систем.

«Когнитивная карта – это знаковый ориентированный граф (орграф)

$$G = \langle V, E \rangle, \quad (2.2)$$

где  $V = \{V_i / V_i \in V, i=1, 2, \dots, k\}$  – множество вершин (объектов, концептов) когнитивной карты;  $E = \{e_{ij} / e_{ij} \in E, i, j=1, 2, \dots, k\}$  – множество дуг, отображающих отношения (причинно-следственные связи) между вершинами  $V_i$  и  $V_j$ .» [42, стр.93].

Одной из важных отличительных особенностей когнитивных карт является способность охватывать множество как количественных, так и качественных факторов.



Рисунок 2.1 – Общая схема этапов когнитивного моделирования сложной системы<sup>1</sup>

Граф  $G$  для анализа свойств модели обычно задается в виде матрицы отношений:

$$A = [a_{ij}], a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } V_i \text{ связано с } V_j \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (2.3)$$

<sup>1</sup> Разработано автором на основе работ [29, 42].

В более сложных когнитивных моделях вершины  $V_i$  могут задаваться вектором ее параметров  $X = \{x_i^{(v_k)}\}, i=1, \dots, n; k=1, \dots, K; l=1, \dots, L$ , а отношения между вершинами определяться как функции. «Тогда:

$$\Phi_n = \langle G, X, F, \theta \rangle, \quad (2.4)$$

где  $\Phi_n$  – векторного параметрического функционального орграфа кортеж, в котором  $G$  – когнитивная карта;  $X : V \rightarrow \theta$ ,  $X$  – множество параметров вершин,  $\theta$  – пространство параметров вершин;  $F = (X, E) = f(x_i, x_j, e_{ij})$  – функционал преобразования дуг;  $F$  – преобразование может иметь вид функции  $f_{ij}$ , а также весового коэффициента  $w_{ij}$ , определённого экспертно или по статистическим данным» [29].

«Импульсное моделирование предназначено для анализа разработанных сценариев развития сложной системы» [42, 51].

Формула импульсного процесса имеет вид:

$$x_i(n+1) = x_i(n) + \sum_{i,j=1}^k w_{ij} P_j(n) + Q_i(n+1) \quad (2.5)$$

«где  $x_i(n)$  – величина импульса в вершине  $V_i$  в предыдущий момент времени (шаг моделирования)  $n$ ,  $x_i(n+1)$  – в интересующее время исследователя ( $n+1$ );  $w_{ij}$  – коэффициент преобразования импульса;  $P_j(n)$  – значение импульса в вершинах, смежных с вершиной  $V_i$ ;  $Q_i(n)$  – вектор возмущений и управляющих воздействий, вносимых в вершину  $V_i$  в момент  $n+1$ . Набор реализаций импульсных процессов (сценарии), указывает на возможные тенденции развития ситуаций. Ситуация в импульсном моделировании характеризуется набором всех  $Q$  и значений  $X$  на каждом шаге моделирования» [42].

На рис.2.2 изображена схема моделирования, дополняющая схему рис.2.1.



Рисунок 2.2 – Расширенная схема первого этапа когнитивного моделирования межрегиональной экономической интеграции<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Разработано автором

Для адаптации существующей методологии когнитивного моделирования сложных систем к изучению конкретной предметной области необходимо было включить в нее ряд методов (методик, правил), чтобы отразить специфические особенности межрегиональной экономической интеграции. С этой целью предложено дополнить схему первого этапа когнитивного моделирования (рис.2.1) методиками, которые позволяют оценить эффективность межрегиональной экономической интеграции, учесть многокритериальность показателей эффективности регионального развития, проанализировать динамику основных показателей, учесть нечеткость исходных данных и др. Методики были разработаны на основе теоретических положений, изложенных в п.1.3 диссертации.

#### 2.1.2. Методика расчёта амплитуд колебаний показателей социально-экономического развития регионов

В рамках данной диссертации нами адаптирован подход, предложенный в работе [77, с. 152] и состоящий в определении границ устойчивости на основе анализа амплитуд колебаний показателей социально-экономического развития региона, позволяющий проводить мониторинг динамики изменения показателей (рис. 2.3).

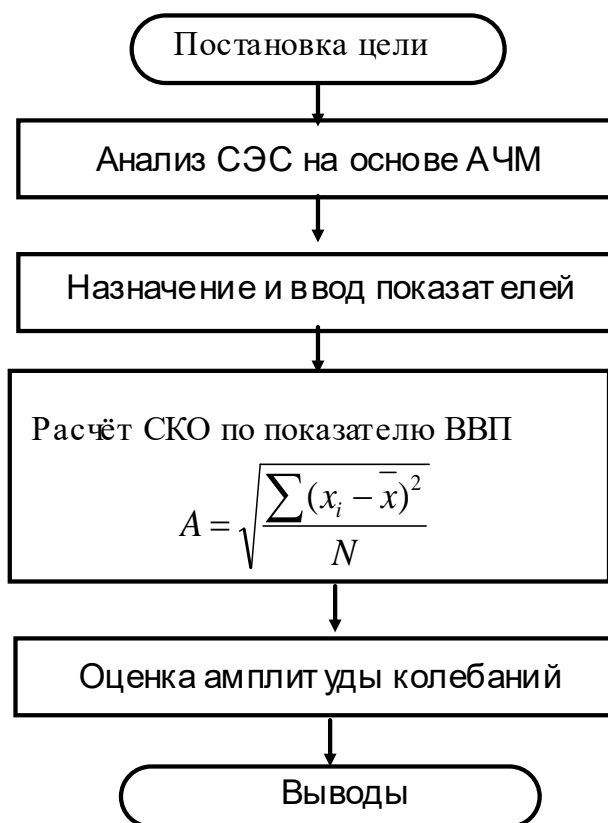
Оценка амплитуды колебаний производилась с помощью: СКО по показателю ВВП на одного жителя, а также стандартное отклонение от математического ожидания по показателям ВВП на одного жителя [137, 139] (п. 1.3.2).

Оценка возможностей развития межрегионального взаимодействия может быть произведена на основе отклонения данного показателя (ВРП) от математического ожидания по ЮФО, и от тренда показателя для индивидуального участника интеграционного процесса (региона-партнера).

В работе [77] приводятся оценки границ амплитуд колебаний уровней рассматриваемого показателя табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Границы изменчивости показателя

Границы	Характеристика оценки уровня
20 - 25%	эффективность экономического сотрудничества достаточно высока
26 - 45%	слабая эффективность, есть перспективы роста, особенно до 40%
45 – 50%	экономические выводы от интеграции отсутствуют

Рисунок 2.3 – Обобщенная схема расчёта амплитуд колебаний показателей СЭР субъектов ЮФО<sup>3</sup>

### 2.1.3. Методика расчета интегрального индикатора уровня СЭР региона

Выполненный ранее анализ существующих методов и подходов к исследованию оценки уровня развития региональных партнеров позволил разработать методику построения интегрального индикатора СЭР.

Методика оценки уровня межрегиональной экономической интеграции на

<sup>3</sup> Разработано автором



основе интегрального индикатора позволяет учесть транспортно-логистические подсистемы регионов-партнеров Южного федерального округа входным фактором «уровень развитости транспортного сообщения» (УТС) по группе таких элементов, наличие морских и речных портов, аэропортов, плотность железнодорожных сообщений на 10000 км<sup>2</sup>; длина железнодорожных путей, км; грузооборот, млн. т.; плотность автомобильных дорог с твердым покрытием на 1000 км<sup>2</sup> и др. [72].

Расчет интегрального индикатора позволяет также учесть состояние уровня развития систем связи между регионами-партнерами на Юге России входным фактором «уровень развития связи» (УРС).

Фактор включает частные составляющие:

«- число подключенных абонентских устройств подвижной радиотелефонной связи на 1000 человек населения, шт;

- число пунктов коллективного доступа (ПКД), имеющих выход в сеть Интернет;

- число активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет, тыс.;

- число активных абонентов подвижной радиотелефонной связи, использующих услуги доступа в Интернет, тыс.» [73].

Формализованное представление изучаемых входных факторов: СЭР, УТС, УРС, в большинстве своем, характеризующиеся качественной неопределенностью, а также показателя товарооборота (ТО) регионов-партнеров ЮФО целесообразно осуществлять на основе аппарата нечеткой логики.

В группу индикаторов товарооборота включены показатели, характеризующие ввоз/вывоз продукции, а также объем товарооборота по трем крупным видам продукции: продовольственного назначения (ПРН); непродовольственного назначения (НПРН); производственно-технического назначения (ПТН) с регионами ЮФО.

Предложенный индикатор, основанный на функции желательности Харангтона, позволил дать адекватную сравнительную оценку уровней

развития регионов Южного федерального округа с учетом множества показателей, характеризующих ЮФО. На рис. 2.4 представлена обобщенная схема построения интегрального индикатора эффективности.



Рисунок 2.4 – Обобщенная схема построения интегрального индикатора социально-экономического развития регионов<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Разработано автором

#### 2.1.4 Методика оценки эффективности межрегиональной экономической интеграции с использованием аппарата нечетких множеств

Оценка эффективности является одним из важнейших этапов исследования межрегиональной экономической интеграции. Для оценивания уровня и эффективности интеграции необходимо учитывать много факторов, неполноту и нечеткость исходных данных, как статистических, так и экспертных, т.е. принимать во внимание наличие неопределенности разного рода, что присуще сложным системам. Все эти особенности необходимо иметь в виду на предпроектном и первом этапах когнитивного исследования.

На основе принятых методов исследований возможна разработка интеллектуальной системы, основными этапами создания которой являются идентификация, концептуализация, формализация, разработка, тестирование и т.д.

На этапе идентификации определяют существенные особенности: цели и задач исследования, выбор типа и масштаба постановки проблемы, назначение требуемых ресурсов. В нашем случае, это выбор регионов – партнеров, задействованных в интеграционных процессах, в частности, на примере регионов ЮФО.

На этапе концептуализации исследователь определяет: основные понятия (объекты) и отношения между и механизмы управления, необходимые для адекватного описания решаемых задач, в нашем случае при изучении межрегиональной экономической интеграции. При этом выявляются: атрибуты основных понятий, структуры входных и выходных потоков данных, стратегии обработки знаний и принятия на их основе выводов и т.д.

Этап формализации состоит в выражении ключевых понятий и отношений некоторым формальным способом. Особенности изучаемой задачи заключаются в использовании аппарата теории нечетких множеств для формализации качественной и количественной информации. Предлагается схема оценки эффективности, основанная на аппарате нечетких множеств, представлена на (рис.2.5).

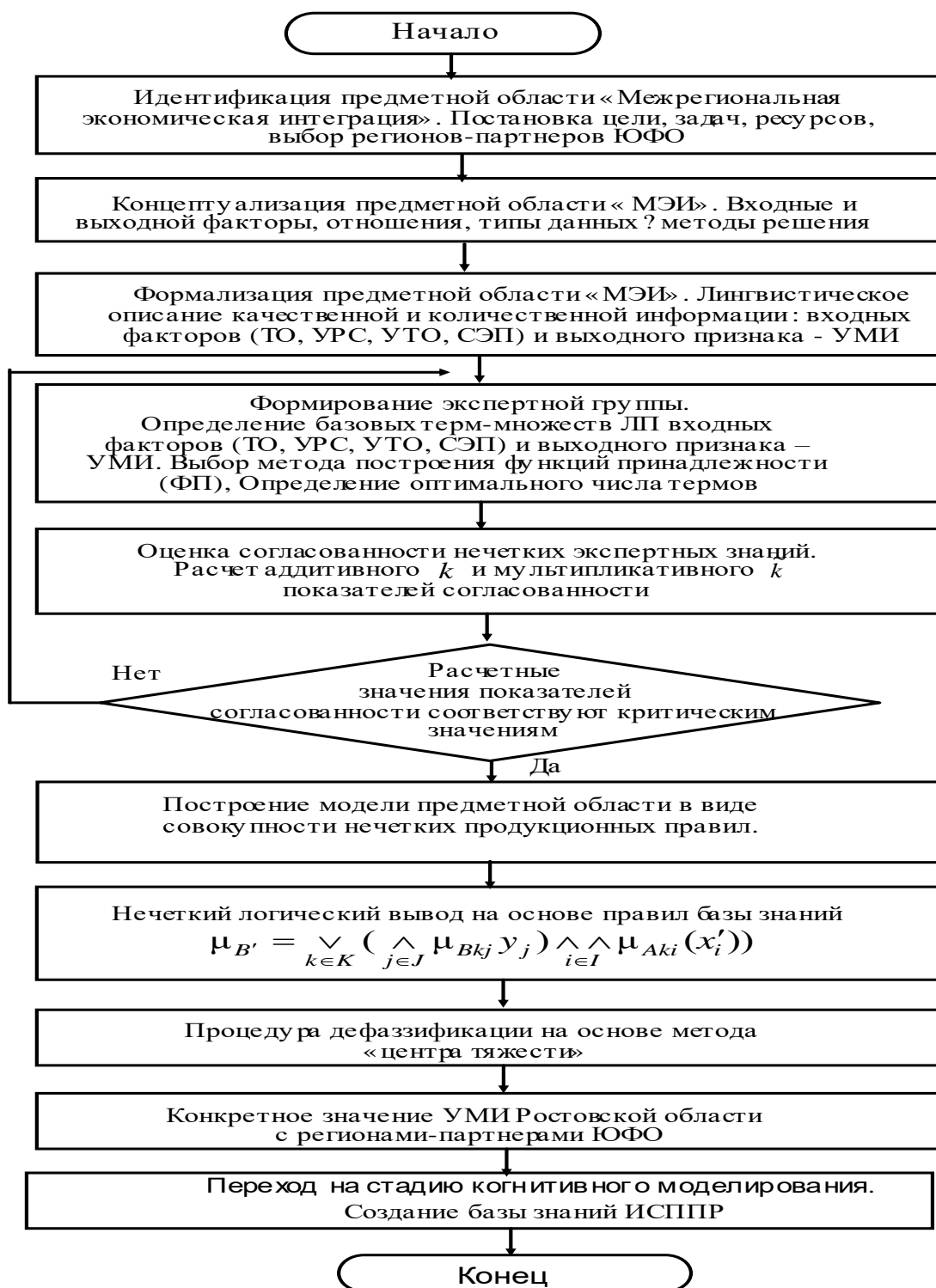


Рисунок 2.5 – Обобщенная схема оценки эффективности межрегиональной экономической интеграции с использованием аппарата нечетких множеств<sup>5</sup>

Использование подхода к оценке межрегиональной экономической интеграции с использованием положений теории нечетких множеств предусматривает этапы фаззификации, композиции и дефаззификации.

<sup>5</sup>Разработано автором

Ответственным этапом решения задачи является проверка достоверности и адекватности формализованной информации, полученной от экспертов. Эта проверка осуществляется посредством анализа согласованности мнений экспертов на основе расчетных значений двух показателей: аддитивного  $k$  и мультипликативного  $\tilde{k}$  (формула 1.3) [32, 33, 35, 36].

Моделирование задачи по определению уровня межрегиональной интеграции целесообразно производить на основе нечетких правил-продукций, включающих нечеткие высказывания вида  $\langle \beta_w \text{ есть } \alpha_{w_j} \rangle$  и  $\langle \beta_v \text{ есть } \alpha_{v_j} \rangle$ , где  $\alpha_{v_j}$  – соответствующие значения термов выходной лингвистической переменной. В модели учтены все возможные комбинации и сочетания взаимосвязи входных факторов - ТО, СЭП, УТО и УРС и выходного уровня межрегиональной интеграции (УМИ).

Данная модель является композицией нечетких отношений семантических пространств рассматриваемых входных факторов и выходного признака межрегиональной экономической интеграции (МЭИ).

«Развернутая форма нечеткого логического вывода для системы знаний может быть представлена как:» [68]:

$$\mu_{B'} = \bigvee_{k \in K} \left( \bigwedge_{j \in J} \mu_{Bkj} y_j \right) \bigwedge_{i \in I} \mu_{Aki} (x'_i) \quad (2.6)$$

На этапе дефаззификации исследователь имеет возможность получить конкретное значение исследуемого признака, в частности оценку уровня межрегиональной экономической интеграции. Данные результаты целесообразно использовать при выработке корректирующих управленческих решений.

На основе модели предметной области в виде совокупности нечетких продукционных правил и когнитивных моделей предлагается строить базу знаний интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР).

### 2.1.5. Схема инструментально-методического аппарата исследования межрегиональной экономической интеграции регионов ЮФО

На рисунках 2.6, 2.7 представлена схема когнитивного моделирования сложных систем, адаптированная к исследованию межрегиональной экономической интеграции на основе представленных выше методик.

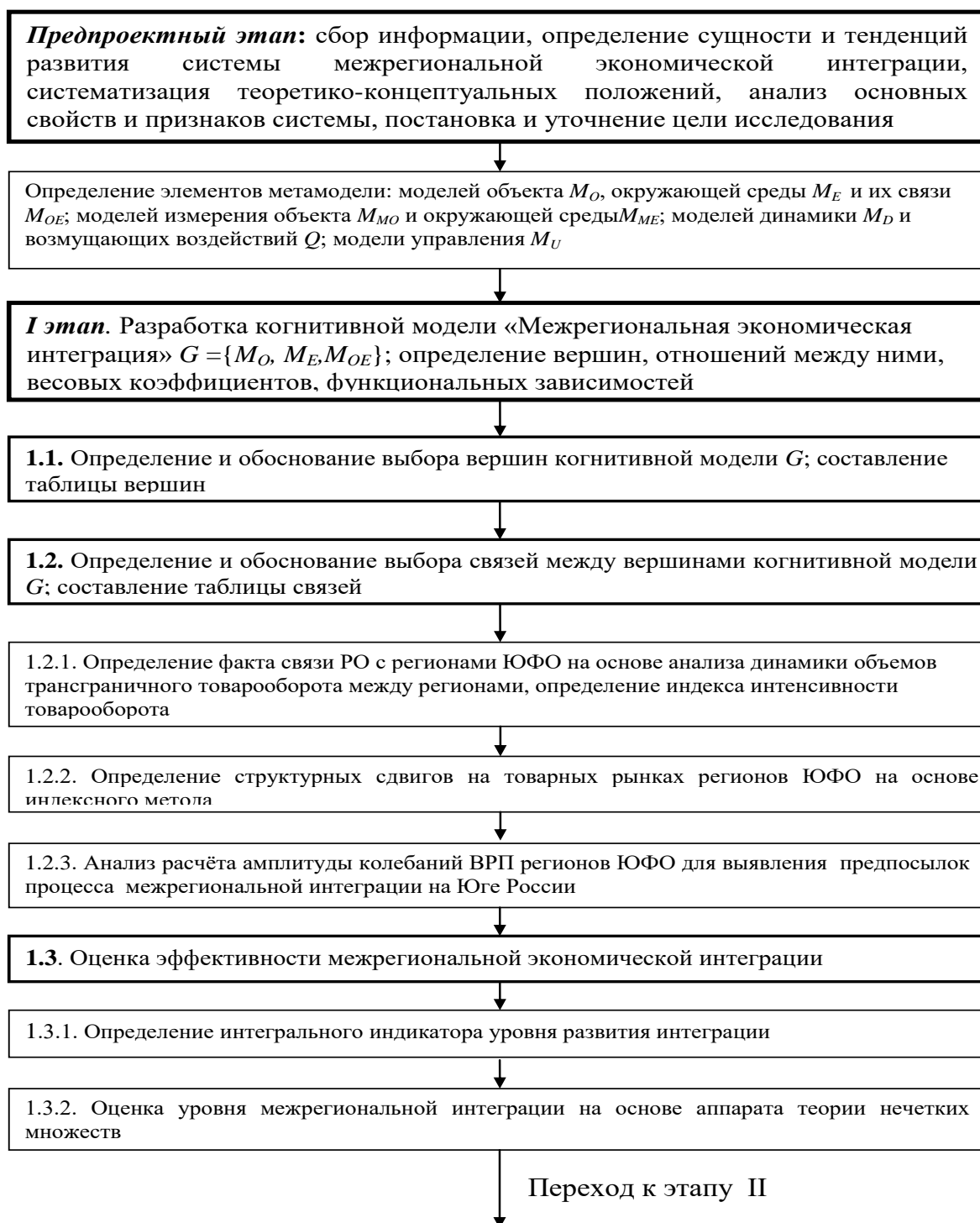


Рисунок 2.6 – Начальные этапы инструментально-методического аппарата исследования сложной системы межрегиональной экономической интеграции

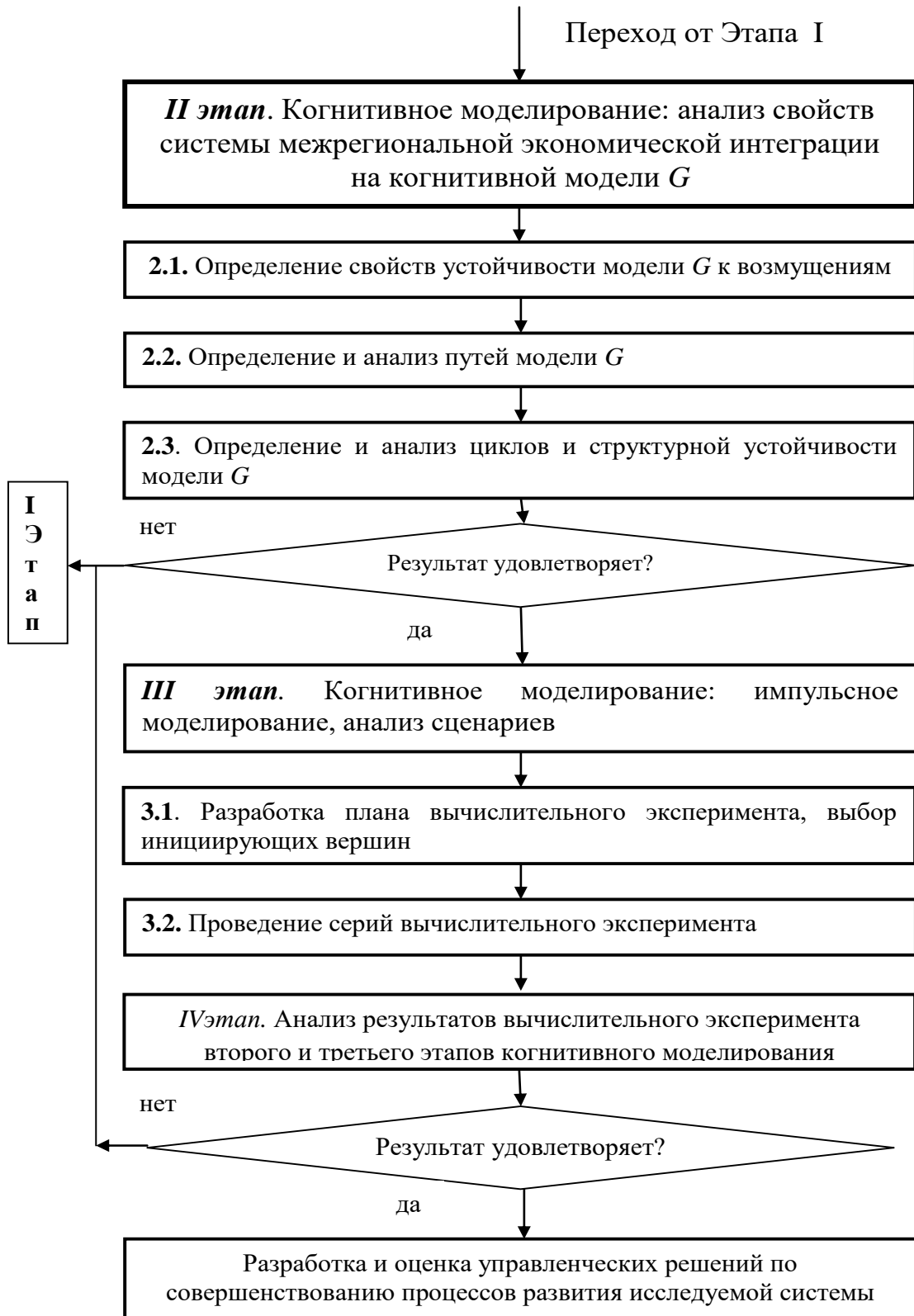


Рисунок 2.7 – Конечные этапы инструментально-методического аппарата исследования сложной системы межрегиональной экономической интеграции<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Разработано автором

## 2.2. Определение показателей межрегиональной экономической интеграции регионов ЮФО

В состав Южного федерального округа как крупной социально-экономической системы входят: Ростовская область, Краснодарский край, Астраханская и Волгоградская области, Адыгея и республика Калмыкия.

Ранее было установлено, что межрегиональная интеграция базируется на экономическом интересе и регулируется системой социально-экономических закономерностей и правовых норм. Любые межрегиональные взаимосвязи реализуются посредством различных видов деятельности в следующих сферах: инновационной, инвестиционной, информационной, ресурсной, энергетической, производственной и технологической кооперации, научно-технического сотрудничества, финансового взаимодействия, обмена природными и трудовыми ресурсами.

Таким образом, процесс хозяйственного объединения региональных субъектов на основе совершенствования глубоких устойчивых постоянных взаимосвязей и дальнейшего развития общественного разделения труда лежит в основе понимания предметного содержания категории экономической интеграции. Процессы специализации и кооперирования как объективная закономерность экономического развития приводят к дальнейшему углублению общественного разделения труда и формирования отношений конкурентного взаимодействия и делового партнерства.

Реализуется возможность вовлечения в хозяйственный процесс природных ресурсов других регионов при отсутствии своего ресурсного потенциала. При этом происходит оптимальное перераспределение всех видов ресурсного потенциала, что создает возможность формирования межрегиональных структур и усиления конкурентных позиций всех субъектов.



## 2.2.1 Анализ динамики трансграничного товарооборота Ростовской области с регионами ЮФО

Основными хозяйствующими экономическими субъектами на микроэкономическом уровне выступают предприятия, организации, фирмы; на межрегиональном уровне субъектами экономических отношений выступают производственные комплексы, а также отдельные отрасли, муниципальные территориальные образования. А на макроуровне в качестве субъектов рассматриваются Российские регионы [37 - 39].

Степень эффективности взаимодействий различных уровней иерархической структуры экономической системы зависит от сложившегося инструментария управления такими процессами. Регулируя данные взаимосвязи, необходимо стремиться к достижению оптимального баланса экономических интересов всех участвующих сторон, обеспечить системность действий, ориентируясь на использование конкурентных преимуществ, последовательность и предсказуемость ожидаемых результатов [41, 43, 46, 47].

Мотивационный интерес в данном случае заключается во взаимной выгоде от такого рода сотрудничества, при котором интеграционные процессы эффективны в случае совместной деятельности регионов в результате объединения их экономик.

Территориальная близость сотрудничающих регионов его дает позитивные успехи межрегиональной динамике за счет снижения транспортных затрат. Такие издержки связаны не только с ростом тарифов, но и гарантиями исполнения хозяйственных обязательств, рисками нарушения договоров, ростом расходов на административный персонал и т.д. Благоприятное экономико-географическое положение делает партнёрство более удобным, характеризует выгодную дислокацию региона, учитывая наличие границ с соседними регионами и иностранными государствами, экономико-географическое положение.

К тому же, близость территорий – понятие относительное. С одной стороны, она дает возможность снизить транзакционные издержки и

способствует устранению административных барьеров. С другой стороны, интеграция возможна и при наличии территориальной удаленности регионов друг от друга. Такой вариант эффективен при развитии торговых связей.

Степень развития энергетической и транспортно-логистической инфраструктур определяющим образом способствует интенсивности межрегиональной интеграции и обуславливает структуру и объем межрегионального товарооборота.

Интеграция основывается, прежде всего, на основе достаточной близости регионов по уровню развития их экономик, по принципам формирования хозяйственного механизма, производственно-технической базе и характеру воспроизводственных процессов, по степени использования примерно однородной рабочей силы и по готовности регионов к интеграции.

Таким образом, процесс межрегиональной интеграции - это масштабный, многоаспектный процесс. В рамках данного исследования градиентом, производственной функцией, является трансграничный товарооборот, который характеризуется ввозом/вывозом продукции, а также объемами товарооборота по трем укрупненным видам продукции: продовольственного назначения (ПРН); непродовольственного назначения (НПРН); производственно-технического назначения (ПТН) Ростовской области с регионами ЮФО [17, 19 – 22, 34, 79].

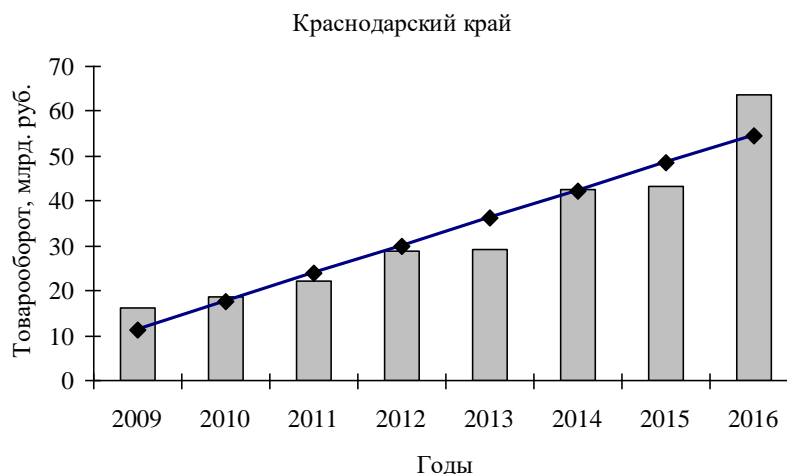
Для перспективного развития данного процесса необходимо наличие ряда факторов, обуславливающих уровнем имеющейся производственной и транспортно-логистической базы, которая должна стать фундаментом интеграционного сотрудничества. При оценке транспортно-логистических особенностей и уровня транспортного сообщения регионов-партнеров необходимо в числе условий межрегиональной интеграции учитывать такие элементы: наличие морских и речных портов, аэропортов, плотность железнодорожных сообщений на 10000 км<sup>2</sup>; длина железнодорожных путей, км; грузооборот, млн. т.; плотность автомобильных дорог с твердым покрытием на 1000 км<sup>2</sup> и др. Состояние уровня развития связи, как одного из модулей межрегиональной интеграции необходимо оценивать такими количественными

показателями «как число подключенных абонентских устройств подвижной радиотелефонной связи на 1000 человек населения, шт; число пунктов коллективного доступа (ПКД), имеющих выход в сеть Интернет; число активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет, тыс.; - число активных абонентов подвижной радиотелефонной связи, использующих услуги доступа в Интернет, тыс. и др.» [73, 101 - 112].

Эффективность экономической интеграции основана на действии механизма генерирования энергетического импульса развития в результате интеграционного взаимодействия регионов и передачи его процессу социально-экономической динамики участников интеграции исходя из диалектики причинно-следственных взаимоотношений. Исходным пунктом генерирования энергетического импульса развития в результате интеграционного взаимодействия регионов и возникновения синергетических связей между ними, а также его следствием является уровень межрегиональной интеграции, который предлагается оценивать на основе методов экономико-математического моделирования. Она включает множество разноаспектных факторов, оценку которых целесообразно проводить на основе предлагаемого инструментария, необходимого, в дальнейшем, для разработки стратегии развития трансрегионального товарооборота, как фактора совершенствования интеграционных экономических связей регионов Юга России.

Для изучения товарооборота, как важнейшего показателя степени развития экономических связей, проанализированы статистические данные динамических рядов, характеризующие суммарный товарооборот Ростовской области с каждым из регионов ЮФО за 2009-2016 годы. (рис. 2.7 и Приложение А) [17, 19-22].

Применение инструментария корреляционно-регрессионного анализа, изложенного в п.1.3., позволили определить параметры линии регрессии и осуществить проверку их значимости.



$$y = -12409,0 + 6,18 * X; \text{ коэффициент детерминации } \eta = 0,9$$

Рисунок 2.8 – Динамика суммарного товарооборота Ростовской области с Краснодарским краем и

Таким образом, анализ представленных графических зависимостей свидетельствует о существенном росте товарооборота РО с остальными регионами, что является признаком развития межрегиональной экономической интеграции.

### 2.2.2 Оценка изменения товарооборота регионов

#### ЮФО на основе индексного метода

Комплексное изучение товарных региональных рынков и анализ их состояния позволяет создать предпосылки, способствующие повышению степени экономической интеграции [25, 65, 66, 69]. Индексный метод является одним из эффективных для решения задачи и позволяет изучить географическую структуру ввоза и вывоза товаров, оценить структурные сдвиги на товарных рынках, произвести сравнение показателей, получить новые результаты, характеризующие в динамике межрегиональное взаимодействие Ростовской области с регионами-партнерами ЮФО [29].

В наших исследованиях индексный метод применен к анализу статистических данных по товарообмену РО с другими регионами ЮФО опубликованных с 2013 по 2017 гг. [72 - 75]. Основой для проводимого исследования с применение индексного метода явились эмпирические

статистические данные, характеризующие межрегиональное взаимодействие Ростовской области с регионами ЮФО по трем укрупненным видам продукции: продовольственного назначения (ПРН); непродовольственного назначения (НПРН); производственно-технического назначения (ПТН).

На основе этих данных получены расчетные значения сводных индексов (п. 1.3.1), включающие в себя разноразмерные элементы: цена и объем реализации по основным группам – ПТН, ПРН, НПРН.

Расчетные значения рассмотренных индикаторов приведены в табл. 2.2

Таблица 2.2 – Базисные индексы товарооборота РО, в % (базисный год – 2013г.)

Регион	Года						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
РФ	100	109	112	131	146	157	163
ЮФО	100	120	123	154	160	165	169
Краснодарский край	100	145	150	220	245	272	294
Астраханская область	100	120	99	77	128	148	156
Волгоградская область	100	95	103	108	127	134	139
Республика Адыгея	100	99	139	170	145	155	153
Республика Калмыкия	100	142	76	61	117	129	142

Полученные данные характеризуют увеличение товарообмена в стоимостном выражении по РФ и ЮФО, в целом. Анализируя динамику показателя по регионам ЮФО, можно сделать следующие выводы: с Краснодарским краем и Волгоградской областью наблюдается явная тенденция роста. С Астраханской областью прослеживаются периодические уменьшения (2015, 2017 гг.) и увеличения (2014, 2016 гг.) товарооборота. С Адыгеей произошло снижение данного показателя в 2017 г., хотя до этого отмечалась тенденция роста на протяжении трех лет. С Калмыкией, наоборот, в период 2015-2016 гг. товарообмен резко уменьшался, а в 2017 г. произошло резкое увеличение почти в 2 раза.

Имеющиеся данные свидетельствуют межрегиональных перекосах в товарообмене Ростовской области с регионами ЮФО, что требует поиска эффективных инструментов устранения имеющихся различий.

Рассмотрим укрупненную группу продукции, оказывающую значительное влияние на обеспечение продовольственной безопасности страны, в частности, продукцию продовольственного назначения (ПРН).[34] Произведенные расчеты представлены в табл. 2.3 для РФ и приложении Б для ЮФО и регионов округа.

Таблица 2.3 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции РО с РФ.

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по РФ	вывоз	ввоз	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	271 197,30	124 719,94	146477,36	100	100	100
2014	294 725,67	131 283,74	163441,93	108,67	105,26	111,58
2015	303 055,88	130 814,70	172241,18	111,74	104,88	117,58
2016	353 930,49	151 073,52	202856,97	130,51	121,13	138,49
2017	397 224,68	173 637,16	223587,52	146,47	139,22	152,64
2018	426 213,43	211 427,28	214786,15	157,15	169,52	146,63
2019	442254,64	226 178,39	216076,25	163,07	181,34	147,51

Полученные расчетные данные свидетельствуют о том, что:

1) Наблюдается рост товарооборота РО в стоимостном выражении по группе ПРН за последние два года с РФ, ЮФО, в целом, и со всеми регионами ЮФО, кроме Адыгеи.

2) Продукция ПРН преобладает во ввозе в РО из РФ, Краснодарского края и Адыгеи, а вывоз в ЮФО, в целом, в Астраханскую, Волгоградскую области и Калмыкию.

Ввоз в РО из РФ, ЮФО в целом, Краснодарского края, Астраханской области имеет тенденцию роста. С Адыгеей и Калмыкией, наоборот - спад. С Волгоградской областью ввоз не имеет выраженной тенденции, чередуются рост и спад.

Вывоз в стоимостном выражении из РО в РФ, ЮФО, в целом, в Краснодарский край, Астраханскую и Волгоградскую области, Калмыкию по

данному виду продукции возрос, хотя в 2015 и в 2016 гг. был спад. В Адыгею с 2015 г. произошло резкое снижение вывоза.

Темпы роста вывоза ПРН имели спад в 2014 г. после чего стали возрастать как в целом по России, так и по Южному федеральному округу: Астраханская и Волгоградская области, Краснодарский край. С Калмыкией и Адыгеей наблюдалась тенденция роста темпов товарооборота.

Таким образом, углубление социально-экономической дифференциации регионов ЮФО выступает барьером для дальнейшего развития интеграционного взаимодействия и снижает углубление социально-экономической дифференциации регионов ЮФО выступает барьером для дальнейшего развития интеграционного взаимодействия и снижает мотивационные стимулы развивающихся субъектов экономики.

Индексный анализ всего товарооборота РО с ЮФО представлен в табл. 2.4, а с регионами-партнерами ЮФО представлен в Приложении Б.

– Значения индексов для вывоза-ввоза товаров по РФ (в целом).

Таблица 2.4 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции РО с ЮФО.

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по ЮФО	вывоз	ввоз	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	47 971,11	19 226,38	28 744	100	100	100
2014	57 519,75	25 030,09	32 489	119,9	130,18	113,02
2015	58 773,55	23 076,19	35 697	122,52	120,02	124,18
2016	73 893,21	32 603,45	41 289	154,03	169,57	143,64
2017	76 916,44	30 400,05	46 516	160,34	158,11	161,82
2018	79324,23	33438,28	45885,95	165,36	173,19	159,63
2019	81245,75	36827,49	44418,26	169,36	191,54	154,52

Анализ полученных статистических и расчетных данных, позволил сделать следующие выводы.

Наблюдается рост товарооборота в 2017 г. в стоимостном выражении с РФ, ЮФО, в целом, и всеми регионами ЮФО, кроме Астраханской области и Адыгеи.

Ввоз товаров в РО из РФ, ЮФО, Краснодарского края, Волгоградской области увеличился. С Астраханской областью уменьшился в 2017, значительный спад по объемам произошел с ввозом из Калмыкии за последние 3 года.

Вывоз не имеет четкой тенденции роста или спада. В общем, для 2017 г. характерен рост вывозимой продукции в РФ, Астраханскую и Волгоградскую области, Калмыкию. Уменьшение в ЮФО, Краснодарский край, Адыгею.

Темпы роста вывоза имеют тенденцию спада. С Калмыкией, Астраханской и Волгоградской областями за 2017 произошел рост показателей вывоза товаров.

С учетом вышесказанного можно отметить, что, несмотря на то, что происходит увеличение товарооборота в стоимостном выражении, темпы роста этого показателя снижаются из года в год. По торговле продукцией всех видов ввоз преобладает над вывозом, практически, со всеми регионами, кроме Калмыкии. Активнее всего товарообмен совершается между РО и Краснодарским краем, на втором месте по интенсивности торговли стоит Волгоградская область. Объем межрегионального товарооборота в значительной степени определяется структурой производства, политикой капиталовложений, уровнем цен сырьевых ресурсов.

Таким образом, трансграничный товарообмен выступает важным инструментом интеграционного сближения субъектов хозяйствования. Основой такого процесса выступает наличие нереализованных способов межрегионального сотрудничества.

Повышение эффективности процессов межрегиональной интеграции обуславливается выбором партнеров по экономическому взаимодействию, определением уровня интеграционных связей между ними, с учетом возможности взаимодополняемости их экономик, и обеспечивает положительный эффект для экономик регионов,

Стабилизация динамичного развития регионов, выявление рисков возникновения кризисных состояний систем, быстрая реакция СЭС на выработанные управленческие решения обусловлена выявлением на более



ранних стадиях факта нестабильности элементов рассматриваемых социально-экономических систем.

Возможные варианты развития событий представлены в табл. 2.5 [77].

Таблица 2.5 – Характеристика ситуаций

Характеристика ситуации	Состояние
Рост величины дохода по группе товаров при снижении величины амплитуды колебаний	Подъем
Рост величины дохода по товарной группе при росте амплитуды колебаний	Оживление
Снижение величины дохода по группе при снижении амплитуды колебаний	Кризис
Снижение величины дохода по группе при росте амплитуды колебаний	Спад

### 2.2.3 Расчет амплитуд колебаний ВРП регионов ЮФО для выявления предпосылок процесса межрегиональной интеграции на Юге России

Для решения поставленной задачи нами выполнены расчёты амплитуд колебаний ВРП СЭР регионов ЮФО с целью выявления изменений среднедушевого валового регионального продукта (ВРП), при этом в расчетах использовались данные официальной статистики за 2009 - 2018 [72, 73] (табл. 2.6 и рис. 2.9) в соответствии с п 1.3.2.

Таблица 2.6 – Статистические данные динамического ряда ВРП

ВРП	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ростовская область	104,60	134,14	129,63	154,13	179,47	198,13	215,92	235,70	280,52	303,22	318,78
Республика Адыгея	66,37	82,38	94,44	107,30	128,75	147,26	159,10	174,02	187,21	199,78	219,26
Республика Калмыкия	58,93	71,45	82,59	84,36	101,87	125,77	145,42	163,69	185,80	220,66	240,45
Краснодарский край	125,70	155,10	165,56	196,91	236,75	275,00	309,84	330,10	352,60	374,68	398,40
Астраханская область	100,00	146,39	133,02	143,39	170,50	206,68	269,82	283,59	316,00	340,40	414,44
Волгоградская область	126,31	159,00	144,30	166,03	195,46	220,76	235,81	278,96	290,19	293,95	305,13
Среднее год	96,98	124,74	124,92	142,02	168,80	195,60	222,65	244,34	268,72	288,78	316,08
Амплитуда											
РО+Краснодар. край	18,74	15,94	18,15	23,59	23,29	20,94	18,07	15,78	17,80	17,37	13,45

РО+Калмыкия	15,69	17,59	15,06	16,04	16,66	17,20	18,85	18,27	13,23	9,29	11,54
РО+Адыгея	11,85	13,21	10,32	7,96	8,70	11,71	15,78	16,16	12,97	12,91	14,89
РО+Астраханская обл.	5,49	12,45	5,13	4,74	3,67	3,48	9,08	6,26	10,99	11,44	15,99
РО+Волгоград обл.	19,05	17,50	9,64	12,72	11,06	7,08	1,45	5,32	6,19	3,40	1,31
Амплитуд по ЮФО	23,61	25,56	19,43	21,68	21,13	20,14	22,08	21,78	20,40	18,14	19,34

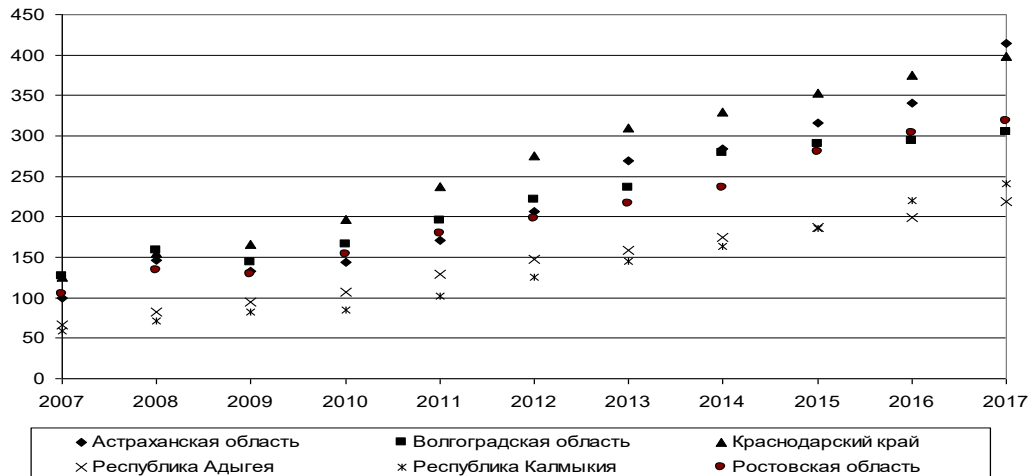


Рисунок 2.9 – Динамические ряды ВРП по регионам ЮФО

Расчетные данные амплитуд колебаний ВРП по регионам ЮФО приведены на рис. 2.10.

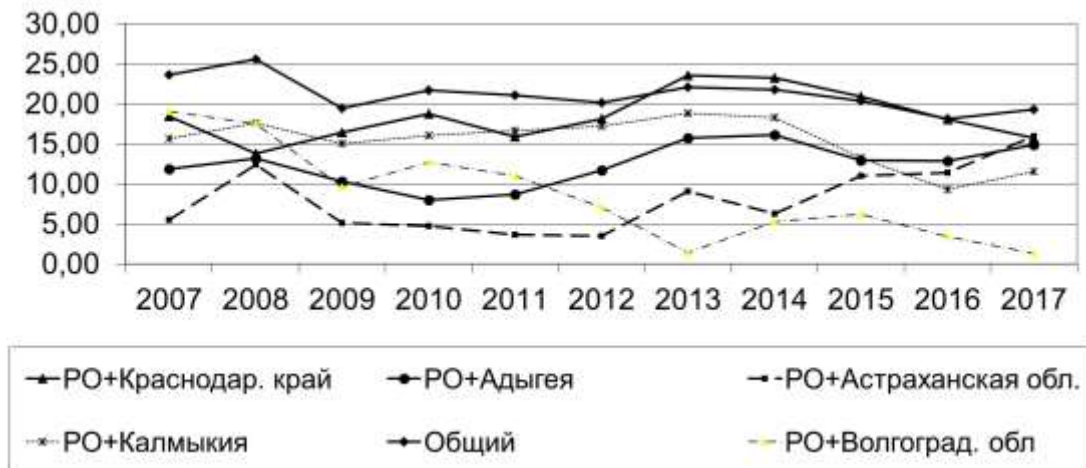


Рисунок 2.10 – Расчетные данные амплитуд колебаний

На рис. 2.10 видно, что размах амплитуды по регионам ЮФО находится в интервале от 5 – до 20%.

Таблица 2.7 – Значения размаха амплитуд

Регион	Красно-дарский край	Волгоград-ская область	Астрахан-ская область	Республика Адыгея	Республика Калмыкия
Амплитуда колебаний, %	17	19	15	16	18

Различия уровней экономического развития интегрируемых регионов обуславливает величину размаха амплитуды [16, 22].

Таким образом, для субъектов-партнеров РО, величина амплитуды колебаний ВРП составляет 7 – 18% и в целом меньше значения амплитуды по ЮФО (около 26%). В табл. 2.8 приведены сравнительные данные по росту ВРП на душу населения по регионам с 2007 по 2017 годы.

Таблица 2.8 – Рост ВРП по регионам ЮФО

Регион	Красно-дарский край	Волгоград-ская область	Астрахан-ская область	Республика Адыгея	Республика Калмыкия	Ростовская область
Рост ВРП, разы	3.2	2.4	4.4	3.3	4,1	3.1

Основываясь на данных, приведенных в табл. 2.7 и 2.8, можно отметить, что эффективность интеграции Ростовской области с субъектами ЮФО достаточно высока (колебания амплитуды изменяются от 20 до 22 %).

Межрегиональное социально-экономическое сотрудничество в форме межрегионального товарооборота выступает одним из регуляторов интеграционного сближения субъектов хозяйствования.

Таким образом, предлагаемые расчеты амплитуд колебаний ВРП региона является одним из эффективных нетрадиционных подходов решения задачи выявления предпосылок процесса межрегиональной интеграции на Юге России с учетом одного из важнейшего факторов - величины среднедушевого дохода, но требует своего дальнейшего развития с учетом множественности других аспектов. Ранее было установлено, что для корректного анализа процесса межрегиональной интеграции необходимо учитывать совокупность множества факторов, в том числе, связанных с уровнем имеющейся производственной и транспортно-логистической базы и уровнем развития связи между регионами, которые являются обеспечивающими инфраструктурно-сервисными модулями и фундаментом интеграционного сотрудничества.

#### 2.2.4 Определение интегрального индикатора уровня развития региона

Методика оценки эффективности межрегиональной экономической интеграции, как инструмента экономического роста регионов-партнеров, предполагает применение нового подхода, основанного на расчете интегрального индикатора эффективности их социально-экономического развития (ИИУР). Применение критериального подхода позволяет учесть воедино и разноименные и разнонаправленные факторы: «социально-экономические показатели (СЭП), товарооборот (ТО), уровень развития связи (УРС) и уровень транспортного сообщения (УТС) с его инфраструктурой, включающей транспортные коридоры, интермодальные узлы и др.» [59].

Таким образом, при анализе участия данных факторов в интеграционных процессах представляется целесообразным учитывать их наличие, а также форму содействия развитию интеграционных процессов (табл.2.9).

Данные табл. 2.10 являются исходной базой для проведения анализа указанных факторов «уровня развития связи» и «уровень транспортного сообщения», результаты которого подробно представлены для всех регионов Юга России в табл. В.1, В3 Приложения В и являются основой расчета их интегрального индикатора.

Таблица 2.9 – Воздействие факторов «транспортное сообщение» на развитие межрегиональной экономической интеграции

Фактор транспортно-логистической инфраструктуры региона	Наличие в конкретном регионе
Наличие взаимосвязанной системы транспорта	
Железнодорожный	Имеется/не имеется
Автомобильный	Имеется/не имеется
Речной	Имеется/не имеется (статус порта)
Морской	Имеется/не имеется (статус порта)
Воздушный	Имеется/не имеется (наличие аэропорта)

Таблица 2.10 – Воздействие факторов «связь»  
на развитие межрегиональной экономической интеграции

Фактор «связь» логистической инфраструктуры региона	Наличие в конкретном регионе
Наличие различных видов связи	
Телефонная связь	Имеется/не имеется, число телефонных станций
Интернет	Имеется/не имеется

В Приложении 3 приведены результаты исследования существующей в настоящий момент транспортно-логистической инфраструктуры по всем регионам ЮФО и характеризующие факторы-драйверы интеграционных процессов.

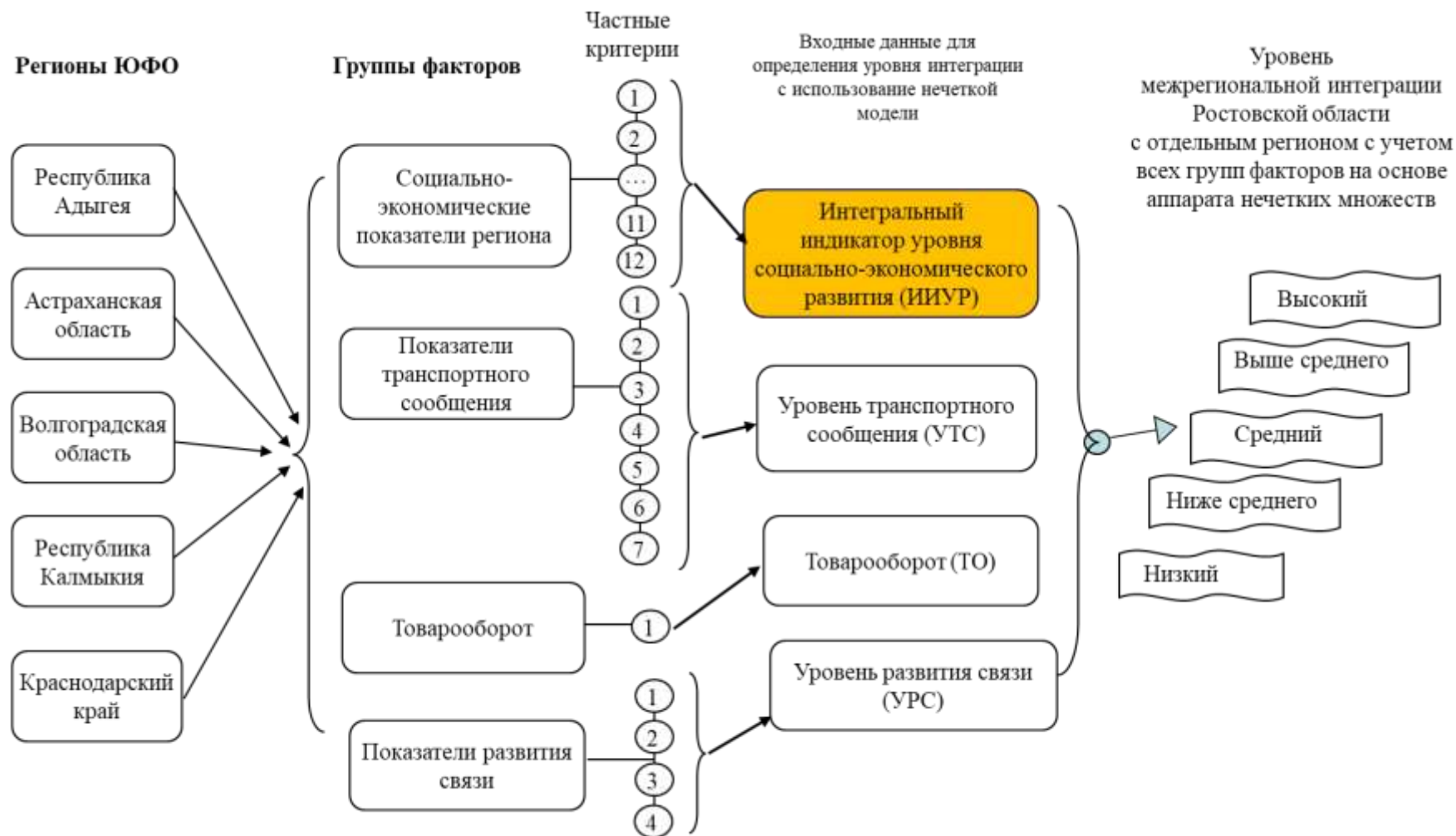


Рисунок 2.11- Взаимосвязь результативного-признака социально-экономического процесса- межрегиональной экономической интеграции Ростовской области (в формате ЮФО) с входными факторами (Разработана автором)

Применение предлагаемой методики определения ИИУР (см. рис. 2.4) позволяет преобразовать задачу с многими критериями и рассматривать ее как однокритериальную для оценки уровня развития отдельного региона с учетом разнонаправленных и разноразмерных социально-экономических факторов.

Взаимосвязь выходного признака – уровень межрегиональной интеграции РО с субъектами ЮФО и входных факторов: социально-экономические показатели, товарооборот, уровень транспортного сообщения и уровень развития связи приведена на рис. 2.11.

Применяя принцип декомпозиции, на рис. 2.11 изображены составляющие (подгруппы) входных группы:

- показатели вывоза/ввоза продукции, отражающие уровень регионального товарообмена (Приложение Б и табл. Г.6 приложения Г);
- 7 показателей, характеризующих транспортную инфраструктуру сообщения между регионами (см. табл. 2.6 и табл. В.1 Приложения В);
- 12 показателей развития регионов ЮФО за 2011 - 2018 гг. (табл.2.7 и табл. В.3 – В.8 Приложения В);
- 4 показателя состояния и уровня развития связи, наличие интернета (см. табл. 2.6 и табл. В.2 Приложения В).

Основной целью исследования межрегионального взаимодействия является выявление тенденций СЭР субъектов федерального округа с учетом основных влияющих факторов.

Оценка уровня межрегиональной интеграции Ростовской области с регионами ЮФО, позволит выработать корректирующие мероприятия по интенсификации процессов интеграции на основе факторов, учитывающих качественный и количественный характер информационной базы. Рассчитаем интегральный индикатор уровня развития регионов ЮФО в динамике за 2011-2018 гг. (табл.2.11 и табл. В.3 – В.8 Приложения В). Результаты расчетов индикатора социально-экономического развития регионов ЮФО за 2011 – 2018 гг. с учетом представленных выше составляющих подгруппы представлены на рис.2.12.

Расчёты свидетельствуют о том, что уровень развития СЭР имеет тенденцию роста во всех субъектах ЮФО, а первое место принадлежит Краснодарскому краю. В социально-экономическом развитии субъектов округа среди основных индикаторов можно выделить:

- 1) повышение уровня предпринимательской и инновационной активности;
- 2) улучшение демографической ситуации и качества жизни населения;
- 3) преодоление дефицита квалифицированных кадров;
- 4) снижение степени износа основных производственных фондов;
- 5) снижение дефицита консолидированного бюджета региона и его высокой дотационности;
- б) легитимизация «скрытой» (теневой) экономики (неформального сектора).

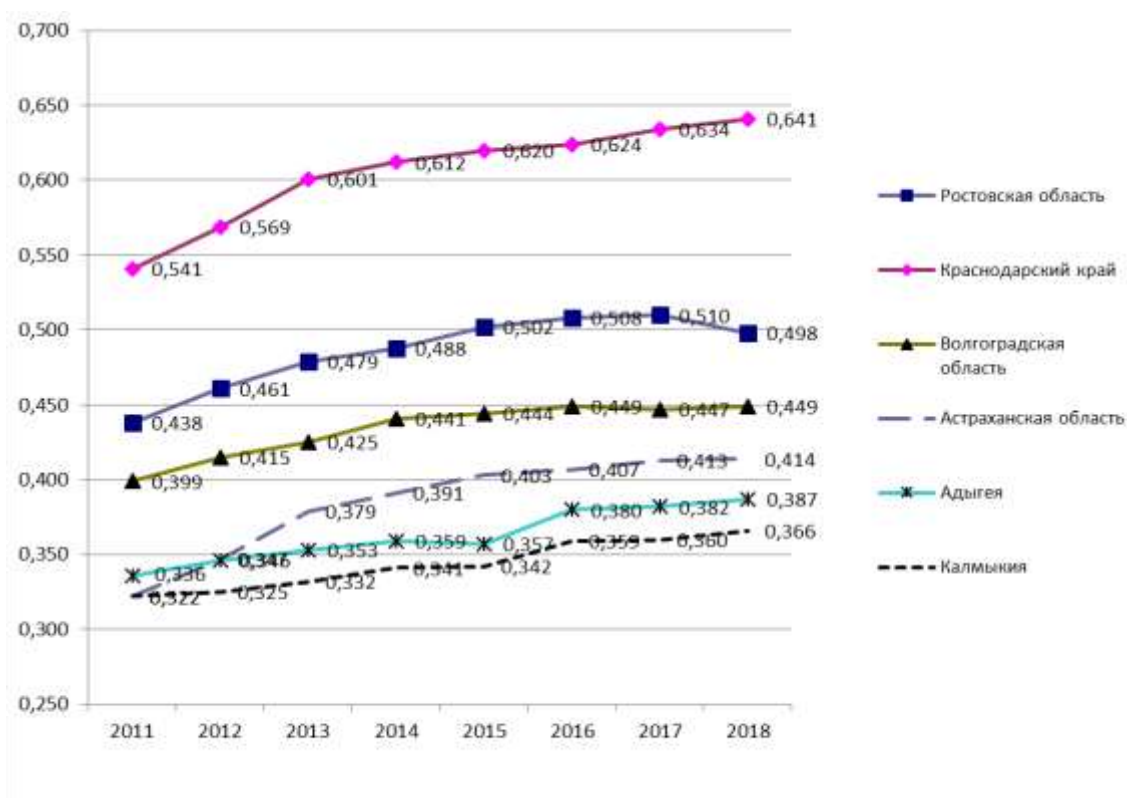


Рисунок 2.12 – Динамика интегрального индикатора социально-экономического уровня развития регионов ЮФО за 2011 – 2018 гг.

И, как следствие, из решения вышеприведенных проблем логически следует повышение темпов социально-экономического развития регионов ЮФО, в т.ч. РО.



Таблица 2.11 – Значение показателей развития регионов ЮФО за 2018 г.

Наименование	Результаты промежуточных расчетов			Ростовская область			Краснодарский край			Волгоградская область			Астраханская область			Адыгея			Калмыкия			
	NAР	miп	max	Mi	Значение	Xi	di	Значение	Xi	di	Значение	Xi	di	Значение	Xi	di	Значение	Xi	di	Значение	Xi	di
ВРП, млрд.руб	+	30	5000	2523	1347	4,0	0,39	2225	4,4	0,51	771,4	3,8	0,30	420,9	3,6	0,25	99,4	3,5	0,21	66,5	3,5	0,21
Объем инвестиций в основной капитал, млрд. руб	+	10	1000	503	252	4,0	0,37	484,1	4,4	0,54	184,4	3,8	0,32	106,6	3,7	0,27	31,5	3,5	0,22	12,9	3,5	0,20
Объем розничной торговли, млрд. руб	+	10	2000	1010	920	4,4	0,52	1368	4,8	0,66	389,6	3,9	0,33	173,4	3,6	0,26	95,1	3,6	0,23	21,3	3,5	0,21
Среднедушевые денежные доходы населения, тыс. руб/год	+	130	500	188	349	4,6	0,61	412,4	5,0	0,70	273,7	4,2	0,47	284	4,3	0,49	330,6	4,5	0,58	204,9	3,9	0,34
Преступления на 100 тыс.чел населения	-	500	2000	761	1314	4,4	0,52	1216	4,5	0,56	1529	4,1	0,42	1320	4,4	0,52	906	4,9	0,68	998	4,8	0,65
Коэффициент родившихся на 1000 человек	+	5	20	8	9	4,0	0,39	11,5	4,3	0,51	9,4	4,1	0,41	11,6	4,3	0,51	10	4,1	0,44	11	4,3	0,48
Коэффициент умерших на 1000	-	5	20	8	13,3	4,4	0,51	12	4,5	0,57	13,3	4,4	0,51	11,5	4,6	0,59	12,4	4,5	0,55	9,6	4,8	0,66
Заболеваемость на 1000 чел.	-	500	1000	254	893	3,9	0,35	688	4,7	0,63	712,1	4,6	0,60	610,4	5,0	0,71	682	4,7	0,63	701,9	4,7	0,61
Отгружено товаров собственного производства, млрд.руб.	+	10	3000	1518	1356	4,4	0,52	2754	5,3	0,77	1125,3	4,2	0,46	420	3,8	0,29	95,3	3,5	0,22	18	3,5	0,20
Безработные, тыс. человек	-	10	3000	1518	167	5,3	0,78	143	5,4	0,78	72,6	5,4	0,79	66,02	5,4	0,79	20,1	5,4	0,80	13,4	5,4	0,80
Занятые в экономике, тыс. человек	+	100	3000	1472	1935	4,7	0,63	2671	5,2	0,76	1226	4,2	0,47	499,9	3,8	0,30	192,3	3,5	0,22	124,4	3,5	0,21
Стоимость основных фондов, млрд.руб	+	100	6000	2995	3049	4,5	0,55	6260	5,5	0,82	2326	4,2	0,47	1653	4,0	0,39	2232	4,2	0,46	2269	4,2	0,46
Значение интегрального индикатора уровня развития							0,00023			0,0048			0,00007			0,00003			0,00011			0,00006
						<b>D</b>	<b>0,49</b>			<b>0,64</b>			<b>0,44</b>			<b>0,41</b>			<b>0,39</b>			<b>0,37</b>

Реализация методики расчета интегрального индикатора уровня развития регионов, отражающая выявленные тенденции развития регионов ЮФО за 2011 - 2018 гг. (см. рис.2.12), позволит осуществить процедуру нормализации результатов, которые, в свою очередь, будут являться основой при построении нечеткой модели оценки уровня межрегиональной интеграции (на основе аппарата нечетких множеств) в дальнейших исследованиях и разработке интегрированной системы мониторинга степени интеграционных связей между регионами Юга России.

Такие факторы как уровень транспортного сообщения и связь подробно рассматривались выше. Проанализируем их применительно к исследуемым регионам-партнёрам и определим участие в межрегиональных интеграционных экономических процессах в ЮФО (приложение В табл. В.1 - В.2), применяя методику расчета интегрального индикатора социально-экономического уровня развития регионов.

Аналитическая оценка представленных в таблицах расчетных данных позволяет сделать вывод, что каждый из исследуемых регионов имеет условия для экономической интеграции с Ростовской областью. Самое большое значение  $D = 0,646$  и  $D = 0,767$  свидетельствуют о наиболее благоприятных межрегиональных связях с Краснодарским краем по факторам «Уровень транспортного сообщения» и «Уровень развития связи», соответственно. Однако, более глубокий и полный анализ с учетом совокупности всех рассматриваемых групп факторов при оценке уровня межрегиональной интеграции возможен на основе логического вывода из теории нечетких множеств, а расчетные данные интегрального индикатора уровня развития региона являются исходными данными для описания входных признаков задачи моделирования предметной области «уровень интеграционных связей».

Таким образом, в результате использования инструментально-методического аппарата для диагностики состояния процесса межрегиональной экономической интеграции предложен новый подход к решению задачи оценки состояния процесса межрегиональной интеграции на Юге России с учетом одного из важнейших факторов - величины среднедушевого дохода, и новый

способ и новые результаты решения задачи оценки социально-экономического развития регионов, основанный на определении ИИУР учитывающего множества разноразмерных и разнонаправленных критериев.

После определения тенденции изменения индикатора уровня развития регионов ЮФО за 2011-2018 гг. и выполнения процедуры нормализации, следующими этапами анализа являются: логико-лингвистическое описание входных признаков СЭП, разработка базы знаний (на основе нечетких продукционных правил), формирование механизма нечеткого логического вывода, разработка системы мониторинга уровня интеграционного взаимодействия регионов Юга России.

Первые попытки построения моделей межрегиональных отношений относятся к 1950-ым годам, когда начали рассматриваться модели межотраслевого баланса в виде модели «затраты-выпуск» – *input-output* (В. В. Леонтьев, Л. В. Канторович, У. Айзард, Л. Мозес и др.).

Например, в нашей стране с 1965 г. Под руководством А. Г. Гранберга разрабатывалась оптимизационная межрегиональная межотраслевая модель (ОМММ), совершенствование которой продолжается [32]. В 1960-1980-е гг. сложность, неопределенность, неполнота, ограниченность возможностей моделирования в том числе обусловленные мощностью компьютеров не позволили осуществить качественный скачок, прежде всего на практическом уровне, для решения задач межрегионального и межотраслевого управления. Совершенствование компьютерной техники и сегодня не позволило снять ряд вопросов принципиальной неопределенности, поэтому требуется разрабатывать методы индикативного управления, предлагающие количественные методы оценки качественных явлений.

Например, стратегия экономического роста предполагает максимизацию величины конечного потребления с учетом интересов отдельных регионов, что выражается в переходе от однокритериальной к многокритериальной задаче оптимизации [32]:

$$\begin{cases} z = \sum_{r=1}^m z_r \rightarrow \max, \\ z_r \rightarrow \max, \\ z_r \geq \lambda_r z, \end{cases}$$

где  $z$  – общая величина конечного потребления,  $z_r$  – потребление  $r$  – го региона,  $\lambda_r$  – доля потребления региона  $r$  ( $r = \overline{1, m}$ ),  $\sum_r \lambda_r = 1$ .

Считается, что изменяя  $\lambda_r$ , теоретически можно провести анализ границы Парето (такого множества решений, что максимизация части критериев не приводит к ухудшению оставшихся) в поиске компромисса между интересами регионов и округа (страны) не ухудшая социальное неравенство.

Большая работа по исследованию многорегиональных систем с учетом механизма взаимности проходит в Новосибирске рабочей группой под руководством А. Г. Гранберга, В. И. Сулова (проект СИРЕНА – СИнтез РЕгиональных и НАроднохозяйственных решений). В частности, в работе [32] предлагается модели регионов замещать упрощенными зависимостями, связывающими основные факторные и результативные признаки. Например, функция отклика региона как квадратичная функция рассматриваемых факторов, в нашем случае примет вид

$$\psi_r(s_{r1}, s_{r2}) = a_{r0} + b_{r1}s_{r1} + b_{r2}s_{r2} + c_{r1}s_{r1}^2 + c_{r2}s_{r2}^2 + c_{r3}s_{r1}s_{r2},$$

где  $r = 1, 2, 3, 4, 5$  (рассматриваемые регионы ЮФО),

$s_1$  – сальдо вывоза-ввоза продукции продовольственного назначения;

$s_2$  – сальдо вывоза-ввоза продукции непродовольственного и производственно-технического назначения.

Опираясь на данные статистики национального счетоводства (СНС) за 2013-2018 гг. и авторские результаты расчета индекса социально-экономического состояния региона и прогнозирования на 2019 г можно получить зависимость потребительских расходов от указанных факторов для регионов ЮФО.

*Характеристика исходных данных* (табл. 2.12).

$W$  – потребительские расходы на душу населения в месяц (руб.);

$s1$  – сальдо вывоза-ввоза продукции продовольственного назначения на душу населения Ростовской области с регионами ЮФО (руб.);

$s2$  – сальдо вывоза-ввоза продукции непродовольственного и производственно-технического назначения на душу населения Ростовской области с регионами ЮФО (руб.);

$Region$  ( $KR\_R$  – Краснодарский край,  $AST\_O$  – ....

$D$  – интегральный индекс социально-экономического развития региона.

Таблица 2.12 – Региональные макропоказатели ЮФО (2013-2019 гг.)

№ п/п	$Region$	$Year$	$W$	$SI$	$S2$	$D$
1	$KR\_R$	2013	20295	710.3812	183.0255	0.601
2	$AST\_O$	2013	15706	844.3953	-5268.0100	0.379
3	$Volg\_O$	2013	13958	525.8466	-4430.4200	0.425
4	$R\_A$	2013	14987	63.40807	-341.3450	0.353
5	$R\_K$	2013	6199	1078.936	175.4610	0.332
6	$KR\_R$	2014	23333.7	1174.796	812.4972	0.612
7	$AST\_O$	2014	17287.6	1092.292	-8549.45	0.391
8	$Volg\_O$	2014	15062.6	694.3176	-4069.07	0.441
9	$R\_A$	2014	16443.8	86.7706	-500.601	0.359
10	$R\_K$	2014	6857.7	985.694	836.3345	0.341
11	$KR\_R$	2015	25238.4	810.1451	-686.043	0.62
12	$AST\_O$	2015	18083.6	880.265	-7904.21	0.403
13	$Volg\_O$	2015	16177.8	392.9458	-4413.22	0.444
14	$R\_A$	2015	16339.9	-303.836	-1270.69	0.357
15	$R\_K$	2015	7050.1	840.3226	138.8889	0.342
16	$KR\_R$	2016	26933.9	541.4181	-1132.98	0.624
17	$AST\_O$	2016	17555.5	634.9558	-8622.32	0.407
18	$Volg\_O$	2016	16479	143.8698	-4746.71	0.449
19	$R\_A$	2016	17834.3	-315.396	-231.982	0.38
20	$R\_K$	2016	7408.6	637.5899	154.5324	0.359
21	$KR\_R$	2017	27135	-230.937	-876.577	0.634
22	$AST\_O$	2017	17698	1041.849	-6763.17	0.413
23	$Volg\_O$	2017	16699	980.2777	-5317.45	0.447
24	$R\_A$	2017	18456	-422.467	-1457.71	0.382
25	$R\_K$	2017	7568	1486.764	104.2909	0.36
26	$KR\_R$	2018	28381	-42.9568	-655.025	0.641
27	$AST\_O$	2018	17944	483.2249	-7234.2	0.414
28	$Volg\_O$	2018	17216	1065.235	-5441.6	0.449
29	$R\_A$	2018	19245	-277.89	-1115.03	0.387
30	$R\_K$	2018	7940	983.8235	782.2794	0.366
31	$KR\_R$	2019	30572.8	-69.3378	-1167.33	0.649

№ п/п	<i>Region</i>	<i>Year</i>	<i>W</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>D</i>
32	<i>AST_O</i>	2019	18568.6	596.3905	-7480.94	0.417
33	<i>Volg_O</i>	2019	18082.1	1586.719	-5772.98	0.452
34	<i>R_A</i>	2019	20100.22	-275.736	-1136.66	0.393
35	<i>R_K</i>	2019	8289.98	1370.293	425.9341	0.375

Таблица 2.13 – Параметры функций отклика<sup>7</sup> для регионов ЮФО

Регион	$a_{r0}$	$b_{r1}$	$c_{r1}$	$b_{r2}$	$c_{r2}$
<i>KR_R</i>	75519,501	-0,609	0,00002	6,423	0,00020
<i>AST_O</i>	23290,906	-1,044	0,00017	-0,465	0,00007
<i>Volg_O</i>	-14161,645	6,005	-0,00398	-7,963	-0,00052
<i>R_A</i>	239120,646	-1,085	-0,00056	38,541	0,00167
<i>R_K</i>	13293,415	-56,160	0,09719	33,399	-0,10620

Объединение данных по регионам за 7 лет проводилось в сопоставимых ценах к 2013 г. Параметры функций отклика, найденные с использованием метода наименьших квадратов (табл.2.13) получены как решение задачи аппроксимации зависимости потребления на душу населения от сальдо вывоза-ввоза (переменные  $s_1, s_2$ ), без рассмотрения статистической значимости результатов, так как число наблюдений слишком мало.

В идеале при большом числе наблюдений можно было говорить о решении задачи согласования интересов повышения уровня потребления регионов и ЮФО в целом, как решении задачи квадратичного программирования при нескольких критериях, но очевидно, что коэффициенты при квадратах входных переменных близки к нулю, то есть говорить о решении такой задачи нельзя (табл. 2.13).

В нашем случае малое количество наблюдений не позволяет рассматривать квадратичную модель, однако, мы можем учесть, что совокупность наших данных имеет панельную структуру (*panel-data*), поэтому можно использовать панельную регрессию, включив в нее фактор социально-экономического развития  $D$ .

Итак, рассмотрим эконометрический подход к оценке модели потребительских расходов на душу населения.

<sup>7</sup> Без учета взаимодействия факторных признаков и интегрального индекса  $D$ .

Вид данных еще одно предположение – о зависимости уровня потребления текущего года от уровня потребления предыдущего года – приводит к необходимости оценки динамической модели панельных данных. Для получения оценок этой модели (с использованием *DIF GMM (Arellano and Bond, 1991)* или *SYS GMM (Blundell and Bond, 1998)* требуется провести тест на единичный корень (проверку стационарности временных данных), чтобы избежать ложной регрессии (тест Дики-Фуллера), однако малая протяженность временного ряда позволяет утверждать это только опираясь на логику (в реальном секторе экономике нет нестационарных временных рядов, иначе бы разразился кризис).

Рассматривая различные варианты динамических моделей панельной регрессии мы пришли к выводу о необходимости введения кроме  $S1, S2$  еще лаговой переменной  $S(t - 1)$  и первой разности переменной  $D$ :

$$\Delta D = D(t) - D(t - 1).$$

Таблица 2.14 – Одношаговая динамическая панель<sup>8</sup> (использовано наблюдений – 30, включено 6 пространственных объектов)

	Коэффициент	Ст. ошибка	z	P-значение	Значимость
W(-1)	1.18662	0.175135	6.775	<0.0001	***
const	- 41.0681	82.1909	-0.4997	0.6173	-
S1	0.876445	0.341160	2.569	0.0102	**
S2	0.570670	0.201133	2.837	0.0046	**
S2(-1)	0.473433	0.103537	4.573	<0.0001	***
$\Delta D$	46384.5	7783.17	5.960	<0.0001	***

Таблица 2.15 – Наблюдаемые и расчетные значения динамической модели панельной регрессии диапазон, используемый для оценки модели: 1:1 - 5:7; стандартная ошибка остатков = 623.382

t: n	W	Расчетные	Остатки
1:1	20295.0		
1:2	23333.7		
1:3	25238.4	25882.5	-644.096
1:4	26933.9	26071.9	861.994
1:5	27135.0	28440.8	-1305.85

<sup>8</sup> Тест на сверхидентификацию Саргана: Хи-квадрат(14) = 14,3721 [0,4224] – позволяет утверждать, что инструментальные переменные в этой модели экзогенны; совместный тест Вальда: Хи-квадрат(5) = 8,34041e+009 [0,0000] – позволяет утверждать значимость коэффициентов модели.

1:6	28381.0	27606.0	775.015
1:7	30572.8	29654.3	918.547
2:1	15706.0		
2:2	17287.6		
2:3	18083.6	17752.1	331.465
2:4	17555.5	18296.7	-741.180
2:5	17698.0	18058.2	-360.153
2:6	17944.0	17715.9	228.123
2:7	18568.6	18023.0	545.616
3:1	13958.0		
3:2	15062.6		
3:3	16177.8	15439.8	737.984
3:4	16479.0	16981.3	-502.270
3:5	16699.0	16720.1	-21.1265
3:6	17216.0	16837.9	378.069
3:7	18082.1	18044.0	38.1380
4:1	14987.0		
4:2	16443.8		
4:3	16339.9	16903.1	-563.213
4:4	17834.3	17553.2	281.104
4:5	18456.0	18290.9	165.132
4:6	19245.0	19033.8	211.226
4:7	20100.2	20338.3	-238.118
5:1	6199.00		
5:2	6857.70		
5:3	7050.10	7014.64	35.4613
5:4	7408.60	7480.54	-71.9388
5:5	7568.00	7773.77	-205.771
5:6	7940.00	7870.32	69.6764
5:7	8289.98	8935.85	-645.873

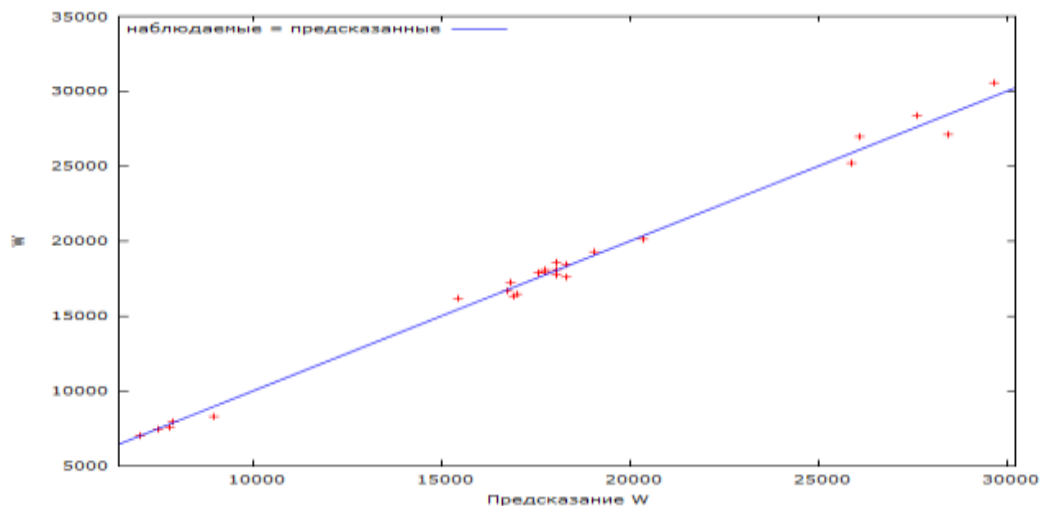


Рисунок 2.13 График наблюдаемых и расчетных значений потребительских расходов на душу населения (руб.)



Опираясь на динамическую модель панельной регрессии

$$W(t) = -41.0681 + 1.1866W(t - 1) + 0.87645S1(t) + 0.57067S2(t) + \\ +0.473433S2(t - 1) + 46384.5\Delta D$$

можно объяснить процесс формирования потребительских расходов на душу населения (руб.) по пяти регионам ЮФО.

Составление прогноза 2020 г является спорным, так как половина не лаговых переменных получены с использованием прогноза по тренду из семи точек и дает усредненную оценку (табл.2.16):

Таблица 2.16 Прогнозные оценки потребительских расходов по регионам ЮФО

Регион	W
<i>KR_R</i>	29152,5
<i>AST_O</i>	14906,3
<i>Volg_O</i>	16279
<i>R_A</i>	23660,1
<i>R_K</i>	24725,2

### 2.2.5 Оценка уровня межрегиональной интеграции на основе нечеткого моделирования

Система межрегиональной интеграции является многоуровневой и многопараметрической. Одной из характерных особенностей этой системы является то, что интеграционным процессам свойственна неопределенность и отсутствие конкретных числовых зависимостей. В основе изучения как процессов интеграции, так и процессов принятия управленческих решений лежит формализованное представление информации. Для изучения параметров, имеющих качественную природу наиболее эффективным является подход на основе моделей нечетких знаний [40, 100].

Проведение нечеткого моделирования предполагает использование на первом этапе лингвистического описания условий задачи.

В качестве выходной лингвистической переменной (ЛП) принимаем «уровень межрегиональной интеграции» (УМИ). В качестве базового термножества указанной ЛП используем выражение:

«<УМИ, {низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий}>»,

[0 - 1]»» [59]

Для устранения негативных последствий использования разноразмерных факторов в решаемой задаче, необходима процедура нормализации шкалы выходной переменной и определения носителя функции принадлежности в относительных единицах (от 0 до 1).

В результате анализа априорной информации для формализованного представления рассматриваемой ЛП установлено, что наиболее целесообразным является применение 5-и термовой модели [18]. Для построения ФП нами использовался параметрический метод. В процессе экспертного оценивания учитывали знания 4 экспертов. После получения данных оценок проведена процедура анализа согласованности указанных суждений. При высокой согласованности экспертных суждений строилась обобщённая функция принадлежности (ФП) выходной ЛП.

Внешний вид графиков ФП лингвистической переменной УМИ представлен на рис. 2.14 и в приложении Г.

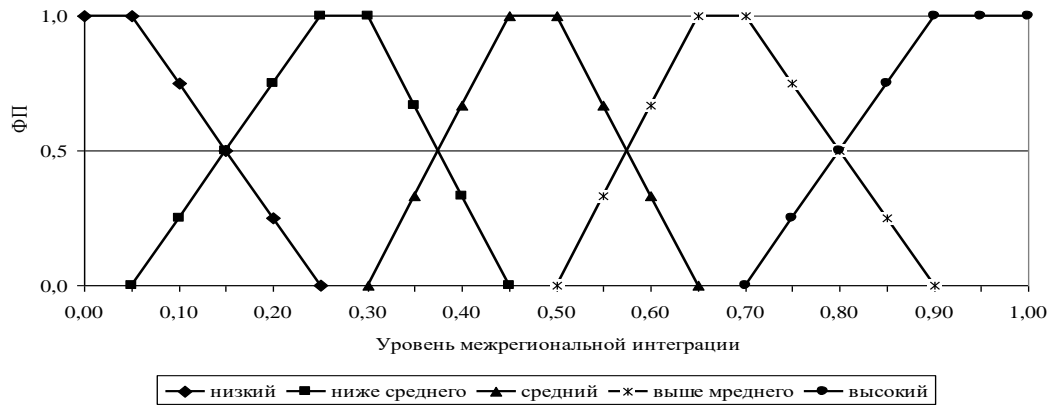


Рисунок 2.14 – Графическое представление термов выходной переменной «уровень межрегиональной интеграции»

В качестве интерпретации смыслового содержания назначенных значений ЛП можно указать следующее

1) Для регионов, характеризуемых неблагоприятной транспортно-логистической инфраструктурой, невысоким уровнем экономического развития и низким уровнем жизни населения (Калмыкия, Астраханская область), термы ЛП принимают значение «низкий» («ниже среднего»).

2) Для регионов, развитие которых характеризуется поступательным

движением и экономическим ростом, выгодной транспортно-логистической инфраструктурой, приемлемой инвестиционной и финансовой привлекательностью, термы ЛП принимают значений «средний» («ниже среднего», «выше среднего»).

3) Для регионов, с устоявшимися долгосрочными взаимовыгодными связями, значительными объемами товарооборота, термы ЛП принимают значения «высокий» («выше среднего»).

Процедуру оценки согласованности суждений, полученных от экспертов, проводили с помощью оригинальной программной системы [36]. Расчетные матрицы согласованности по отдельным экспертам и по всем термам представлены в приложении Г, табл. Г.2

Результаты расчетов выявили высокий уровень согласованности мнений экспертов. Таким образом, принятое описание значений лингвистических переменных УМИ, ТО, СЭП, УТО и УРС применимо в дальнейшем.

В результате анализа разработана модель предметной области - УМИ. Модель нечетких экспертных знаний включает 81 продукционное правило (Приложение Д), основными элементами которых являются нечеткие высказывания вида  $\langle \beta_w \text{ есть } \alpha_{w_j} \rangle$  и  $\langle \beta_v \text{ есть } \alpha_{v_j} \rangle$ , где  $\alpha_{v_j}$  – соответствующие значениям термов выходной лингвистической переменной (рис. 2.15).

```

1. If (СЭП is низкий) and (УТС is низкий) and (ТО is низкий) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
2. If (СЭП is низкий) and (УТС is низкий) and (ТО is низкий) and (УРС is средний) then (УМИ is левый) (1)
3. If (СЭП is низкий) and (УТС is низкий) and (ТО is низкий) and (УРС is высокий) then (УМИ is левый) (1)
4. If (СЭП is низкий) and (УТС is низкий) and (ТО is средний) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
5. If (СЭП is низкий) and (УТС is низкий) and (ТО is средний) and (УРС is средний) then (УМИ is левый) (1)
6. If (СЭП is низкий) and (УТС is низкий) and (ТО is средний) and (УРС is высокий) then (УМИ is левый) (1)
7. If (СЭП is низкий) and (УТС is низкий) and (ТО is высокий) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
8. If (СЭП is низкий) and (УТС is низкий) and (ТО is высокий) and (УРС is средний) then (УМИ is левый) (1)
9. If (СЭП is низкий) and (УТС is низкий) and (ТО is высокий) and (УРС is высокий) then (УМИ is центр1) (1)
10. If (СЭП is низкий) and (УТС is средний) and (ТО is низкий) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
11. If (СЭП is низкий) and (УТС is средний) and (ТО is низкий) and (УРС is средний) then (УМИ is левый) (1)
12. If (СЭП is низкий) and (УТС is средний) and (ТО is низкий) and (УРС is высокий) then (УМИ is левый) (1)
13. If (СЭП is низкий) and (УТС is средний) and (ТО is средний) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
14. If (СЭП is низкий) and (УТС is средний) and (ТО is средний) and (УРС is средний) then (УМИ is центр1) (1)
15. If (СЭП is низкий) and (УТС is средний) and (ТО is средний) and (УРС is высокий) then (УМИ is центр1) (1)
16. If (СЭП is низкий) and (УТС is средний) and (ТО is высокий) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
17. If (СЭП is низкий) and (УТС is средний) and (ТО is высокий) and (УРС is средний) then (УМИ is центр2) (1)

```

Рисунок 2.15 – Фрагмент экрана базы продукционных в среде MatLab

На этапе дефаззификации определены значения уровня межрегиональной интеграции РО с субъектами ЮФО. Расчетные значения получены в результате применения нечеткого логического вывода, в частности - метод «центра тяжести» [68]. Расчеты по указанному методу проводились в среде MatLab

(пакет Fuzzy Logic Toolbox). Кроме того, для обеспечения сходимости результатов использовалась оригинальная методика [33, 86], применение которой позволяет достичь высокую точность.

На рис. 2.16 приведено графическое изображение поверхностей отклика (в среде MatLab), которые характеризуют взаимосвязи признаков экономико–математических моделей, а также подтверждают адекватность разработанной модели в виде правил-продукций (см. рис. 2.15 и приложение Д).

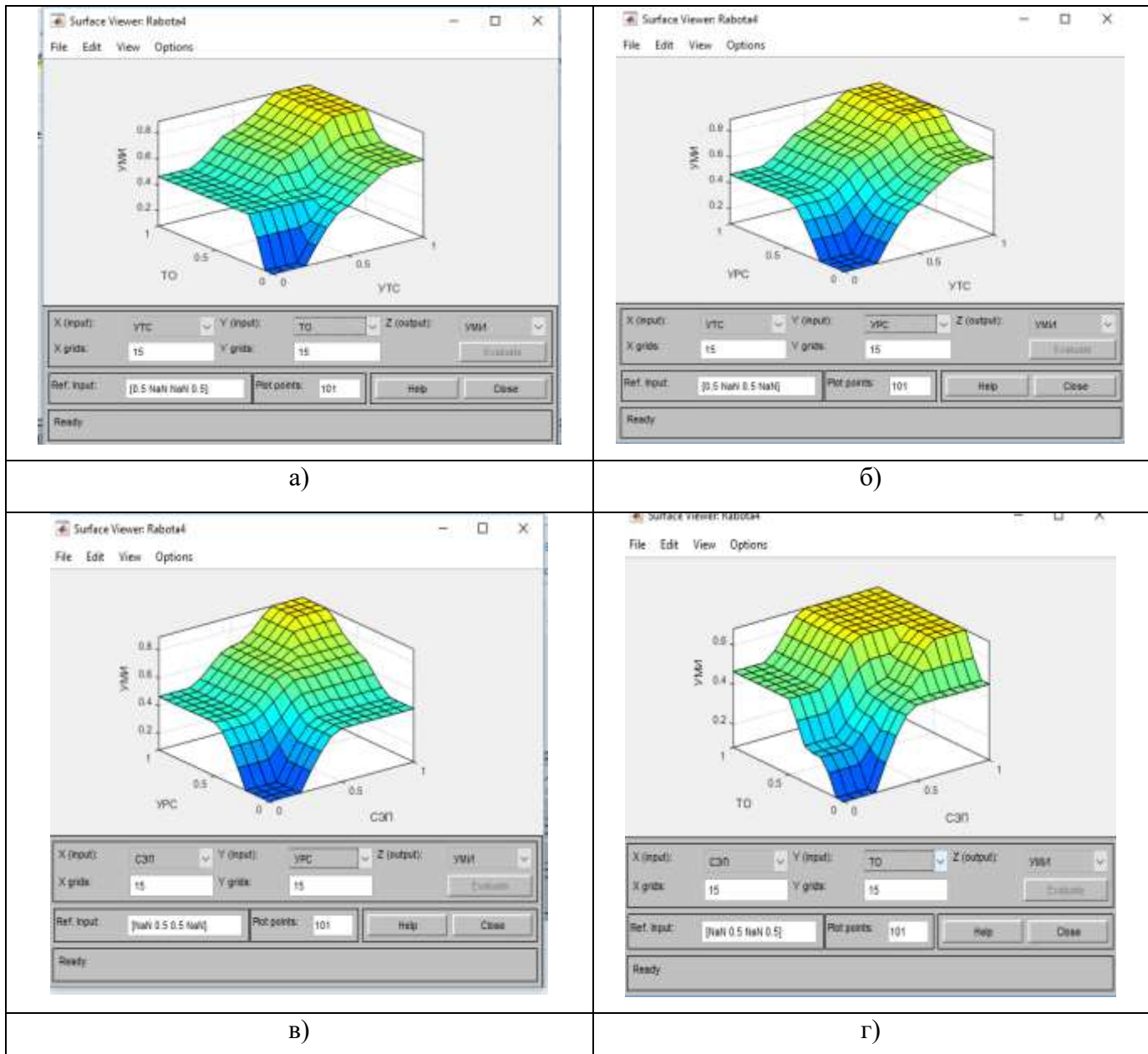


Рисунок 2.16 – Графическое изображение отношений «уровня межрегиональной интеграции» и входных признаков  
а) УМИ-УТС-ТО; б) УМИ-УТС-УРС в) УМИ-СЭП-УРС; г) УМИ-СЭП-ТО

Созданная модель в виде системы правил-продукций позволяет перейти к этапу дефаззификации, т.е. определения числовых значений рассматриваемой выходной переменной для каждого региона. Конкретные значения входных параметров представлены в табл. 2.17.

Таблица 2.17 – Конкретного значения входных параметров (за 2017 г.)

Входные параметры	Регионы				
	Краснодарский край	Волгоградская область	Астраханская область	Республика Адыгея	Республика Калмыкия
СЭП	0,624	0,448	0,406	0,357	0,343
УТС	0,646	0,381	0,328	0,298	0,228
ТО	0,56	0,30	0,12	0,01	0,01
УРС	0,767	0,488	0,35	0,143	0,231
Номера правил базы знаний	81,72,54,45	41,32	41,40,38,37,32,31,29,28,14,13,1110,5,4,2,1	37,28,10,1	28,1

Проведём подробное рассмотрение для случая Краснодарского края.

1-й шаг – для ФП входных переменных определение конкретных значений на основе данных, представленных в табл. 2.17, и приведены на рис.2.17 и в табл. 2.18.

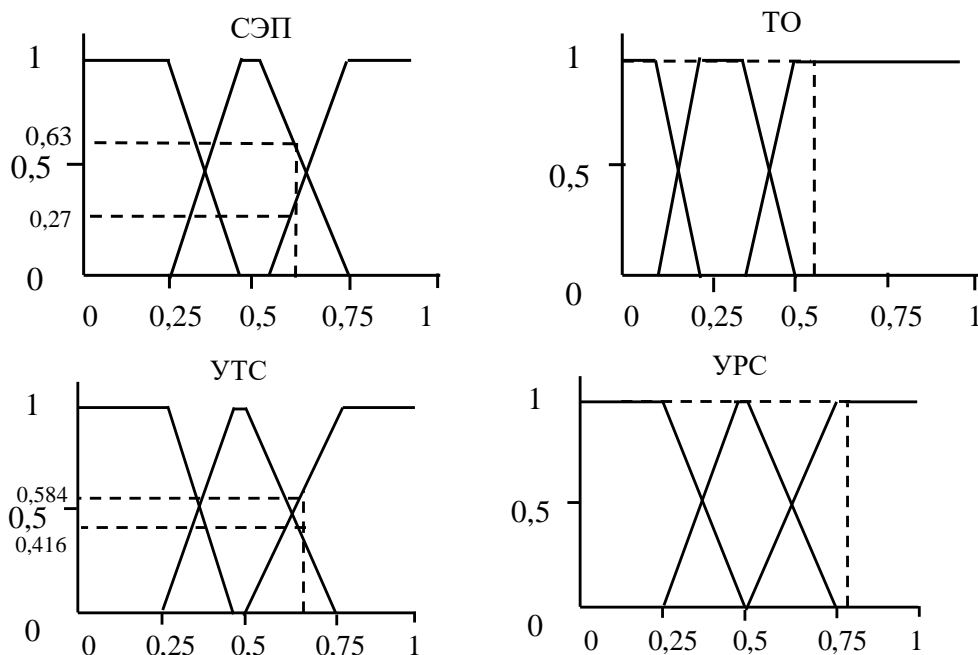


Рисунок 2.17 – Функции принадлежности входных переменных (для Краснодарского края)

Таблица 2.18 – Значения ФП

Для Краснодарского края	Значения функции принадлежности $\mu(x)$	
	C – центральный терм	R – правый терм
Социально – экономические показатели (СЭП)	0,63	0,27
Уровень транспортного сообщения (УТС)	0,426	0,584
Товарооборот (ТО)	0	1
Уровень развития связи (УРС)	0	1

2-й шаг – нахождение значений выходного признака на основе правил взаимосвязей путем перебора 4 возможных комбинаций входных признаков. В результате перебора определены значения уровня межрегиональной интеграции: выше среднего – уровень и высокий – уровень 5. В заключении определяем min значения ФП входных признаков для конкретной комбинации.

3-й шаг – упорядочивание имеющихся комбинаций, которые соответствуют правилам определения заданного уровня УМИ (в нашем примере значения уровней – 4 и 5). После процедуры упорядочивания выбирается max значение ФП из всех полученных min значений ФП (по каждому уровню УМИ). Полученные значения максимумов отображаются на графике функции принадлежности ЛП УМИ. (табл. 2.19 и 2.20 и рис. 2.16).

Таблица 2.19 – Результаты определения max значений ФП ЛП УМИ для уровня 4 (Краснодарский край)

Значения ФП для входных ЛП и значения термов для выходной ЛП (соответствует 45 правилу базы знаний)		
Социально – экономические показатели (СЭП)	C	0,63
Уровень транспортного сообщения (УТС)	C	0,416
Товарооборот (ТО)	R	1
Уровень развития связи (УРС)	R	1
Уровень межрегиональной интеграции (УМИ)	4(Вс)	
Min	0,416	0,416
Max (min)	0,416	0,416

На рис. 2.18 приведена иллюстрация процедуры дефаззификации на основе метода центра тяжести, в результате которой расчетное значение ФП равно 0,771. В соответствии с лингвистическим описанием данное значение определяет уровень межрегиональной экономической интеграции РО с Краснодарским краем как высокий.

Таблица 2.20 – Результаты определения max значений ФП ЛП УМИ для уровня 5 (Краснодарский край)

Значения ФП для входных ЛП и значения термов для выходной лингвистической переменной	Наименование терма	Для 54 правила базы знаний	Наименование терма	Для 72 правила базы знаний	Наименование терма	Для 51 правила базы знаний
Социально – экономические показатели (СЭП)	C	0,63	R	0,27	R	0,27
Уровень транспортного сообщения (УТС)	R	0,584	C	0,416	R	0,584
Товарооборот (ТО)	R	1	R	1	R	1
Уровень развития связи (УРС)	R	1	R	1	R	1
Уровень межрегиональной интеграции (УМИ)	5(B)		5(B)		5(B)	
Min		0,584		0,27		0,27
max		0,584		0,584		0,584

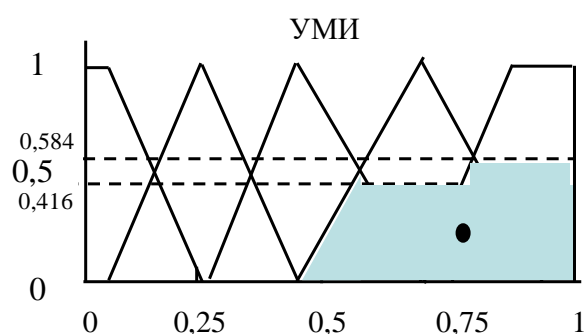


Рисунок 2.18 – Функции принадлежности выходного признака - «уровня межрегиональной интеграции» (для Краснодарского края)

В результате проведенных расчетов получены данные для всех регионов ЮФО (табл. 2.21 и приложение Д).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для таких субъектов ЮФП, как Калмыкия и Адыгея характерен «низкий уровень» интеграционного взаимодействия с Ростовской областью (значение УМИ равно 0,1).

Для Астраханской области значение УМИ равно 0,312, что соответствует среднему уровню интеграционных экономических связей; для Волгоградской области характерен также «средний уровень» (значение УМИ 0,464); для Краснодарского края характерен «высокий уровень» интеграционных связей (значение УМИ равно 0,774).

Таблица 2.21 – Значения УМИ, полученные по различным методикам

Значение выходного признака УМИ	Регионы				
	Красно- дарский край	Волгоград- ская область	Астраханс- кая область	Республика Адыгея	Республика Калмыкия
по приближенной методике	0,771	0,475	0,321	0,1	0,1
с использованием Matlab	0,774	0,464	0,312	0,0981	0,0981

Следует отметить, что использование приближенной методики дефаззификации [33] обеспечивает достаточно хорошую сходимость с результатами применения программной системы MatLab.

Применение нового подхода, основанного на теории нечетких множеств и результаты нечеткого моделирования в виде функций принадлежности при реализации процедуры нечеткого логического вывода, являются основой для дальнейшего проведения когнитивного анализа, построения когнитивных моделей, сценарного анализа и будут использованы при создании базы знаний ИСППР, позволяющей управленцам принять обоснованные управленческие решения по повышению эффективности межрегиональной интеграции.



### 2.3 Выводы

Предложен новый подход к решению задачи оценки процесса межрегиональной интеграции на Юге России на основе построения интегральных индикатор СЭР регионов, которые служат для оценки состояния уровня развития регионов Юга России с учетом множества разнонаправленных и разноразмерных критериев, в том числе товарооборота и уровней развития связи и транспортного сообщения.

Представленные в работе результаты расчетов на основе предложенного метода расчета амплитуд колебаний ВРП региона отражают особенности процесса межрегиональной интеграции на Юге России с учетом одного из важнейших факторов – величины среднедушевого дохода,

Применение индексного анализа, позволило изучить географическую структуру ввоза и вывоза товаров, оценить и получить новые результаты, характеризующие в динамике межрегиональное взаимодействие Ростовской области с регионами ЮФО по трем укрупненным видам продукции: продовольственного назначения (ПРН); непродовольственного назначения (НПРН); производственно-технического назначения (ПТН).

В работе предложен новый подход оценки процессов интеграции и процессов принятия управленческих решений на основе моделей нечетких знаний, что позволяет адекватно решить задачу с учетом качественной природы информации.

Для формализованного представления выходной переменной УМИ целесообразным является применение 5-и термовой модели. Четыре группы входных признаков (УТС, УРС, ТО, СЭП) формализованы на основе 3-термовой экономико-математической модели.

Логико-лингвистическое описание выходного и входных признаков, характеризующие интеграционное экономическое взаимодействие (УМИ), и их формализованное представление в виде функций принадлежности позволяет оценить взаимосвязи между ними, а реализация процедуры нечеткого логического вывода позволила получить конкретные числовые значения уровня межрегиональной интеграции Ростовской области с регионами ЮФО.

Результаты формализованного представления предметной области в виде функций принадлежности, являются основой для дальнейшего проведения когнитивного анализа, построения когнитивных моделей, сценарного анализа и будут использованы при создании базы знаний ИСППР, позволяющей управленцам принять обоснованные управленческие решения по повышению эффективности межрегиональной интеграции.

Разработанная методика оценки уровня межрегиональной интеграции, являющаяся совокупностью инструментальных методов, позволяет проводить как выявление закономерностей развития рынка, так развитие рычагов регулирования рыночных процессов.

### **3. ИМИТАЦИОННОЕ КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ РЕГИОНОВ ЮГА РОССИИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ ИХ РАЗВИТИЯ**

#### **3.1. Разработка обобщенных когнитивных моделей межрегиональной экономической интеграции**

##### **3.1.1 Когнитивная структуризация информации о межрегиональной экономической интеграции**

Проведенный в первом и втором разделах диссертации анализ сущности и разных аспектов межрегиональной экономической интеграции позволил реализовать предпроектный этап когнитивного моделирования сложной системы взаимодействия регионов.

В результате проведенного анализа цель когнитивного исследования можно сформулировать следующим образом: разработать с помощью структуризации знаний исследователя (исследователей, лиц, принимающих решения), представленных в виде теоретических, экспертных, статистических данных и др. информации, систему взаимосвязи элементов (сущностей, концептов) межрегиональных отношений в виде когнитивной карты, имитирующей механизм межрегиональной экономической интеграции, и

провести моделирование возможных сценариев развития процесса под воздействием различных управляющих и возмущающих воздействий для определения условий совершенствования системы межрегиональных экономических отношений, направленных на повышение качества жизни населения регионов ЮФО [92, 97].

Исходная гипотеза о факте взаимосвязи 6 регионов ЮФО представлена на рис. 3.1.

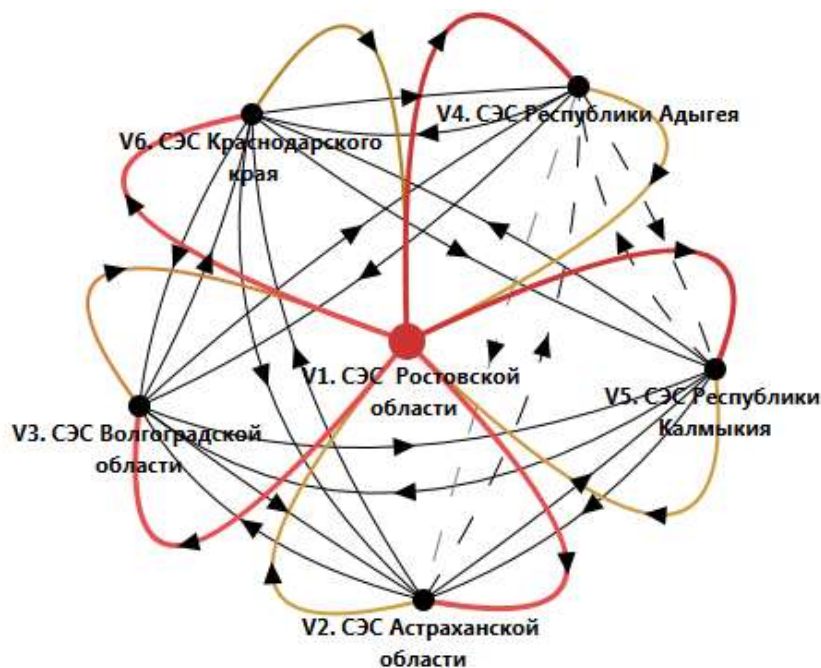


Рисунок 3.1 – Изображение факта межрегиональных взаимодействий между регионами ЮФО и влияния их на СЭС регионов<sup>9</sup>

Изображение на рис. 3.1 является обобщенной когнитивной картой межрегиональных отношений в виде полного графа. Вместе с тем она не раскрывает смысл, характер и силу обозначенных взаимодействий между 6 вершинами – регионами ЮФО, но задает необходимость и направление дальнейших исследований. Центром фигуры рис. 3.1 выбрана Ростовская область, поскольку в диссертационном исследовании поставлена задача изучения межрегиональных взаимодействий социально-экономической системы (СЭС) Ростовской области с СЭС остальных регионов ЮФО (заметим, расположение вершин на пространстве рисунка теоретически не принципиально, когнитивная карта – граф, обладающий свойством

<sup>9</sup> Рисунок сделан с помощью программной системы CMLS [80]

изоморфизма; представленное расположение вершины носит, скорее всего, психологический характер).

Для построения конкретной когнитивной карты межрегиональной экономической интеграции важны следующие основные выводы первого этапа моделирования (раздел 2 диссертации):

- общеэкономические показатели регионов ЮФО взаимозависимы и влияют на эффективность межрегиональных экономических отношений;
- определяющим фактором успешности межрегиональных экономических отношений регионов ЮФО является объем товарооборота, отраслевая структура межрегионального товарообмена;
- на эффективность межрегиональной экономической интеграции влияют уровень транспортного сообщения и его инфраструктура, а также уровень развития связи; наблюдается нарастающая динамика ввоза-вывоза продукции Ростовской области с остальными регионами ЮФО по статистическим данным 2013-2018 гг.;
- развитие торговых отношений между регионами происходит в условиях как внутренней, так и внешней конкуренции;
- информация о процессах межрегиональной интеграции может быть как количественной, так и качественной, нечеткой.

При когнитивном исследовании проблем системы межрегиональной экономической интеграции воспользуемся приемом разработки последовательности когнитивных карт, отражающих разные аспекты межрегиональных отношений и уточняющих друг друга. На первом шаге нет необходимости в конкретизации региона, однако является обязательным выявление концептов (вершин) в виде факторов, определяющих эффективность МЭИ для каждого региона

Поддержка процесса структуризации знаний эксперта в конкретной предметной области при построении когнитивной карты (КК) осуществляется с учетом возможностей CMLS [80]. Проиллюстрируем их на нашем примере исследования межрегионального экономического обмена.

### 3.1.2 Первая стадия имитационного когнитивного моделирования

**Этап I:** «Разработка когнитивной карты G1 «Факторы межрегиональной экономической интеграции». Построим первоначально одну из когнитивных карт G1, в которой отразим зависимость межрегионального экономического обмена от факторов, выявленных в разделе 2. В процессе разработки должно быть определено назначение вершин [53, 84] – целевая, базисная и т.д. (табл. 3.1). Результат решения задачи с помощью программной системы CMLS, представлен на 3.2.

Таблица 3.1. Вершины когнитивной карты G1 «Факторы межрегиональной экономической интеграции»

Код	Наименование вершины	Назначение вершины
V1	ВРП	Базисная
V2	Межрегиональная экономическая интеграция	Целевая
V3	Социально-экономические показатели	Базисная
V4	Товарооборот	Индикативная
V5	Уровень транспортного сообщения	Управляемая
V6	Уровень развития связи	Управляемая
V7	Риски	Возмущающая
V8	Уровень производственной базы	Базисная
V9	Федеральные и региональные регулирующие системы	Управляющая
V10	Географическое положение	Базисная

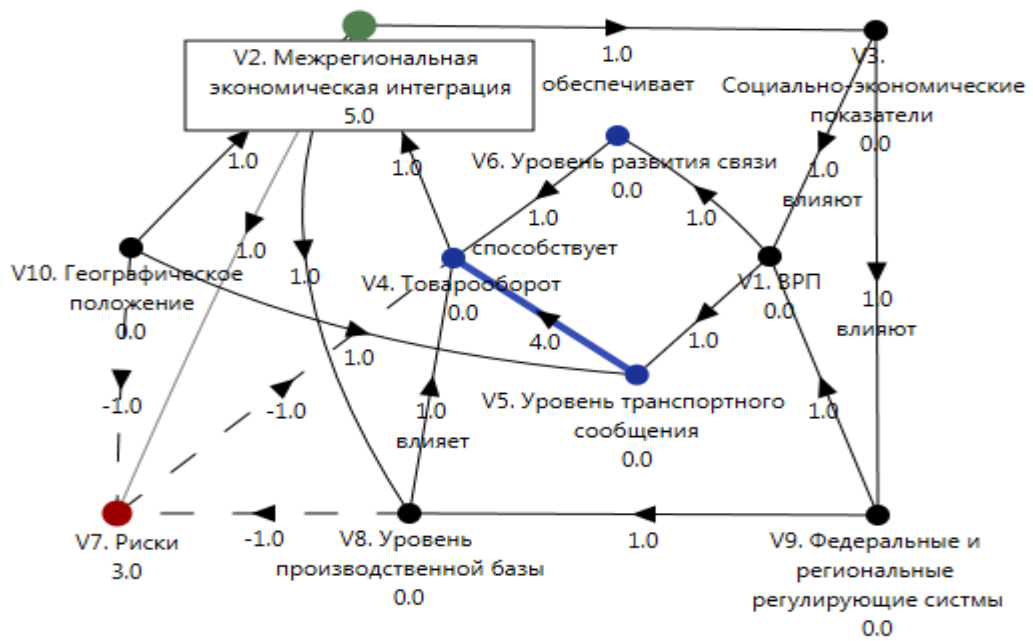


Рисунок 3.2 – Когнитивная карта  $G_1$  «Межрегиональная экономическая интеграция»

Здесь (рис. 3.2) и в дальнейшем, при изложении текста описания КК используются обозначения (табл. 3.2).[80]

Таблица 3.2 – Графические возможности программной системы CMLS [80]

Элемент КК	Характеристика
концепт (вершина)	изображение большим или малым кружком, выделение вершины рамкой при желании сконцентрировать на ней внимание, раскрашивание вершины, имеется возможность: именовать и кодировать вершину (например, $V_2$ . Межрегиональная экономическая интеграция)
дуги	Раскрашивание дуг, изображение разной толщиной, сплошной или штрихпунктирной линиями, изображать дуги (отношения) между вершинами, их знак и вес $\omega_{ij}$ (например, дуга $e_{42}$ между $V_4$ и $V_2$ имеет знак «+», что изображается сплошной линией, и вес $\omega_{42}=1$ ; дуга $e_{74}$ имеет вес $\omega_{74}=1$ и знак «-», что изображается штрихпунктирной линией); в зависимости от веса, дуга может быть разной толщины, например, дуга $e_{54}$ имеет вес $\omega_{54}=4$ и знак «+». Знак «+» соответствует положительной дуге, для которой увеличение/уменьшение сигнала в вершине $V_i$ приводит к увеличению/уменьшению сигнала в вершине $V_j$ , а знак «-» соответствует отрицательной дуге, для которой увеличение/уменьшение сигнала в вершине $V_i$ приводит к уменьшению/ увеличению сигнала в вершине $V_j$ .
отношения	Возможность называть действие (отношение, влияние) между соответствующими вершинами. Например, $V_6$ Уровень развития связи «способствует» развитию товарооборота ( $V_4$ ); выбор наименования дуги осуществляется экспертом в согласовании с целью исследования. Можно указывать вес вершины (характеризует «значимость», «важность», «величину параметра»); например, выделенная рамкой вершина $V_2$ имеет вес 5,0, вершина $V_7$ «весит» 3,0

Заметим, что представленные на рис. 3.2 атрибуты КК носят иллюстративный характер (в частности, цвет, размер и др.).

Нивелирование воздействия «человеческого фактора» на процесс построения модели конкретной СЭС при реализации когнитивных возможностей и логического мышления человека, осуществляется за счет возможностей используемого нами программного средства, в частности, варьированием цветов, размеров, количеством и наименованием концептов и дуг, их весов.

Шаги построения КК с помощью CMLS представлены на рис. 3.3 - 3.5.

**Параметры вершины**

Полное имя: Межрегиональная экономическая интеграция

Сокращенное имя: V2

Вес: 5.0

Имп. воздействие: 0.0

Цвет: #4d804d

Отображать на графике  Отображать рамку

Сохранить Выровнять Удалить Закрыть

**Параметры дуги**

Сокращенное имя: влияют

Влияющая вершина: V3. Социально-экономические показатели

Зависимая вершина: V9. Федеральные и региональные регулирующие системы

Параметр дуги: 1.0

Цвет: Black

Сохранить Выровнять Удалить Закрыть

Рисунок 3.3 – Определение концептов и дуг

Сетка

Вершины | Дуги

Полное имя	Сокр. имя	Вес	Имп. возд-е
ВРП	V1	0.0	0.0
Межрегиональная экономическая интеграция	V2	5.0	0.0
Социально-экономические показатели	V3	0.0	0.0
Товарооборот	V4	0.0	0.0
Уровень транспортного сообщения	V5	0.0	0.0
Уровень развития связи	V6	0.0	0.0
Риски	V7	3.0	0.0
Уровень производственной базы	V8	0.0	0.0
Федеральные и региональные регулирующие системы	V9	0.0	0.0
Географическое положение	V10	0.0	0.0

Сохранить Закрыть

Рисунок 3.4 – Отображение вершин и их параметров с возможностью вносить изменения в данную сетку

Имя дуги	Влияющая вершина	Зависимая вершина	Вес
влияют	V3. Социально-эко...	V9. Федеральные и...	1.0
	V4. Товарооборот	V2. Межрегиональ...	1.0
способствует	V6. Уровень развит...	V4. Товарооборот	1.0
	V5. Уровень трансп...	V4. Товарооборот	4.0
обеспечивает	V2. Межрегиональ...	V3. Социально-эко...	1.0
влияют	V3. Социально-эко...	V1. ВРП	1.0
влияет	V8. Уровень произ...	V4. Товарооборот	1.0
	V1. ВРП	V5. Уровень трансп...	1.0
	V1. ВРП	V6. Уровень развит...	1.0
	V10. Географическ...	V2. Межрегиональ...	1.0
	V9. Федеральные и...	V8. Уровень произ...	1.0

Рисунок 3.5 – Отображение дуг и их параметров с возможностью вносить изменения в данную сетку (фрагмент)

Знаковый ориентированный граф  $G = \langle V, E \rangle$  может быть использован как математически «простая» когнитивная карта. Матрица отношений графа  $G_1$  изображена на рис. 3.6.

Зави... Вход	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
V1	X				1.0	1.0				
V2		X	1.0				1.0	1.0		
V3	1.0		X						1.0	
V4		1.0		X						
V5				4.0	X					
V6				1.0		X				
V7				-1.0			X			
V8				1.0			-1.0	X		
V9	1.0							1.0	X	

Рисунок 3.6 – Матрица отношений графа  $G_1$  (фрагмент)

Когнитивная карта рис.3.2 является более сложной математически, это параметрический взвешенный знаковый оргграф (вариант функционального графа)

$$\Phi = \langle G, X, W \rangle,$$

где  $G = \langle V, E \rangle$ ,  $X$  – параметры вершин,  $W$  – веса дуг. Определяются в процессе исследования.

На рис. 3.7 изображена матрица  $R_{G_1}$ , отражающая взаимодействие исследуемых факторов в виде отношений когнитивной карты  $G_1$ :



$$R_G = [a_{ij}], \text{ где } a_{ij} = \begin{cases} +1 \\ -1 \\ 0 \end{cases}, \text{ или } a_{ij} = \begin{cases} +w_{ij} \\ -w_{ij} \\ 0 \end{cases}, \text{ или } a_{ij} = \begin{cases} +f_{ij} \\ -f_{ij} \\ 0 \end{cases}.$$

### Этап II: Анализ свойств когнитивной карты $G_1$ .

Составляющие процесса анализа свойств когнитивной карты  $G_1$  представлены на рис. 3.7 [68, 70, 89, 90].



Рисунок 3.7 – Составляющие процесса анализа

Результаты рассмотрения составляющей С1, в частности число вершин, и число входящих ( $p^+$ ) и выходящих ( $p^-$ ) дуг, а также составляющей С2 в виде расчета корней характеристического уравнения матрицы  $R_{G1}$  приведены на рис. 3.8.

Характеристики графа			
Вершин: 10. Дуг: 18.			
Вершина	p	p+	p-
V1. ВРП	4	2	2
V2. Межрегиональная экономическая интеграция	5	2	3
V3. Социально-экономические показатели	3	1	2
V4. Товарооборот	5	4	1
V5. Уровень транспортного сообщения	3	2	1
V6. Уровень развития связи	2	1	1
V7. Риски	4	3	1
V8. Уровень производственной базы	4	2	2
V9. Федеральные и региональные регулирующие системы	3	1	2
V10. Географическое положение	3	0	3

а)

Собственные числа			
#	Действительная часть	Комплексная часть	Модуль (1.6246)
0	-0.8628	0.9172	0.9172
1	-0.8628	-0.9172	0.9172
2	0.5505	1.4234	1.4234
3	0.5505	-1.4234	1.4234
4	1.6246	0.0	1.6246
5	0.0	0.0	0.0
6	-1.0	0.0	1.0
7	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0

б)

Рисунок 3.8 – Результаты анализ составляющих С1 и С2

Анализ данных, приведенных на рис. 3.8 б показывает, что принятый нами критерий устойчивости  $|M| = 1,6246 > 1$ , что свидетельствует о неустойчивости системы ни к возмущению, ни по начальному значению (в противном случае значение критерия должно быть  $|M| < 1$ ). Принятие решения о том, насколько «хорошо/плохо», что незначительные отклонения в концептах выводят систему из устойчивого состояния, требует продолжения анализа и уточнения модели.

*Составляющая С3.* Результатом анализа данной составляющей является проверка обоснованности определения причинно-следственных цепочек и их смыслового содержания. Рассмотрение возможности достижения целей, не очевидных для исследователя на ранних этапах, а также иллюстрация включения вершин в конкретный путь для оценки желательности/нежелательности данного включения.

В случае, если путь содержит нечетное число отрицательных дуг, то он считается отрицательным, в частности, на рис 3.9 б это путь  $V_4 \rightarrow V_2 \rightarrow V_3 \rightarrow V_9 \rightarrow V_8 \rightarrow V_7$  (сиреневый цвет). На рис. 3.9 выделены пути когнитивной карты  $G_1$  между вершинами  $V_4$  (Товарооборот) и  $V_7$  (Риски), а также между  $V_{10}$  (Географическое положение) и  $V_6$  (Уровень развития связи). Как видно из рис. 3.9 а, имеется три пути (причинно-следственных связей) из  $V_4$  в  $V_7$ .

Выделенный на рис. 3.9 б путь можно интерпретировать следующим образом: рост (падение) товарооборота приводит к росту (падению) межрегиональной экономической интеграции, что улучшает (ухудшает) социально-экономические показатели, это положительно (отрицательно) воздействует на федеральные и региональные регулирующие системы, которые способствуют увеличению (уменьшению) уровня производственной базы, а это

приводит к снижению (увеличению) рисков. Можно считать, что эта причинно-следственная цепочка не противоречит здравому смыслу.

Рис. 9 а иллюстрирует причинно-следственные связи из вершины  $V_{10}$  в  $V_6$ . Таких путей шесть, т.е. имеем 6 вариантов причинно-следственных связей между этими двумя вершинами.

Один из положительных путей, в котором отсутствуют отрицательные дуги, выделен зеленым цветом на рис. 3.10. И он не противоречит здравому смыслу.

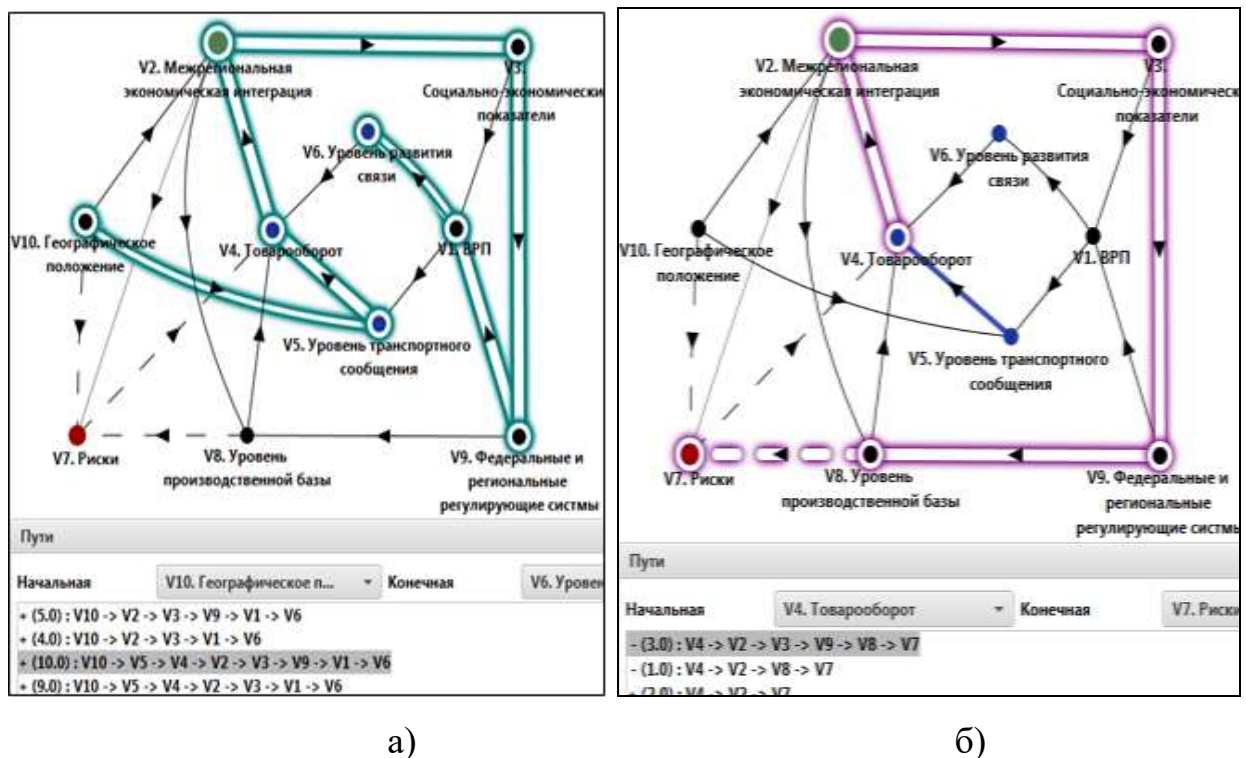


Рисунок 3.9 Пути из вершины  $V_{10}$  в  $V_6$  (а), из вершины  $V_4$  в  $V_7$  (б)

Анализ различных вариантов путей модели показал их непротиворечивость.

*Составляющие С3 и С4.* Проблема анализа структурной устойчивости является важной [76, 88].

Исследуемая СЭС характеризуется структурной устойчивостью. Однако, как видно из предыдущего анализа ситуации, по отношению к возмущениям, она не устойчива. Это подтверждается выявленными девятью циклами положительной и одной отрицательной обратной связями.

Оценка данной ситуации с позиции «хорошо/плохо» неоднозначна и определяется в основном предпочтениями ЛПР с возможностью модернизации начальной КК.

Зеленым цветом на рис. 3.10 выделен пример положительного цикла (из 8 возможных):  $V_2 \rightarrow V_3 \rightarrow V_9 \rightarrow V_8 \rightarrow V_7 \rightarrow V_4 \rightarrow V_2$ .

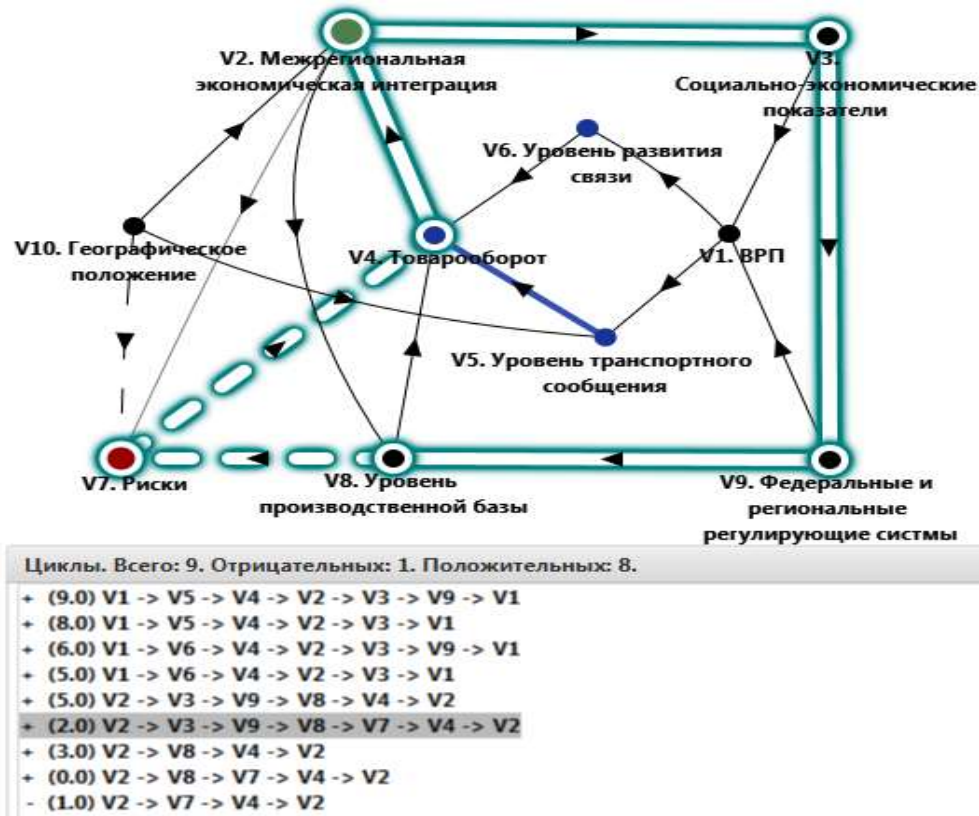


Рисунок 3.10 – Представление циклов КК  $G_1$

Отрицательный путь (нечетное число отрицательных дуг) стабилизирующий цикл, изображен сиреневым цветом (рис. 3.11).

**Этап III:** «Импульсное моделирование, анализ сценариев».

С помощью множество импульсов, которые могут влиять на концепты КК, создается возможность формирования многочисленных сценариев изменения системы.

«Формула импульсного процесса имеет вид:

$$x_i(n+1) = x_{v_i}(n) + \sum_{j=1}^{k-1} f_{ij} P_j(n) + Q_i(n)$$

где  $x_i(n)$  – величина импульса в вершине  $V_i$  в предыдущий  $n$  – такт моделирования,  $x_i(n+1)$  – в интересующий исследователя  $(n+1)$  момент;  $f_{ij}$  –

коэффициент преобразования импульса;  $P_j(n)$  – значение импульса в вершинах, смежных с вершиной  $V_i$ ;  $Q_i(n)$  – вектор возмущений и управляющих воздействий, вносимых в вершину  $V_i$  в момент  $n$ . Набор реализаций импульсных процессов – это «сценарий развития», который указывает на возможные тенденции развития ситуаций. Ситуация в импульсном моделировании характеризуется набором всех значений  $X$  и  $Q = \{q_i\}$  в каждом такте моделирования» [29].

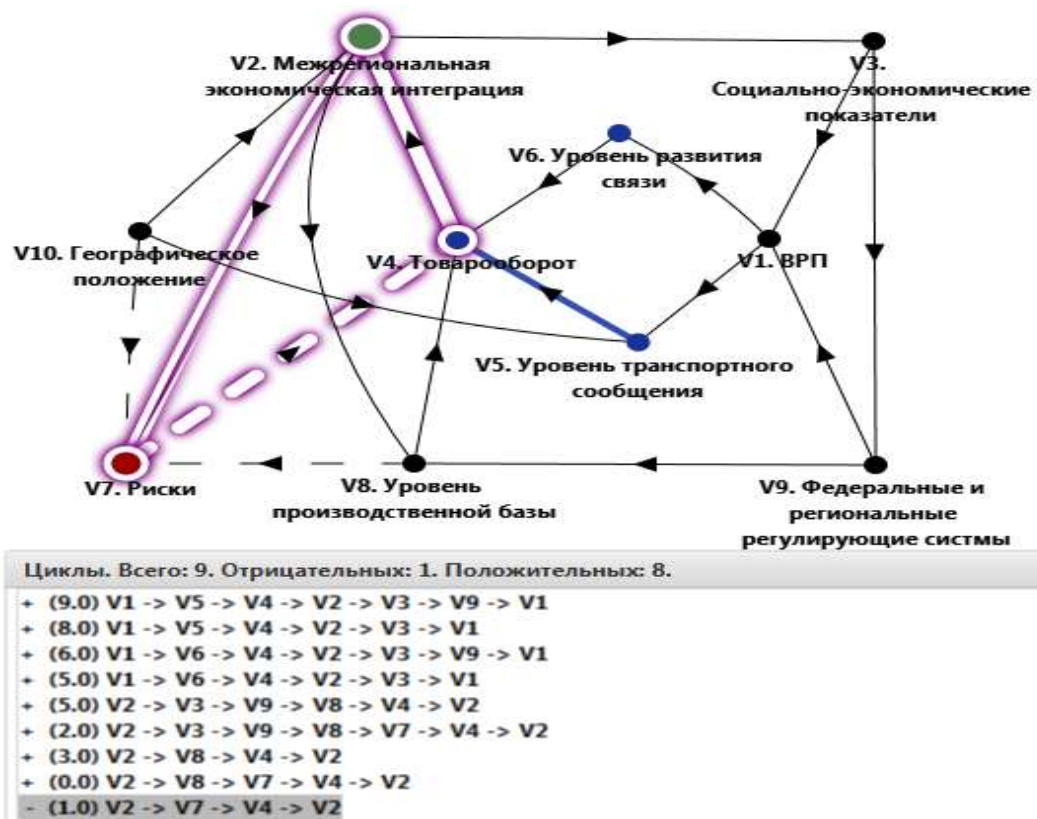


Рисунок 3.11 – Иллюстрация отрицательного цикла на КК  $G_1$

Процесс реализации III этапа (посредством CMLS) включает возможность изменения возмущающих и управляющих воздействий на концепты КК на любом шаге моделирования, что позволяет строить прогнозные оценки развития системы.

Использование возмущений  $Q = \{q_i\}$  для каждой вершины приводит к исследованию огромного числа комбинаций. Поэтому в практических условиях необходимо иметь эффективный план вычислительного эксперимента, не рассматривая при этом, заведомо неприемлемые варианты.

Таким образом, указанные возможности позволяют производить корректировку сценариев в модельной динамике, формировать воздействия, которые обеспечивают в максимальной степени сближения моделируемых процессов к желаемым.

Теоретически возможно большое количество вариантов сценариев, но некоторые из них могут заведомо не иметь практического смысла или некоторые сочетания  $q_i$  могут быть не совместимы. В табл. 3.3 представлен фрагмент плана эксперимента (протокола испытаний), а в приложении Е (см. рис. Е.1 – Е.7) – результаты проведенного эксперимента.

Таблица 3.3. План эксперимента на модели  $G_1$

№	Вектор возмущающих воздействий $Q=\{\dots\}$	№ вершин $V_i$ , в которые вносятся импульсы									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Внесение возмущений в одну вершину</b>											
1	<b>Сценарий №1:</b> $q_4 = +1$ ; $Q_1 = \{q_1 = 0; \dots q_4 = +1; q_5 = 0; \dots; q_{10} = 0\}$				+1						
2	<b>Сценарий №2:</b> $q_9 = +1$ ; $Q_2 = \{q_1 = 0; q_2 = 0; \dots q_9 = +1; q_{10} = 0\}$									+1	
3	<b>Сценарий №3:</b> $q_9 = -1$ ; $Q_3 = \{q_1 = 0; q_2 = 0; \dots q_9 = -1; q_{10} = 0\}$									-1	
4	<b>Сценарий №4:</b> $q_7 = +1$ ; $Q_4 = \{q_1 = 0; q_2 = 0; \dots q_7 = +1; \dots q_{10} = 0\}$							+1			
<b>Внесение возмущений в две вершины</b>											
5	<b>Сценарий №5:</b> $q_4 = +1, q_{10} = +1$ ; $Q_5 = \{q_1 = 0; q_4 = +1; q_5 = 0; \dots q_{10} = +1\}$				+1						+1
<b>Внесение возмущений в три вершины</b>											
6	<b>Сценарий №6:</b> $q_4 = +1, q_7 = +1, q_9 = +1$ ; $Q_6 = \{0; \dots q_4 = +1; q_7 = +1; \dots q_9 = +1; 0\}$				+1			+1		+1	
<b>Внесение возмущений в четыре вершины</b>											
7	<b>Сценарий №7:</b> $q_5 = +1, q_6 = +1, q_7 = +1, q_8 = +1$ ; $Q_7 = \{0; \dots q_5 = +1; q_6 = +1; q_7 = +1; q_8 = +1; \dots 0\}$					+1	+1	+1	+1		

Вариабельность горизонтов предвидения возможного развития событий регулируется различным числом тактов моделирования. Событие – это множество значений параметров во всех концептах КК, т.е. значения на оси ординат, в виде относительных величин. Графическая интерпретация тактов моделирования обеспечивает визуализацию скорости изменения параметров.



Результатом выполнения шага III является выявление благоприятного сценария (на начальном этапе). Важно отметить, что указанный сценарий может варьироваться в процессе модельной динамики.

### Внесение возмущений в одну вершину.

*Сценарий №1.* Предположим, что растет товарооборот: воздействующий импульс  $q_4 = +1$ ; вектор воздействий  $Q_1 = \{q_1 = 0; \dots; q_4 = +1; q_5 = 0; \dots; q_{10} = 0\}$ .

Результаты расчета импульсов на 7 тактах моделирования представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4 – Модель  $G_1$ . Результаты импульсного моделирования по сценарию №1

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V1. ВРП	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	2.0	2.0
V2. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	8.0
V3. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
V4. Товарооборот	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	8.0	14.0
V5. Уровень транспортного сообщения	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	2.0
V6. Уровень развития связи	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	2.0
V7. Риски	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	-1.0	0.0
V8. Уровень производственной базы	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0
V9. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0
V10. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

На рис. 3.12 импульсные процессы в вершинах когнитивной карты представлены двумя группами графиков в целях наглядности.

Из рис. 3.12 и 3.13, видно, что тенденции изменений в вершинах не меняются с ростом тактов моделирования, поэтому для иллюстрации тенденций развития ситуаций можно ограничиться изображением меньшего количества тактов. Диаграмма на рис. 3.13 показывает значения импульсов на 11 такте моделирования в обозначенных вершинах, такая визуализация облегчает анализ.

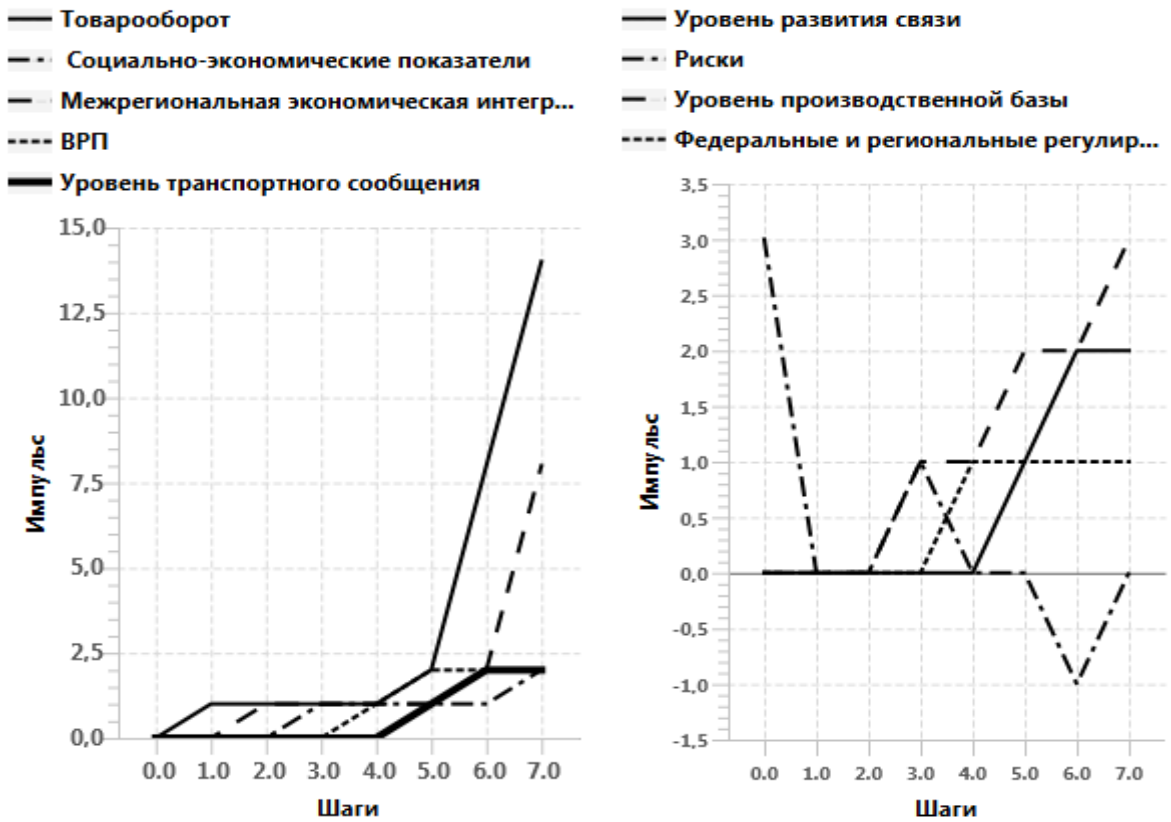


Рисунок 3.12 – Модель G<sub>1</sub>. Такты моделирования по сценариям 1 и 7

На рис. 3.13 приведено графическое изображение рассматриваемы тактов (11 тактов).

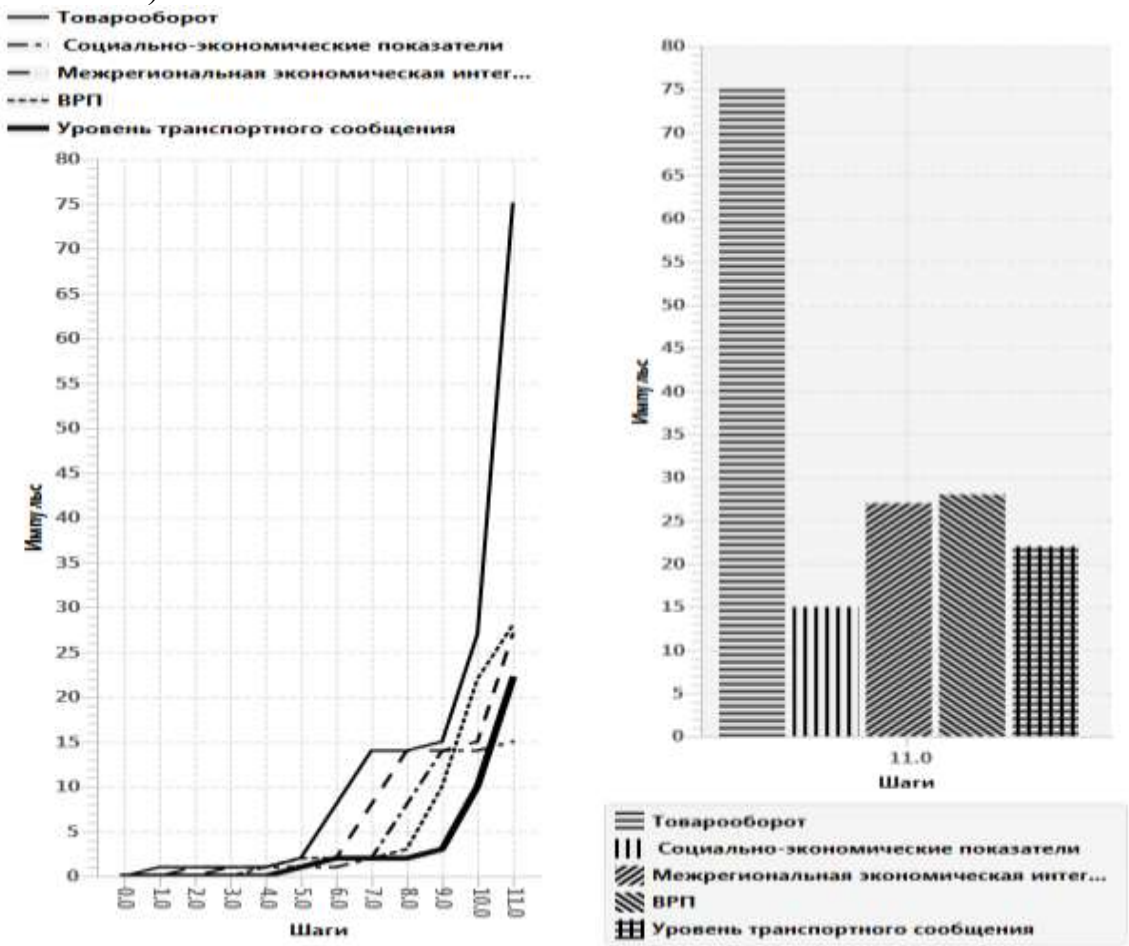


Рисунок 3.13 – Модель G<sub>1</sub>. Такты моделирования по сценариям 1 и 11



Анализ результатов импульсного моделирования по сценарию №1 позволяет прийти к следующему выводу: при росте товарооборота в системе региональной экономической интеграции наблюдается тенденция нарастания положительных эффектов во всех вершинах, при этом в системе риски имеют тенденцию к снижению, но не линейному, а колебательному. Т.е. одного факта увеличения товарооборота без воздействия на его причины может оказаться недостаточным в долгосрочном периоде.

Результаты вариантов развития событий при внесении возмущений в 2, 3, 4 вершины приведены в приложении Е (сценарий №2 – №6).

### Внесение возмущений в четыре вершины.

*Сценарий №7.* Пусть растут уровни развития связи, транспортных сообщений, производственной базы

$q_5 = +1, q_6 = +1, q_8 = +1$  в условиях возрастания рисков  $q_7 = +1$ ; вектор воздействий  $Q_7 = \{0; \dots; q_5 = +1; q_6 = +1; q_7 = +1; q_8 = +1; \dots; 0\}$ .

Результаты моделирования представлены табл. 3.5 и рис. 3.14, 3.15.

Таблица 3.5 – Модель  $G_1$ . Результаты импульсного моделирования по сценарию №7

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
V1. ВРП	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	11.0	12.0	12.0	17.0	53.0	120.0
V2. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	5.0	6.0	6.0	6.0	11.0	42.0	78.0	84.0	89.0
V3. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	6.0	6.0	6.0	11.0	42.0	78.0	84.0
V4. Товарооборот	0.0	0.0	5.0	6.0	6.0	6.0	11.0	42.0	78.0	84.0	89.0	150.0
V5. Уровень транспортного сообщения	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	6.0	12.0	13.0	13.0	18.0	54.0
V6. Уровень развития связи	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	6.0	12.0	13.0	13.0	18.0	54.0
V7. Риски	0.0	1.0	0.0	0.0	5.0	1.0	0.0	-5.0	-1.0	25.0	30.0	-5.0
V8. Уровень производственной базы	0.0	1.0	1.0	1.0	6.0	7.0	12.0	13.0	18.0	49.0	90.0	127.0
V9. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	6.0	6.0	6.0	11.0	42.0	78.0
V10. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Как видно из рисунков 3.14 и 3.15, сценарий №7 с позиций скорости нарастания положительных тенденций можно считать наиболее удачным по сравнению с ранее рассмотренными.

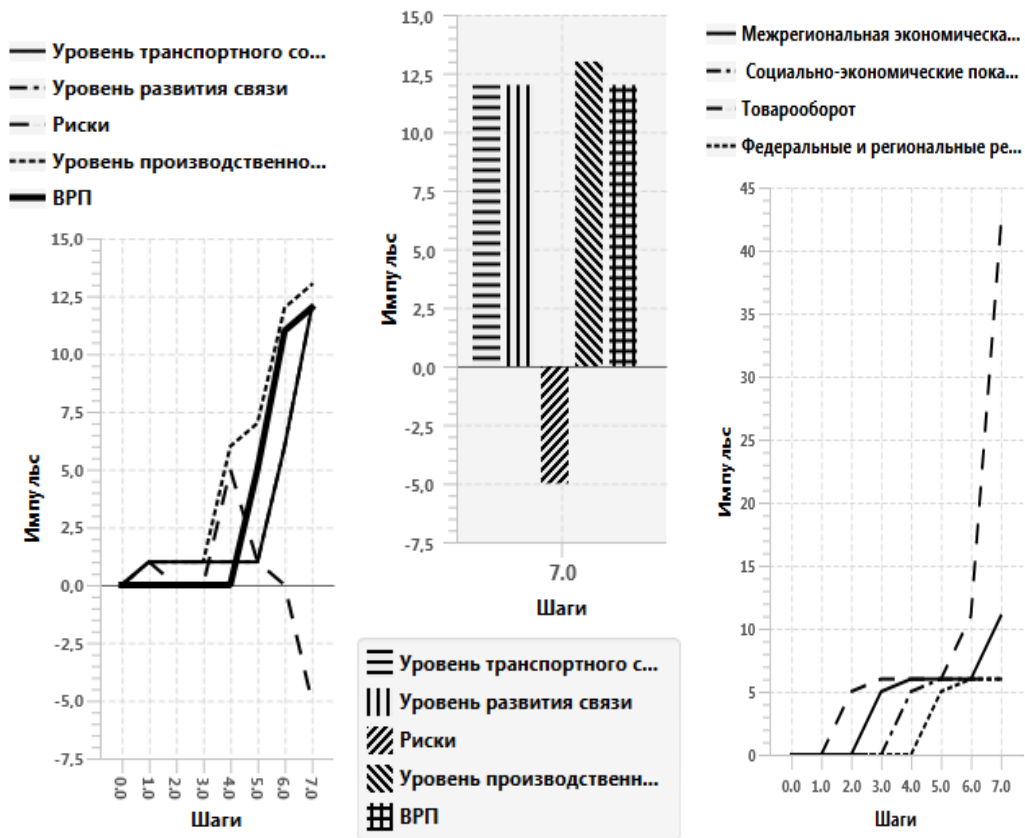


Рисунок 3.14 – Модель G<sub>1</sub>. Сценарий №7, 7 тактов моделирования

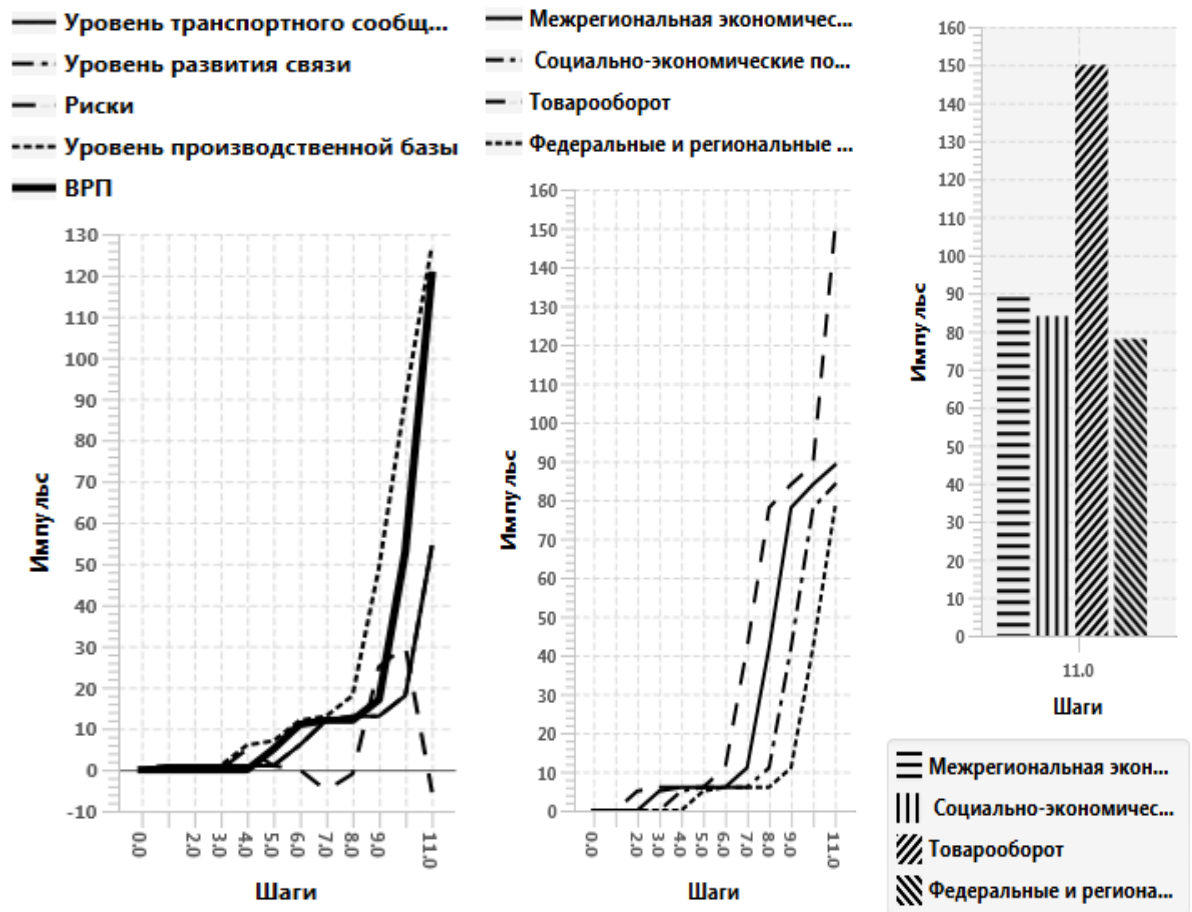


Рисунок 3.15 – Сценарий №7, 11 тактов моделирования

Таким образом, установлено:

1. Разработанная когнитивная карта  $G_1$  по своей структуре и развитию ситуаций на ней не противоречит теоретическим предположениям и данным о межрегиональной экономической интеграции.
2. Анализ структурных свойств когнитивной карты и свойств устойчивости (к возмущениям и структурной устойчивости) позволил предположить нестабильность процессов в сложной системе межрегиональной интеграции, что подтверждается, в том числе, графиками импульсных процессов – ни один из них по любому из рассмотренных сценариев не достигает устойчивого состояния при разных сочетаниях возмущающих воздействий.
3. Сопоставление рассмотренных возможных сценариев развития системы показал, что наиболее эффективным может быть управление совокупностью факторов (сценарий №7), но если рассматривать единичные воздействия, то в долгосрочном периоде положительные действия федеральных и региональных управляющих систем приносят результат, лучший, нежели по другим сценариям. Заметим, что в процессе диссертационного исследования было рассмотрено большее число сценариев, в тексте представлены наиболее показательные. Тем не менее, весь набор сценариев соответствует представленным выводам.
4. Проведенное когнитивное моделирование показывает многообразие свойств и вариантов поведения сложной системы и обуславливает необходимость проведения ее имитационного моделирования. Без имитационного моделирования лицо, принимающее решение, едва ли в состоянии предположить существование многих вариантов последствий управленческих решений.

Разработанная и проанализированная с разных позиций обобщенная когнитивная модель  $G_1$  не отражает конкретные особенности взаимодействия одного региона (например, Ростовской области) с другими регионами (например, с остальными регионами ЮФО, которые были исследованы в разделе 2). Поэтому, взяв ее как составную часть, продолжим разработку когнитивной модели межрегиональной экономической интеграции.

### 3.1.3 Вторая стадия имитационного когнитивного моделирования

#### **Реализация I этапа: «Разработка когнитивной карты G2 «Межрегиональная экономическая интеграция двух регионов».**

Разработаем первоначально когнитивную модель для абстрактных регионов А и В, которые, обладая общими свойствами, в дальнейшем будут адаптированы к условиям конкретных регионов по данным исследований в разделе 2 диссертации. На рис. 3.16 изображена когнитивная карта «Межрегиональная экономическая интеграция двух регионов», в которой вершинами являются основные обобщенные экономические характеристики регионов.

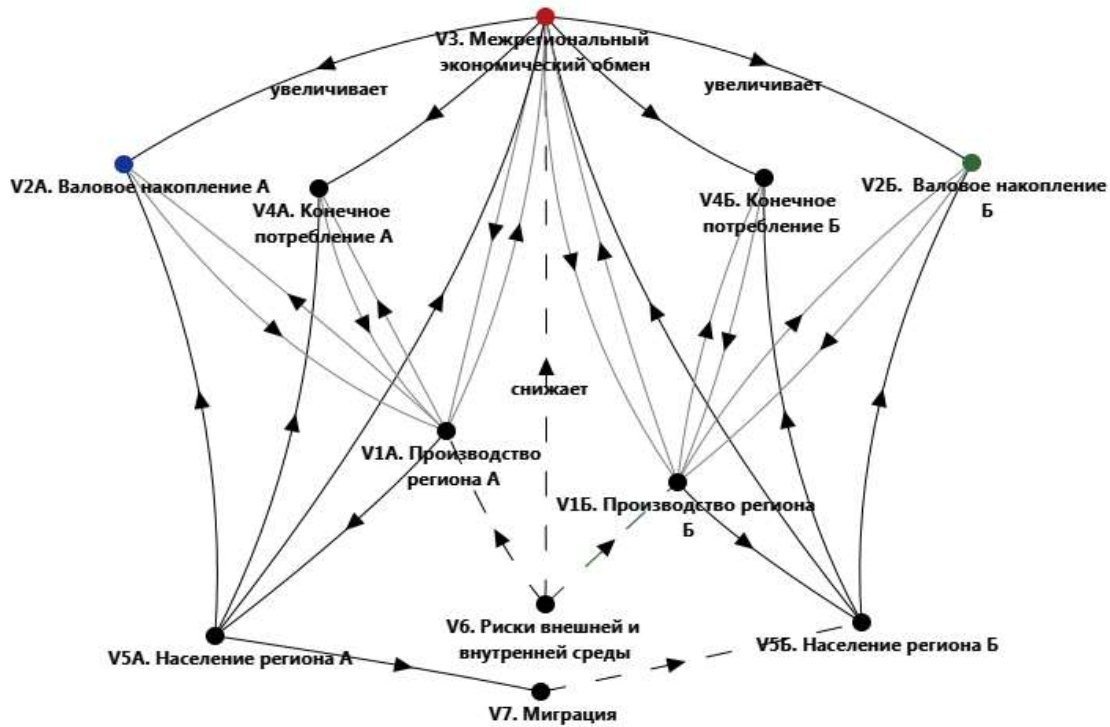


Рисунок 3.16 – Когнитивная карта G2 «Межрегиональная экономическая интеграция двух регионов»

#### **Этап II:** Анализ свойств когнитивной карты $G_2$ .

Результаты рассмотрения составляющей  $S_2$ , в виде расчета корней характеристического уравнения матрицы  $R_{G_2}$  отображены ниже (рис. 3.17), где видно, что принятый нами критерий устойчивости  $|M| = 2,712 > 1$ . Данный факт позволяет судить о неустойчивости системы  $G_2$  ни к возмущению, ни по начальному значению. Т.е. вывести систему из устойчивого состояния могут даже незначительные отклонения в концептах.

Собственные числа			
#	Действительная часть	Комплексная часть	Модуль (2.712)
0	2.712	0.0	2.712
1	1.8128	0.0	1.8128
2	-0.8922	1.0494	1.0494
3	-0.8922	-1.0494	1.0494
4	-1.0977	0.6072	1.0977
5	-1.0977	-0.6072	1.0977
6	-0.545	0.0	0.545
7	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0

Рисунок 3.17 – Фрагмент расчетов собственных чисел матрицы  $R_{G2}$

Анализ структурной устойчивости. На рис.3.18 изображены результаты определения циклов когнитивной карты  $G2$ .

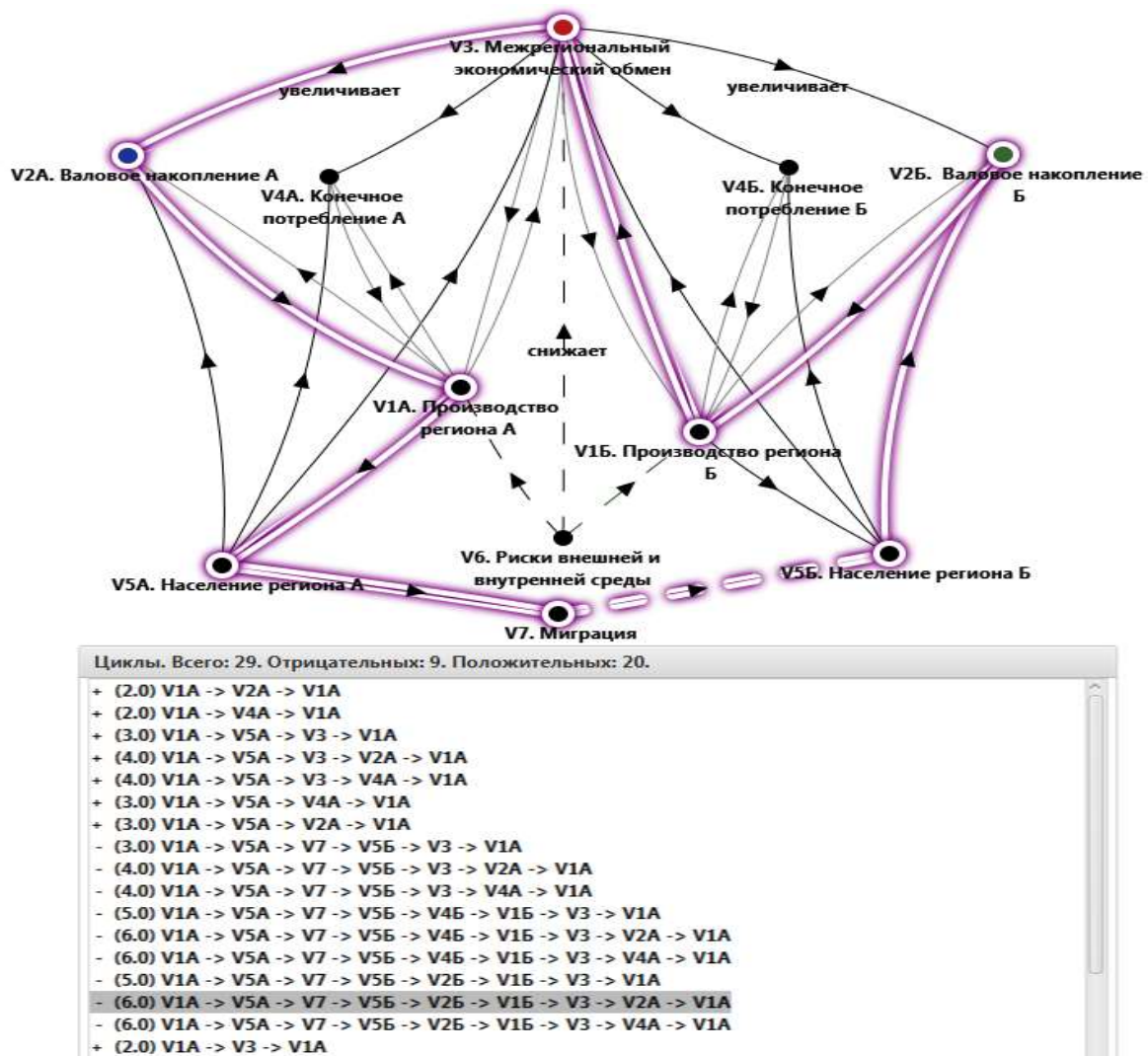


Рисунок 3.18 – Определение циклов когнитивной карты  $G2$  (фрагмент), выделение одного из отрицательных циклов

Моделирование выявило, что среди 29 имеющихся циклов отрицательными стабилизирующими циклами является 9, а циклами положительной обратной связи – 20 (рис. 3.18).

Исследуемая СЭС характеризуется структурной устойчивостью, однако, как видно из предыдущего анализа ситуации, по отношению к возмущениям она не устойчива.

Таким образом, можно ожидать, что при данной структуре любые возмущения в вершинах будут приводить к нарастанию / убыванию сигналов.

Анализ различных путей и циклов данной модели не выявил противоречий с теорией и практикой межрегиональных отношений на рассматриваемом уровне обобщений в данной модели.

**Этап III:** «Импульсное моделирование, анализ сценариев на модели  $G_2$ ».

В табл. 3.6 приведена часть плана вычислительного эксперимента, на основе которого получены некоторые существенные результаты сценарного моделирования.

Таблица 3.6 – План эксперимента на модели  $G_2$

№	Вектор возмущающих воздействий $Q=\{\dots\}$	№ вершин $V_i$										
		1 <sub>A</sub>	1 <sub>Б</sub>	2 <sub>A</sub>	2 <sub>Б</sub>	3	4 <sub>A</sub>	4 <sub>Б</sub>	5 <sub>A</sub>	5 <sub>Б</sub>	6	7
1	Сценарий №1: $q_4 = +1$ ; $Q_1 = \{0; \dots q_3 = +1; \dots q_7 = 0\}$			+1								
2	Сценарий №2: $q_6 = +1$ ; $Q_2 = \{0; \dots q_6 = +1; q_7 = 0\}$										+1	
3	Сценарий №3: $q_{1A} = +1, q_{1Б} = +1$ ; $Q_5 = \{0; q_{1A} = +1, q_{1Б} = +1; \dots 0\}$	+1	+1									
4	Сценарий №4: $q_{1A} = +1, q_{1Б} = +1$ ; $q_6 = +1$ ; $Q_6 = \{0; \dots q_{1A} = +1, q_{1Б} = +1; \dots q_6 = +1; 0\}$	+1	+1								+1	

*Сценарий №1.* Предположим, что развивается межрегиональный экономический обмен, воздействующий импульс  $q_3 = +1$ ; вектор воздействий  $Q_1 = \{q_1 = 0; \dots q_3 = +1; \dots q_7 = 0\}$ .

Результаты расчета импульсов на 7 тактах моделирования представлены в табл. 3.7.

Таблица 3.7 – Модель  $G_2$ . Результаты импульсного моделирования по сценарию №1



Шаг	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
Вершина								
V1A. Производство региона А	0.0	0.0	1.0	3.0	7.0	23.0	59.0	162.0
V1Б. Производство региона Б	0.0	0.0	1.0	3.0	7.0	23.0	59.0	160.0
V2A. Валовое накопление А	0.0	0.0	1.0	2.0	7.0	19.0	51.0	142.0
V2Б. Валовое накопление Б	0.0	0.0	1.0	2.0	7.0	19.0	50.0	139.0
V4A. Конечное потребление А	0.0	0.0	1.0	2.0	7.0	19.0	51.0	142.0
V4Б. Конечное потребление Б	0.0	0.0	1.0	2.0	7.0	19.0	50.0	139.0
V5A. Население региона А	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	7.0	23.0	59.0
V5Б. Население региона Б	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	6.0	20.0	52.0
V3. Межрегиональный экономический обмен	0.0	1.0	1.0	3.0	9.0	21.0	60.0	162.0
V6. Риски внешней и внутренней среды	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V7. Миграция	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	7.0	23.0

Графическое представление импульсных процессов 4-х тактного моделирования представлено на рис. 3.19. Небольшое число шагов выбрано в целях наглядности графиков, тенденции нарастания импульсных процессов сохраняются и в дальнейшем.

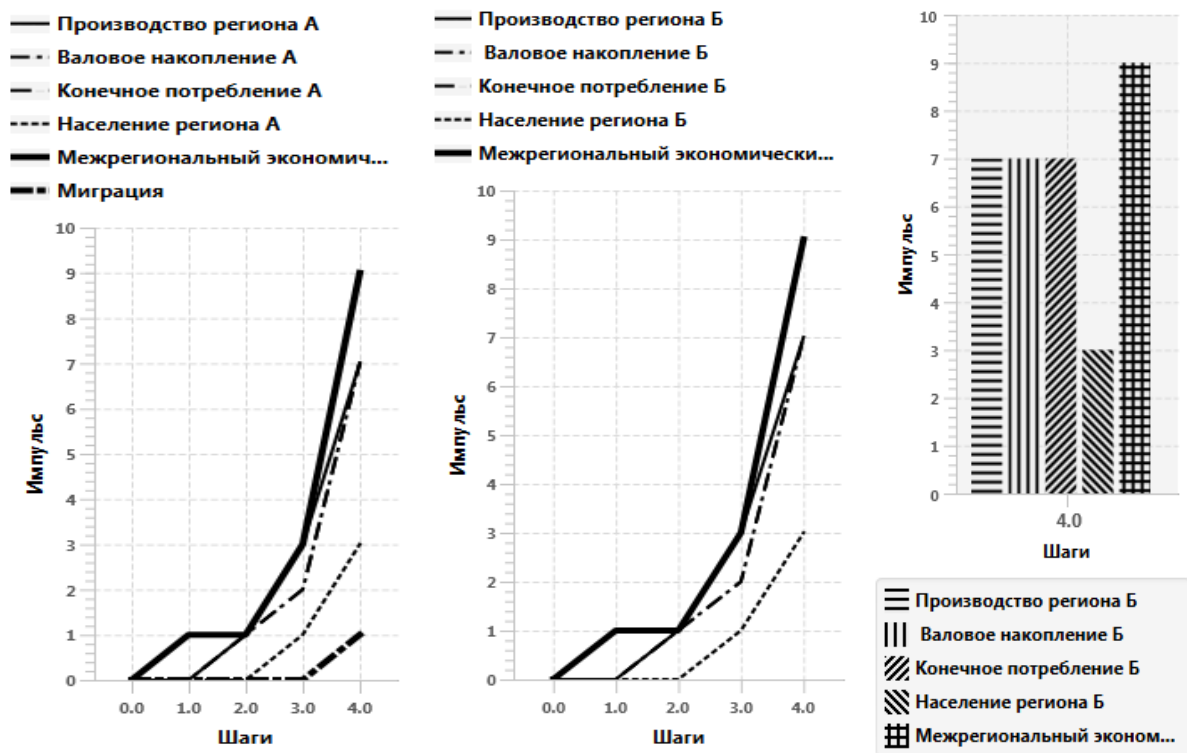


Рисунок 3.19 – Модель  $G_2$ . Сценарий №1

Видно, что развитие межрегиональной интеграции положительно влияет на все показатели.

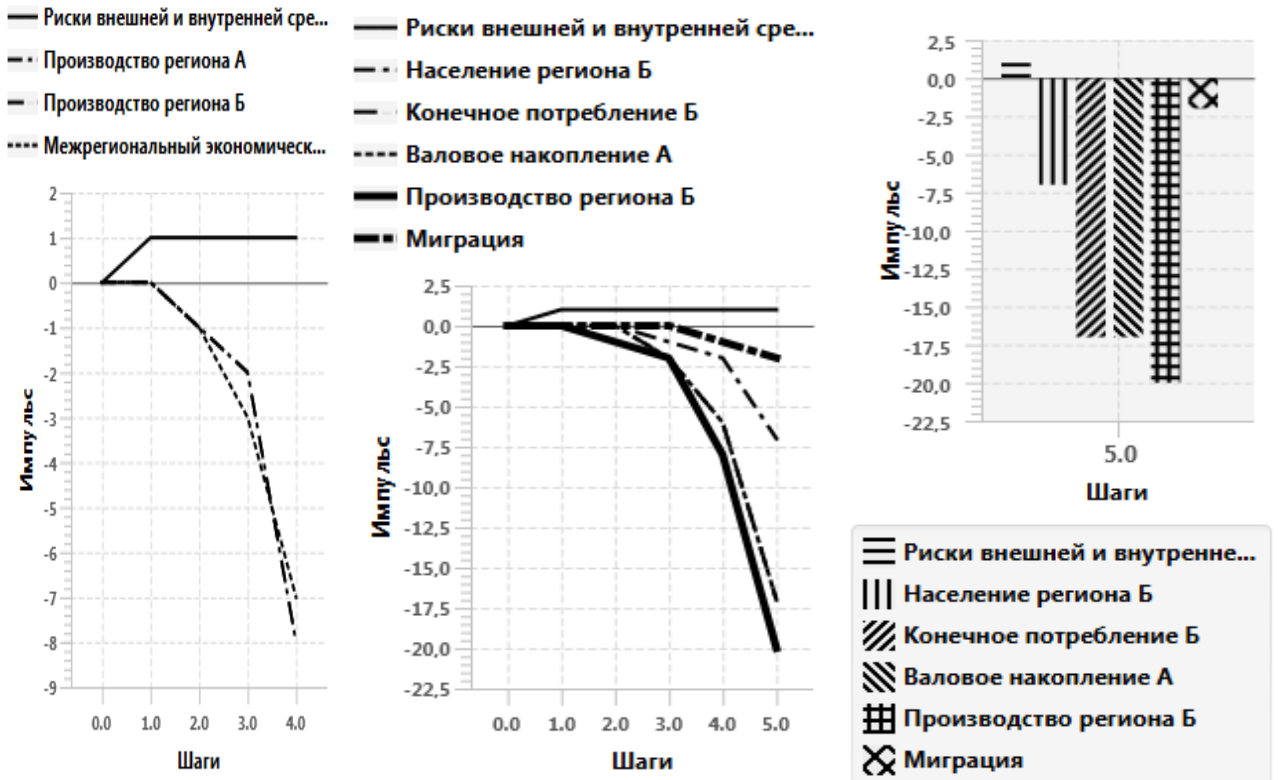
Рассмотрим «пессимистичный сценарий – предположим, растут риски, воздействующие на систему межрегионального обмена.

Сценарий №2. Пусть растут риски в системе,  $q_6 = +1$ ; вектор воздействий  $Q_2 = \{q_1 = 0; \dots; q_6 = +1; q_7 = 0\}$ . Результаты расчета импульсов на 7 тактах моделирования представлены в табл. 3.8.

Таблица 3.8 – Модель G2. Результаты импульсного моделирования по сценарию №2

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V1A. Производство региона А	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-20.0	-56.0	-155.0
V1B. Производство региона Б	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-20.0	-56.0	-153.0
V2A. Валовое накопление А	0.0	0.0	0.0	-2.0	-6.0	-17.0	-49.0	-132.0
V2Б. Валовое накопление Б	0.0	0.0	0.0	-2.0	-6.0	-17.0	-48.0	-130.0
V4A. Конечное потребление А	0.0	0.0	0.0	-2.0	-6.0	-17.0	-49.0	-132.0
V4Б. Конечное потребление Б	0.0	0.0	0.0	-2.0	-6.0	-17.0	-48.0	-130.0
V5A. Население региона А	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-20.0	-56.0
V5Б. Население региона Б	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-7.0	-18.0	-48.0
V3. Межрегиональный экономический обмен	0.0	0.0	-1.0	-3.0	-7.0	-21.0	-56.0	-151.0
V6. Риски внешней и внутренней среды	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
V7. Миграция	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-20.0

Графическое изображение сценарного моделирования (№ 2) приведены на рис. 3.20.



Как видно из рис. 3.20, рост рисков может привести к падению всех показателей системы.



Сценарий №3. Пусть в регионах развивается производство,  $q_{1A} = +1$ ,  $q_{1B} = +1$ ; вектор воздействий  $Q_5 = \{0; q_{2A} = +1, q_{2B} = +1; \dots 0\}$ .  
Результаты вычислительного эксперимента представлены табл.3.9 и рис. 3.21.

Таблица 3.9 – Модель G2. Результаты импульсного моделирования по сценарию №3

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V1A. Производство региона А	0.0	1.0	1.0	5.0	13.0	33.0	96.0	254.0
V1Б. Производство региона Б	0.0	1.0	1.0	5.0	13.0	33.0	94.0	252.0
V2A. Валовое накопление А	0.0	0.0	1.0	4.0	10.0	30.0	81.0	220.0
V2Б. Валовое накопление Б	0.0	0.0	1.0	4.0	10.0	29.0	80.0	213.0
V4A. Конечное потребление А	0.0	0.0	1.0	4.0	10.0	30.0	81.0	220.0
V4Б. Конечное потребление Б	0.0	0.0	1.0	4.0	10.0	29.0	80.0	213.0
V5A. Население региона А	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	13.0	33.0	96.0
V5Б. Население региона Б	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0	12.0	28.0	81.0
V3. Межрегиональный экономический обмен	0.0	0.0	2.0	4.0	12.0	35.0	91.0	251.0
V6. Риски внешней и внутренней среды	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V7. Миграция	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	13.0	33.0

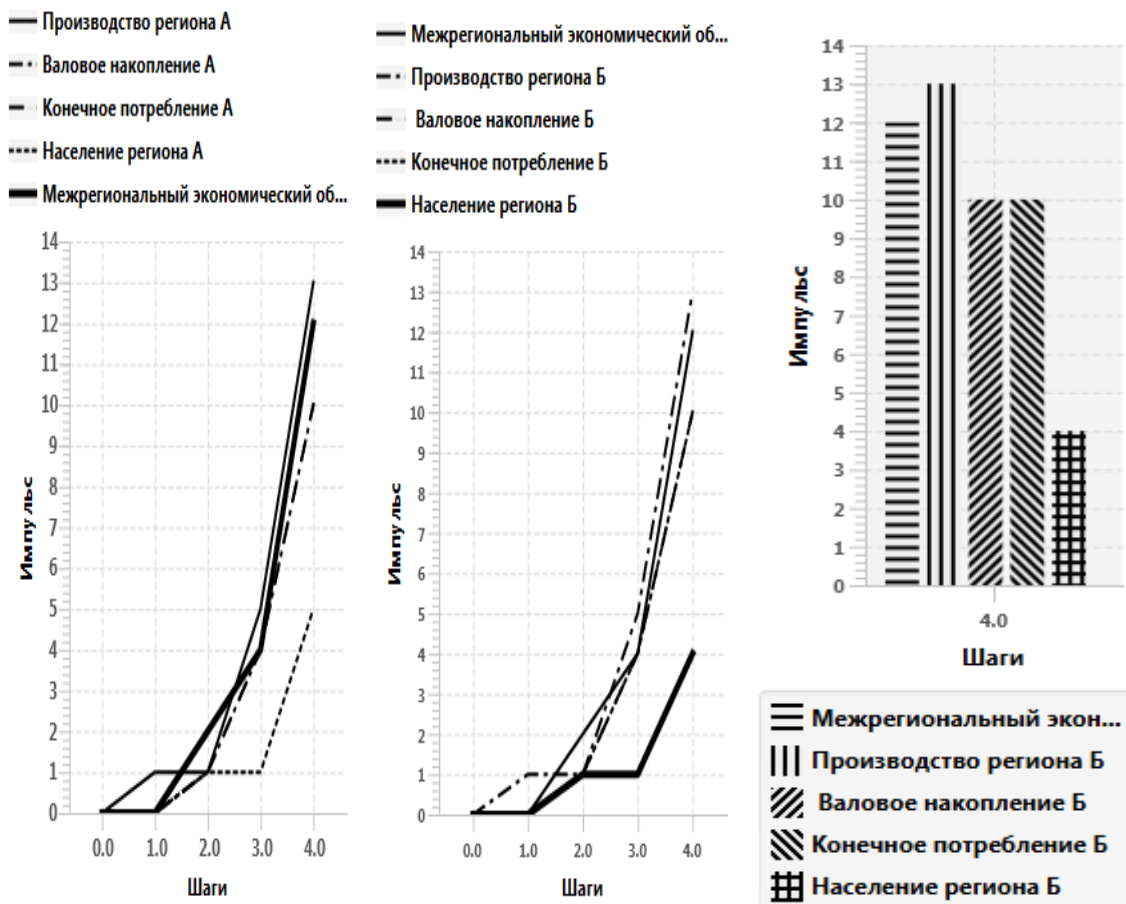


Рисунок 3.21 – Модель G<sub>2</sub>. Сценарий №3

Сравнение результатов моделирования по сценарию №1 и №3 (рис.3.19 и 3.21) показывает, что увеличение межрегиональной экономической интеграции

происходит быстрее и эффективнее в случае развития производства двух регионов (рис.3.19, гистограмма, рост межрегиональной экономической интеграции составляет 12 единиц на 4 такте моделирования), нежели при росте интеграции за счет каких либо других причин (рис. 3.21, гистограмма, рост межрегиональной экономической интеграции составляет 9 единиц на 4 такте моделирования). Сценарий №3 также лучше и по остальным показателям.

Рассмотрим вариант, когда развитию производства могут препятствовать риски – сценарий №4.

*Сценарий №4.* Пусть в регионах развивается производство,  $q_{1A} = +1$ ,  $q_{1B} = +1$ , но внешние риски растут  $q_6 = +1$ ; вектор воздействий  $Q_5 = \{0; q_{2A} = +1, q_{2B} = +1; \dots q_6 = +1, \dots 0\}$ .

Результаты вычислительного эксперимента представлены табл. 3.10 и рисунками 3.22.

Таблица 3.10 – Модель G2. Результаты импульсного моделирования по сценарию №4

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V1A. Производство региона А	0.0	1.0	0.0	3.0	5.0	13.0	40.0	99.0
V1Б. Производство региона Б	0.0	1.0	0.0	3.0	5.0	13.0	38.0	99.0
V2А. Валовое накопление А	0.0	0.0	1.0	2.0	4.0	13.0	32.0	88.0
V2Б. Валовое накопление Б	0.0	0.0	1.0	2.0	4.0	12.0	32.0	83.0
V4А. Конечное потребление А	0.0	0.0	1.0	2.0	4.0	13.0	32.0	88.0
V4Б. Конечное потребление Б	0.0	0.0	1.0	2.0	4.0	12.0	32.0	83.0
V5А. Население региона А	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0	5.0	13.0	40.0
V5Б. Население региона Б	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0	5.0	10.0	33.0
V3. Межрегиональный экономический обмен	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	14.0	35.0	100.0
V6. Риски внешней и внутренней среды	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
V7. Миграция	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0	5.0	13.0

Анализ результатов моделирования по сценарию №4 показывает, что возникновение рисков в системе снижает эффект от развития производства, показатели становятся хуже, нежели при моделировании сценария №3. Но, как показывает моделирование на большее число шагов, общие тенденции развития ситуаций не изменяются, меняется их масштаб, рис. 3.22, рис.3.22 а.

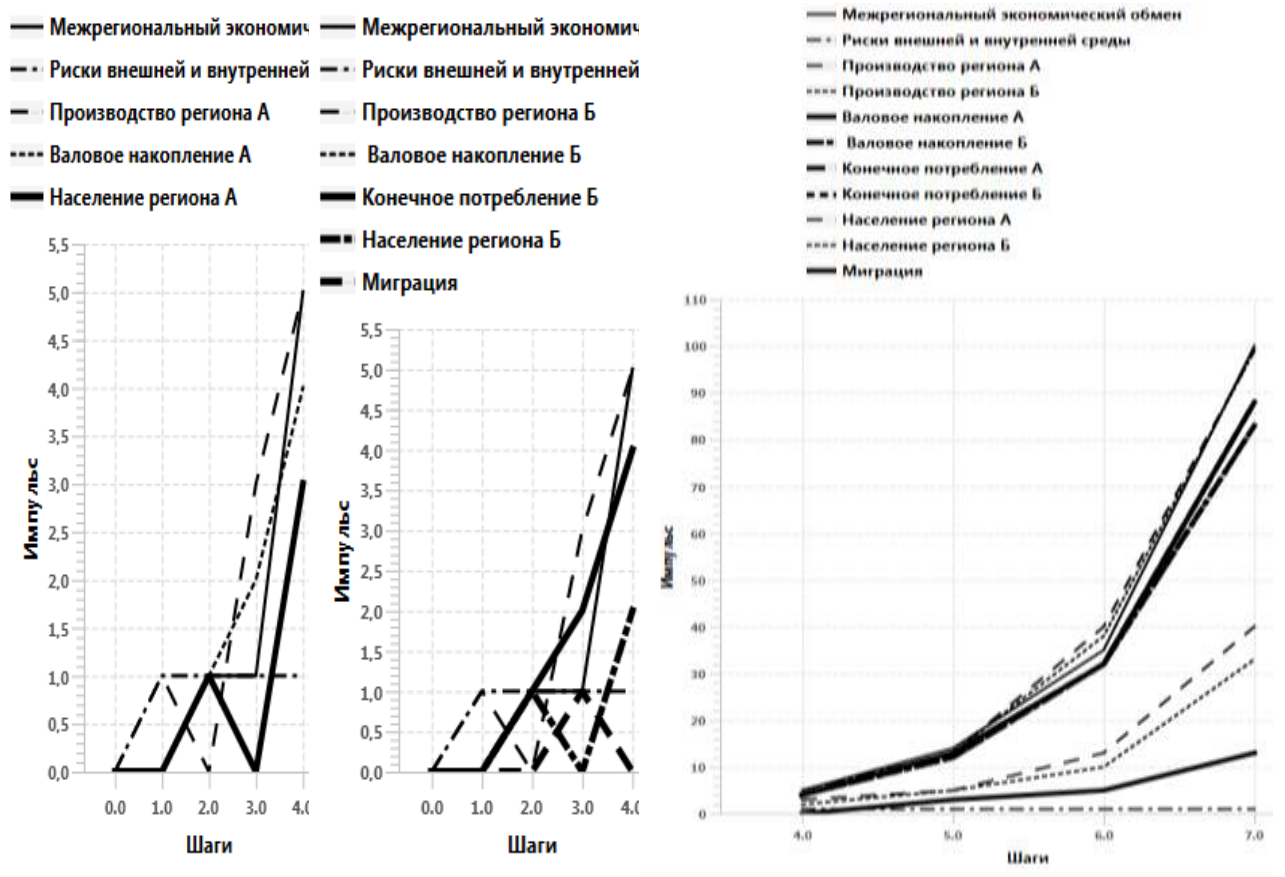


Рисунок 3.22 – Модель  $G_2$ . Сценарий №4, 4 и 7 такты моделирования

Перейдем к когнитивному моделированию межрегиональной экономической интеграции с учетом результатов моделирования в п. 3.1.1 и 3.1.2, а также ряда данных, полученных во втором разделе диссертации.

### 3.2 Разработка когнитивных моделей межрегиональной экономической интеграции Ростовской области с регионами Юга России на примере Краснодарского края

Анализ результатов исследований, проведенных во втором разделе диссертации, обращает внимание на следующие факты. Изучение динамики и оценка изменения суммарного товарооборота и структурных сдвигов на товарных рынках регионов ЮФО показал явную тенденцию его роста, особенно в межрегиональном взаимодействии Ростовской области с Краснодарским краем и Волгоградской областью.

Самое большое значение  $D = 0,646$  и  $D = 0,767$  свидетельствуют о наиболее благоприятных межрегиональных связях с Краснодарским краем по

факторам «Уровень транспортного сообщения» и «Уровень развития связи», соответственно. Но во взаимодействиях Ростовской области с Астраханской областью, Адыгеей и Калмыкией прослеживаются периодические уменьшения и увеличения товарооборота. Имеющиеся данные свидетельствуют межрегиональных перекосах в товарообмене Ростовской области с регионами ЮФО, также свидетельствуют о тенденциях углубления социально-экономической дифференциации регионов ЮФО, что выступает барьером для дальнейшего развития интеграционного взаимодействия.

Проведем когнитивное моделирование межрегиональной экономической интеграции между РО и Краснодарским краем.

**Реализация I этапа:** «Разработка когнитивной карты G3 «Межрегиональная экономическая интеграция Ростовской области и Краснодарского края».

Определим вершины и отношения между ними для когнитивной карты G3 «Межрегиональная экономическая интеграция Ростовской области и Краснодарского края». Основанием для их выбора служат предыдущие исследования. Данные о вершинах представлены табл. 3.11.

В результате анализа теоретических, статистических и экспертных данных о возможных причинно-следственных связях между выделенными концептами модели G3 были определены отношения  $e_{ij}$  между вершинами  $V_i$  и  $V_j$  (см. Приложение E). В табл.3.12 приведен фрагмент таблицы отношений.

Таблица 3.11 – Вершины когнитивной карты G3 «Межрегиональная экономическая интеграция между Ростовской областью и Краснодарским краем»

Код	Наименование вершины	Назначение вершины
V1	Межрегиональная экономическая интеграция	Целевая
V2	ВРП Ростовской области	Индикативная
V3	ВРП Краснодарского края	Индикативная
V4	Конечное потребление Ростовской области	Базисная
V5	Конечное потребление Краснодарского края	Базисная
V6	Уровень производственной базы Ростовской области	Управляющая
V7	Уровень производственной базы Краснодарского края	Управляющая
V8	Население Ростовской области	Базисная
V9	Население Краснодарского края	Базисная
V10	Товарооборот между регионами	Управляющая
V11	Уровень транспортного сообщения	Управляющая
V12	Уровень развития связи	Управляющая
V13	Федеральные и региональные регулирующие системы	Управляющая
V14	Риски	Возмущающая
V15	Социально-экономические показатели	Индикативная
V16	Географическое положение	Базисная
V17	Миграция	Возмущающая

На рис. 3.23 изображена когнитивная карта G3, построенная по данным таблиц 3.11 и 3.12.

Таблица 3.12 – Фрагмент таблицы отношений между вершинами когнитивной карты  $G_3$ 

№	Код	Вершина «причина» $V_i$	Вершина «следствие» $V_j$	Действие отношения	Знак
1	$e_{14}$	$V_1$ Межрегиональная экономическая интеграция	$V_4$ Конечное потребление Ростовской области	увеличивает	+
2	$e_{15}$		$V_5$ Конечное потребление Краснодарского края	увеличивает	+
3	$e_{16}$		$V_6$ Уровень производственной базы РО	повышает	+
4	$e_{17}$		$V_7$ Уровень производственной базы Краснодарского края	повышает	+
5	$e_{114}$		$V_{14}$ Риски	снижает	-
6	$e_{115}$		$V_{15}$ Социально-экономические показатели	улучшает	+
7	$e_{212}$	$V_2$ ВРП Ростовской области	$V_{12}$ Уровень развития связи	способствует	+
8	$e_{210}$		$V_{10}$ Товарооборот между регионами	способствует	+
9	$e_{211}$		$V_{11}$ Уровень транспортного сообщения	способствует	+
10	$e_{312}$	$V_3$ ВРП Краснодарского края	$V_{12}$ Уровень развития связи	способствует	+
11	$e_{310}$		$V_{10}$ Товарооборот между регионами	способствует	+
12	$e_{311}$		$V_{11}$ Уровень транспортного сообщения	способствует	+
		$V_4$ Конечное потребление Ростовской области	$V_6$ Уровень производственной базы Ростовской области	влияет	+

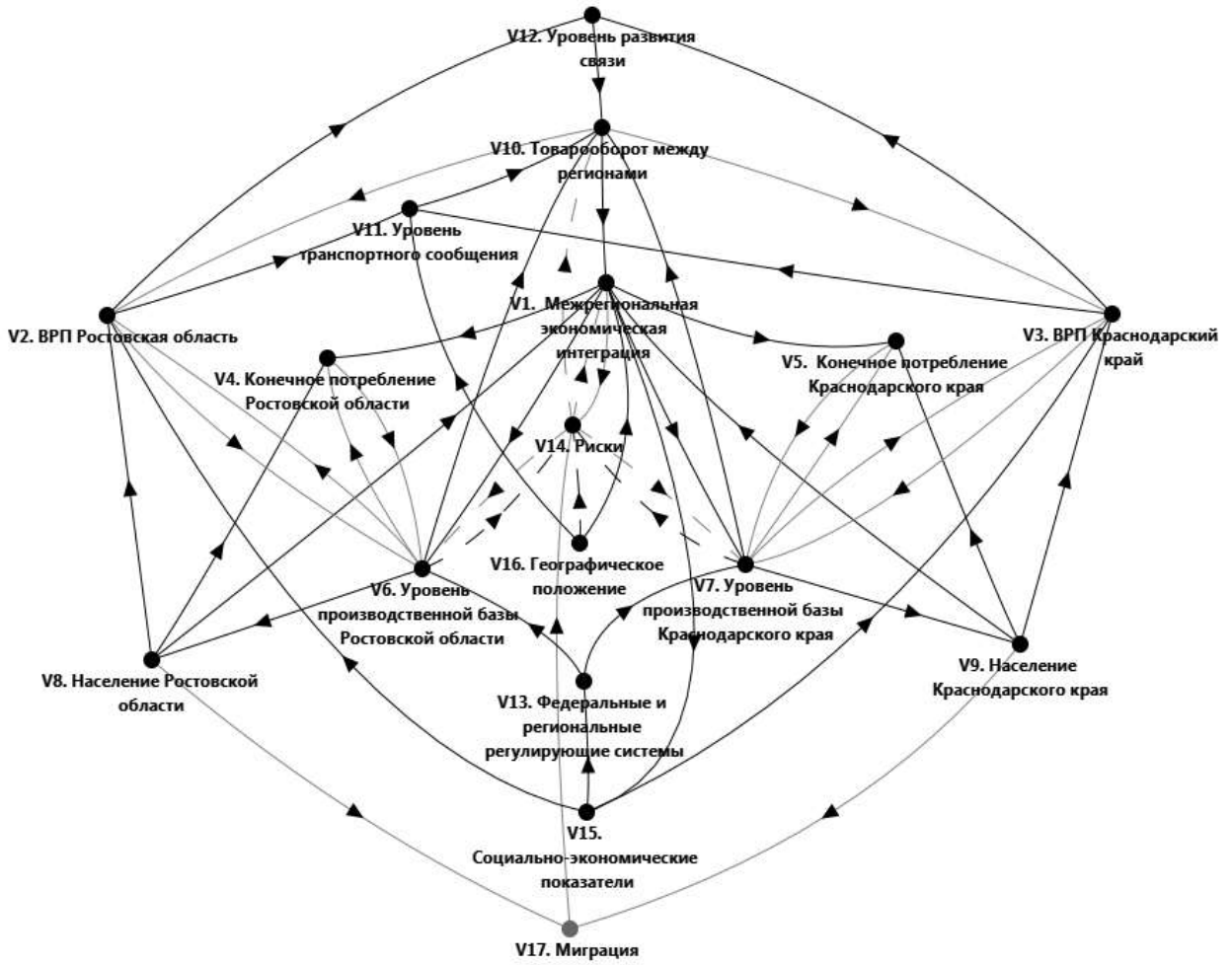


Рисунок 3.23 – Когнитивная карта G3 «Межрегиональная экономическая интеграция между Ростовской областью и Краснодарским краем»

Таблица 3.13 – Матрица отношений когнитивной карты G3 (фрагмент)

Матрица смежности														
- Зави... Вход	V6	V7	V2	V3	V4	V5	V8	V9	V1	V10	V11	V12	V13	V14
V6	x		1.0		1.0		1.0			1.0				-1.0
V7		x		1.0		1.0		1.0		1.0				-1.0
V2	1.0		x								1.0	1.0		
V3		1.0		x							1.0	1.0		
V4	1.0				x									
V5		1.0				x								
V8			1.0		1.0		x		1.0					
V9				1.0		1.0		x	1.0					
V1	1.0	1.0			1.0	1.0			x					1.0



## Этап II: Анализ свойств КК $G_3$ .

Составляющая  $S_2$  в виде расчета корней характеристического уравнения матрицы  $R_{G_3}$ , приведена на рис. 3.24.

Собственные числа			
#	Действительная часть	Комплексная часть	Модуль (2.9206)
0	2.9206	0.0	2.9206
1	-1.5507	1.4387	1.5507
2	-1.5507	-1.4387	1.5507
3	1.7693	0.0	1.7693
4	0.0311	1.4811	1.4811
5	0.0311	-1.4811	1.4811
6	0.8622	0.1724	0.8622
7	0.8622	-0.1724	0.8622
8	-0.8846	0.5897	0.8846
9	-0.8846	-0.5897	0.8846
10	-0.6113	0.7536	0.7536
11	-0.6113	-0.7536	0.7536
12	-0.3832	0.0	0.3832
13	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0

Рисунок 3.24 – Корни уравнения

Из рис. видно, что  $|M| = 2,9206 > 1$ . Таким образом система  $G_3$  не устойчива ни к возмущению, ни по начальному значению. Из устойчивого начального состояния системы выводят даже незначительные отклонения. В данном случае это свойство позволяет управлять системой в динамике, переводя ее в другие состояния при изменяющихся внешних факторов.

*Составляющие  $S_3$  и  $S_4$ .* В результате работы программной системы выявлено, что среди общего числа циклов – 372 имеется 131 цикл отрицательной (стабилизирующей) обратной связи и 241 цикл положительной (усиливающей). Наличие нечетного числа отрицательных циклов свидетельствует о структурной устойчивости СЭС.

Иллюстрация примеров одного из отрицательных циклов и один из положительных представлена на рис. 3.25 и 3.26.



Результаты анализа составляющей С3 (когнитивная карта  $G_3$ ) не противоречат ранее изложенным теоретическим исследованиям процесса межрегиональной экономической интеграции субъектов ЮФО.

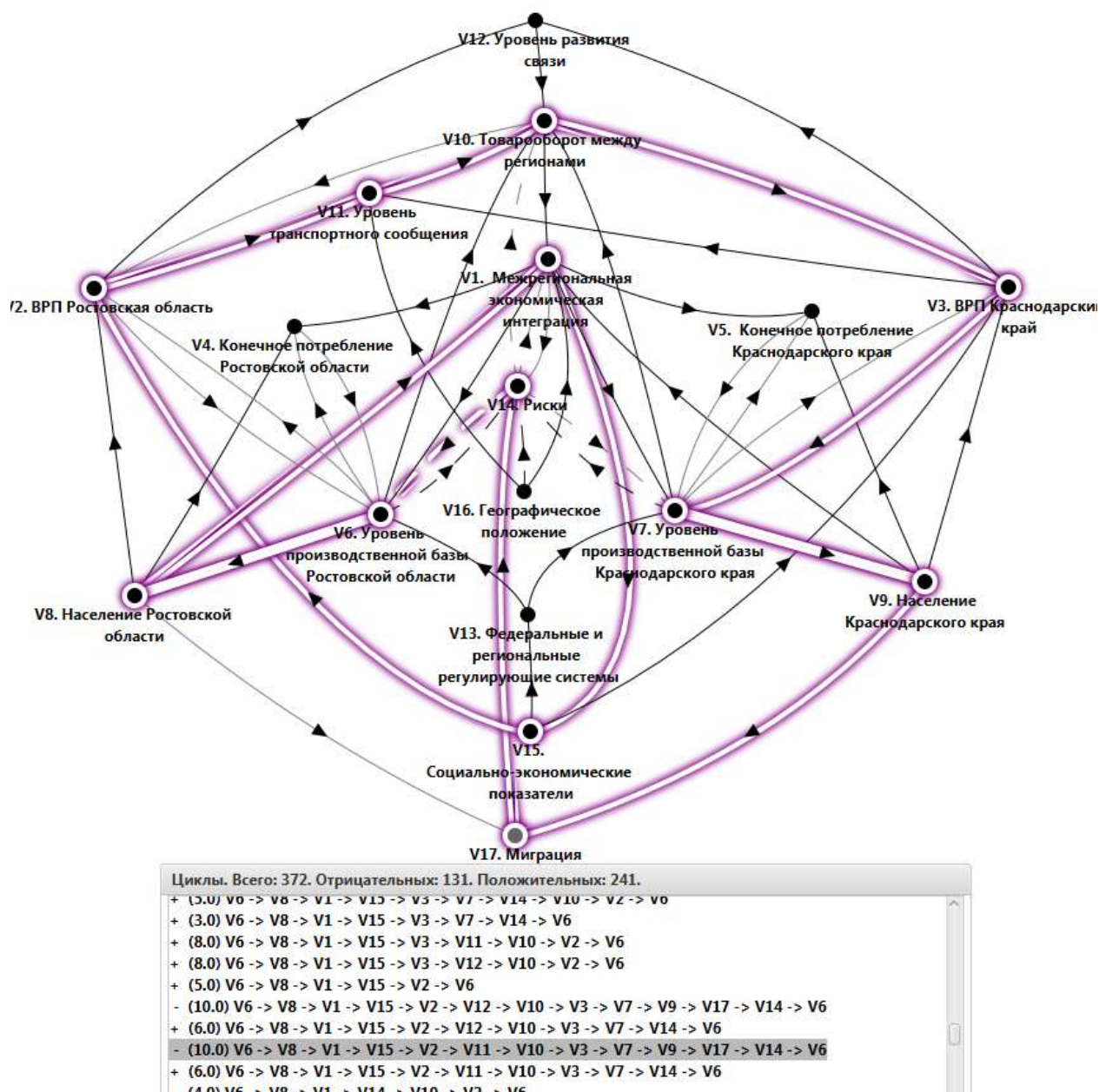


Рисунок 3.25 – Циклы когнитивной карты  $G_3$ , выделен один из отрицательных циклов когнитивной карты  $G_3$

В процессе когнитивного моделирования циклов когнитивной карты решается задача определения количества циклов и анализа их, что крайне затруднительно при большом их количестве. А не выявление какого-либо из

циклов, являясь «риском человеческого фактора», может привести к неверным управленческим решениям или потере какого-либо «удачного» варианта.

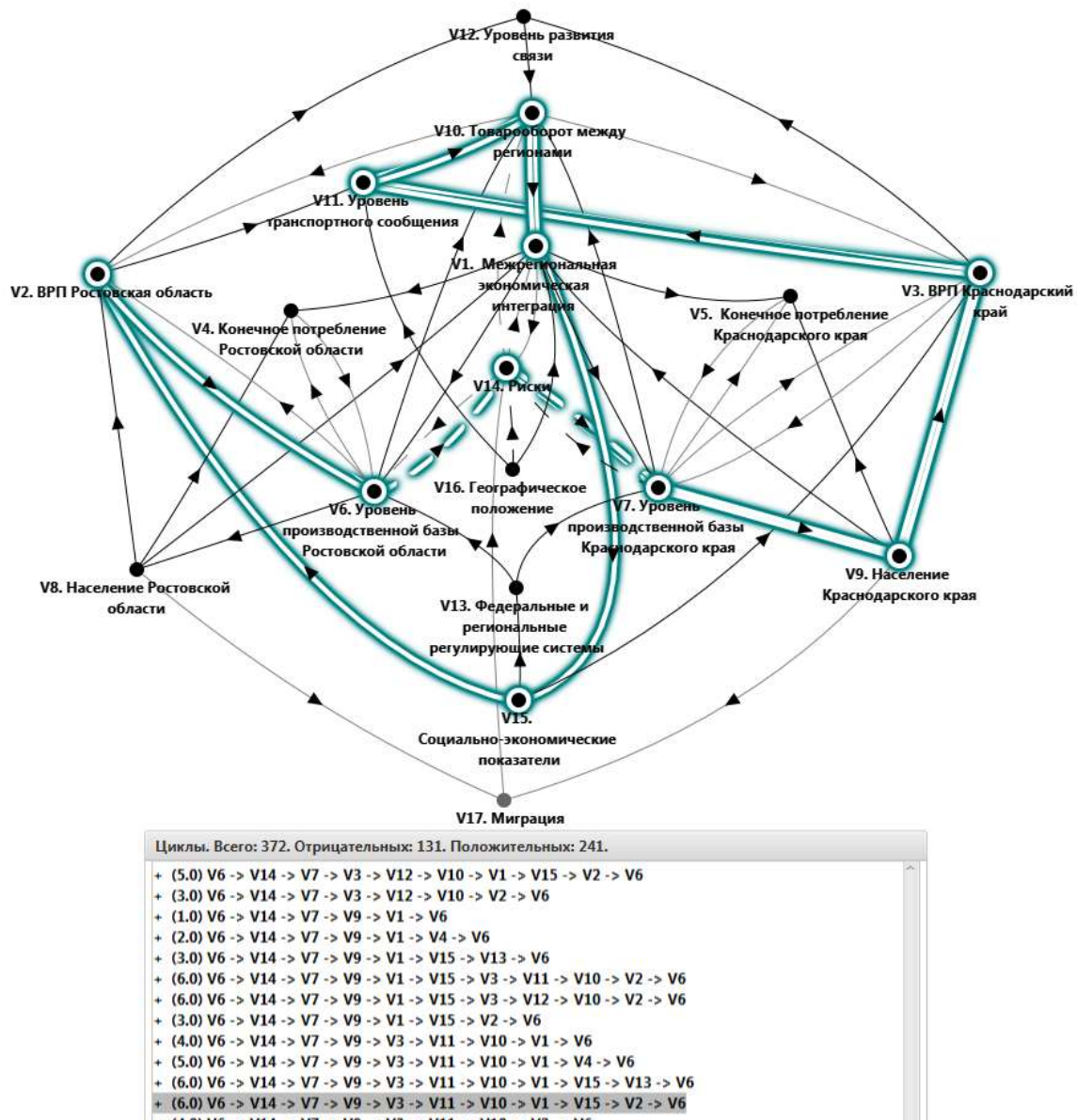


Рисунок 3.26 – Циклы когнитивной карты  $G_3$ , выделен один из положительных циклов когнитивной карты  $G_3$

*Анализ путей когнитивной карты.* В процессе когнитивного исследования просматривались различные пути из разных вершин в другие вершины. Таких вариантов очень много.

В качестве примера приведем результат определения возможных путей из вершины  $V_{13}$  «Федеральные регулирующие системы» в вершину  $V_1$  «Межрегиональная экономическая интеграция». Всего таких путей существует 79. На рис. 3.27 выделены один из положительных возможных путей воздействий

на  $V_1$  - через Краснодарский край и один из отрицательных путей возможных воздействий на  $V_1$  - через Ростовскую область.

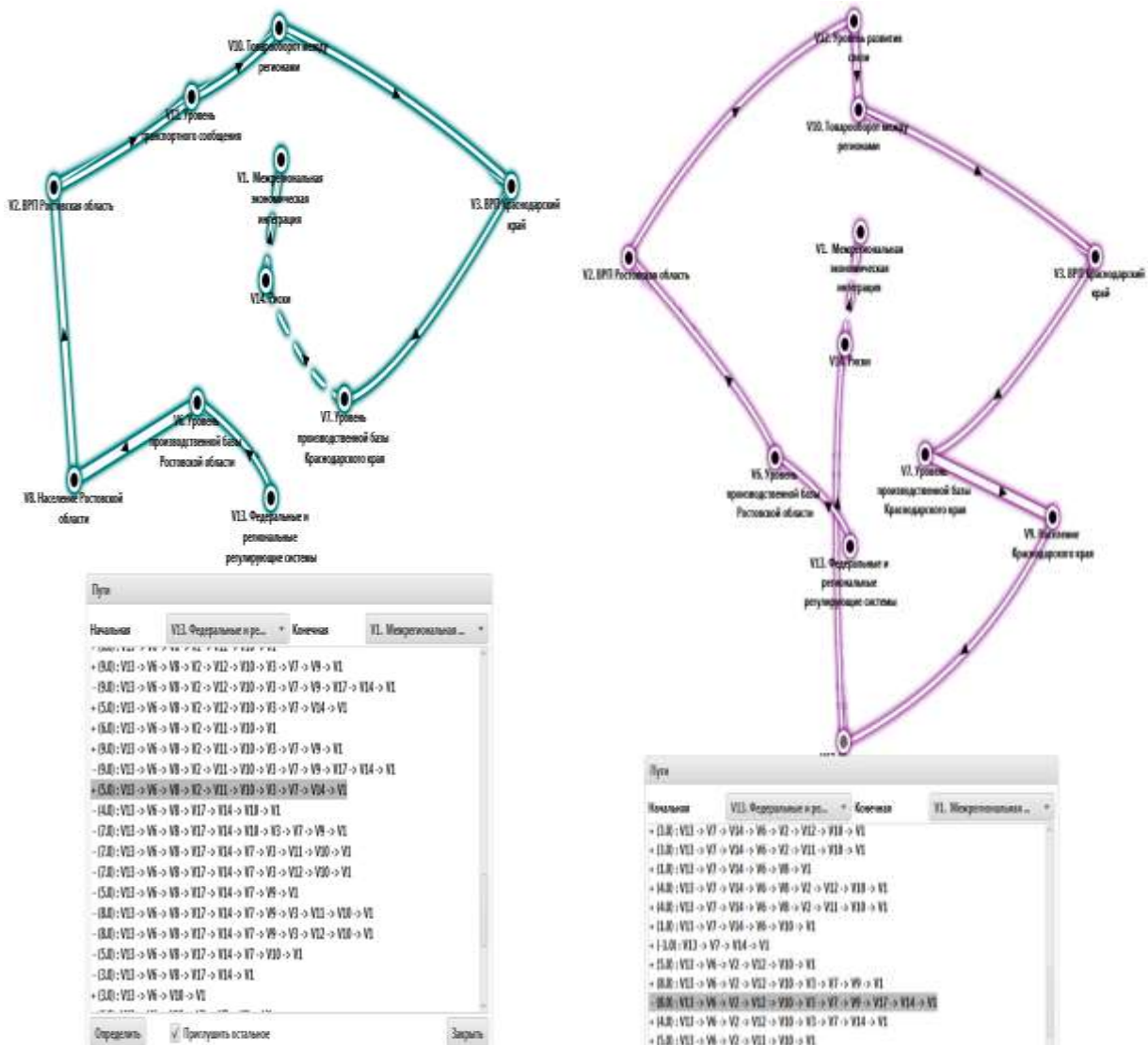


Рисунок 3.27 – Пути из  $V_1$  в  $V_{13}$  через Краснодарский край и через Ростовскую область

Просмотр различных путей из вершины в вершину необходим не только для того, чтобы проверять непротиворечивость модели, но также для принятия управленческих решений при выборе пути модернизации системы.

**Этап III:** «Импульсное моделирование, анализ сценариев на модели  $G_3$ ».

В табл. 3.14 приведена часть плана вычислительного эксперимента, который содержит некоторые из существенных результатов сценарного моделирования.





Сценарий №1. Предположим, что растет товарооборот: воздействующий импульс  $q_{10} = +1$ ; вектор воздействий  $Q_1 = \{q_1 = 0; \dots q_{10} = +1; \dots q_{17} = 0\}$ .

Результаты расчета импульсов на 6 тактах моделирования представлены в табл.3.15 и на рис. 3.28.

Таблица 3.15 – Модель G3. Результаты импульсного моделирования по сценарию №1

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0	37.0	76.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0	37.0	76.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0	13.0	25.0	106.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0	13.0	25.0	106.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	28.0	68.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	28.0	68.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0	37.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0	37.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	15.0	20.0	68.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	1.0	1.0	1.0	8.0	12.0	43.0	130.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	8.0	26.0	50.0
V12. Уровень развития связи	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	8.0	26.0	50.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	15.0
V14. Риски	0.0	0.0	0.0	1.0	-3.0	-4.0	-3.0	-50.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	15.0	20.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	22.0

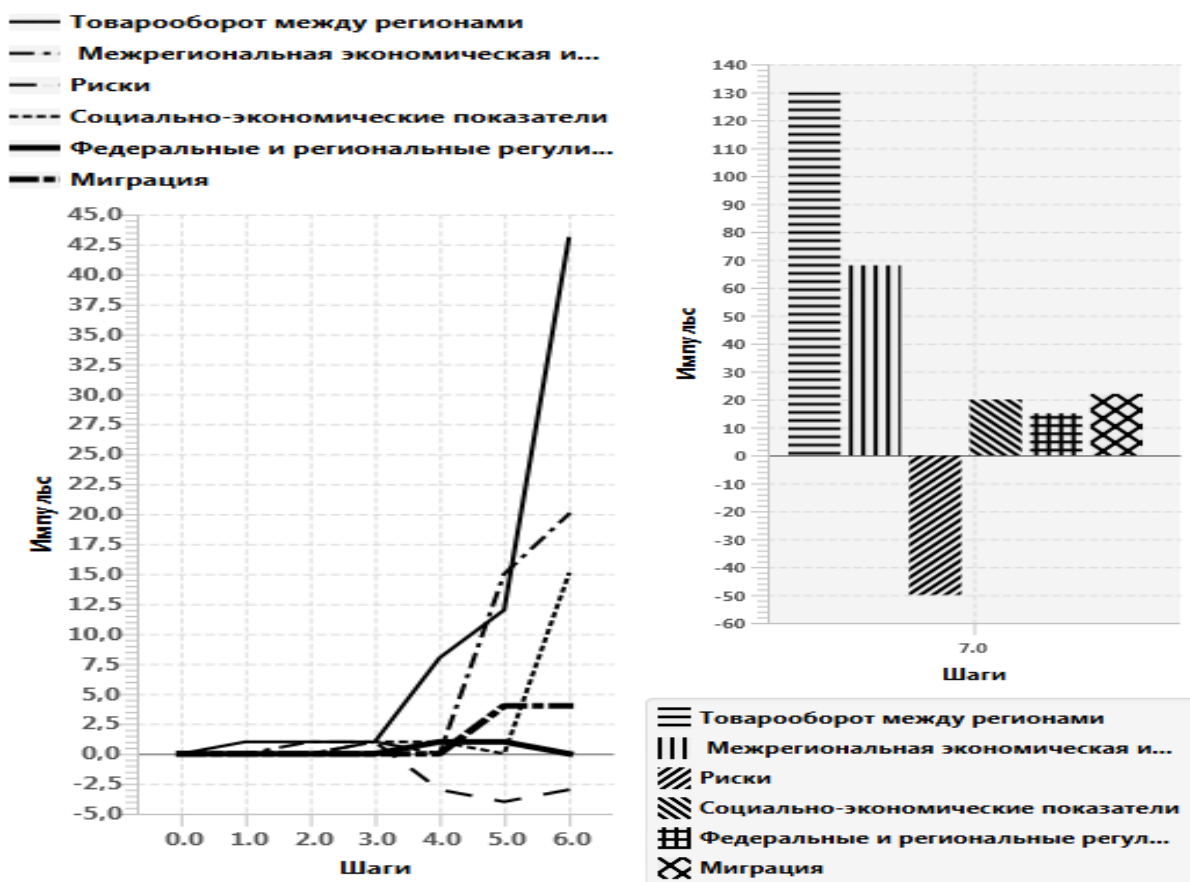


Рисунок 3.28 – Модель G3. Сценарий №1

*Сценарий №4.* Предположим, что Федеральные и региональные регулирующие системы ведут разумную межрегиональную политику по поддержке межрегиональных отношений, пусть управляющий импульс  $q_{13} = +1$ , вектор возмущений  $Q_4 = \{q_1=0; \dots q_{13}=+1; \dots q_{17}=0\}$ .

Результаты расчета импульсов на 7 тактах моделирования представлены в табл.3.16 и на рис. 3.29.

Таблица 3.16–Модель G3. Результаты импульсного моделирования по сценарию 4

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	15.0	33.0	125.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	15.0	33.0	125.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0	10.0	42.0	104.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0	10.0	42.0	104.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	12.0	28.0	76.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	12.0	28.0	76.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	15.0	33.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	15.0	33.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	8.0	28.0	98.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0	16.0	48.0	126.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	8.0	20.0	84.0
V12. Уровень развития связи	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	8.0	20.0	84.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	7.0	9.0
V14. Риски	0.0	0.0	0.0	-2.0	-2.0	-2.0	-20.0	-28.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	8.0	28.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10.0	30.0

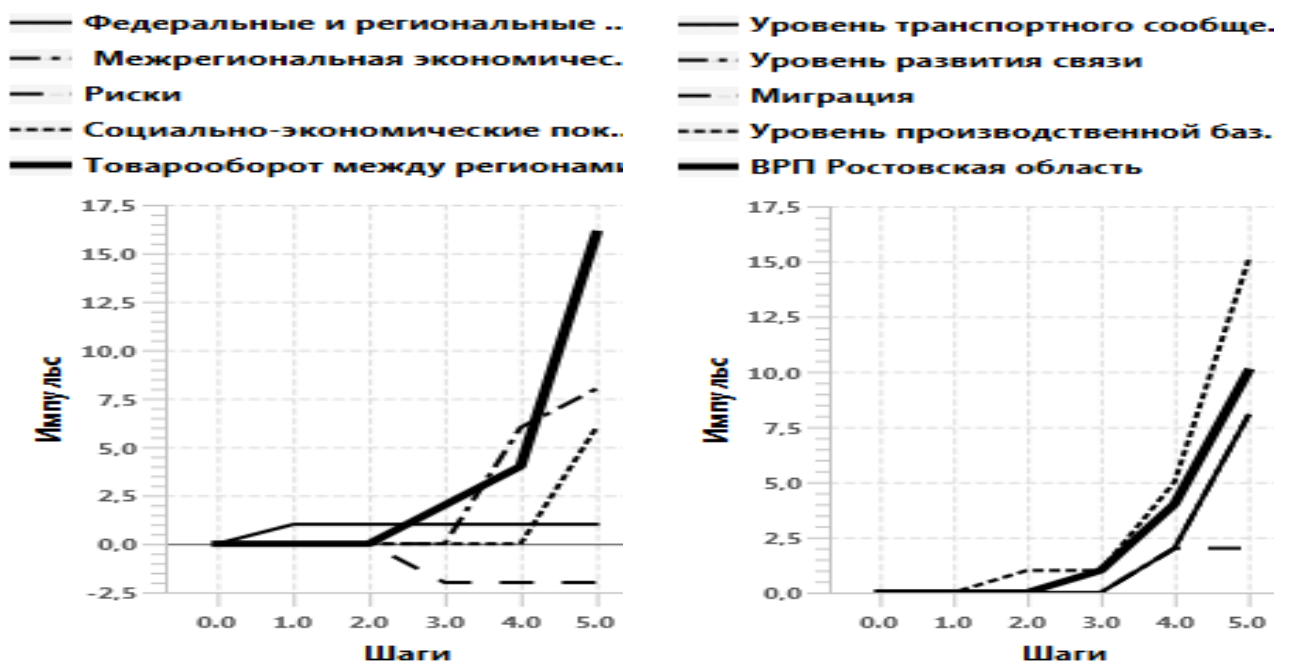


Рисунок 3.29 – Модель G3. Сценарий №4

Проведем сравнение результатов проведенного импульсного моделирования. В табл. 3.17 представлена выборка данных из табл. 3.16 и Приложение Е. Сопоставительный анализ результатов импульсного моделирования по пяти сценариям, когда возмущения вносятся по очереди в одну из вершин показывает, что межрегиональная экономическая интеграция сильнее всего растет по Сценарию №4 при усилении координирующей деятельности Федеральных и региональных органов управления (импульс в вершине  $V_1$  возрастает до 98), также эффективно для межрегиональной экономической интеграции воздействие роста товарооборота – Сценарий № 1 (величина импульса равна 68), уровень транспортного сообщения  $V_{11}$  и уровень связи  $V_{12}$  (Сценарии №2 и №3) на межрегиональную экономическую интеграцию влияют практически одинаково (импульс равен 20); при координирующей деятельности органов власти по Сценарию №4 социально-экономические показатели  $V_{15}$  улучшаются (импульс равен 28), а риски падают (импульс равен -28). Нарастание рисков  $V_{14}$  (Сценарий №5) действует на систему крайне отрицательно (межрегиональный экономический обмен может упасть до - 158), для всех показателей видна тенденция падения.

Таблица 3.17 – Сопоставление результатов импульсного моделирования на 7 шаге моделирования по Сценариям №1 - №5

Факторы	Сценарий №1, Товарооборот $q_{10}=+1$	Сценарий №2, уровень транспортного сообщения $q_{13}=+1$	Сценарий №3, уровень связи $q_{12}=+1$	Сценарий №4, федеральные регулир. сист. $q_{13}=+1$	Сценарий №5, Риски $q_{14}=+1$
$V_1$ Межрегиональная экономическая интеграция	68	20	20	98	-158
$V_{15}$ Социально-экономические показатели	20	15	15	28	-51
$V_{14}$ Риски	-50	-3	-3	-28	50

*Вывод:* для развития системы межрегиональных взаимодействий наиболее существенным фактором является усиление координирующей деятельности Федеральных и региональных регулирующих систем.

Рассмотрим возможности компенсации рисков и улучшения ситуаций в системе при комбинациях возмущающих воздействий, вносимых в несколько вершин 2, 3, 4 вершин (см. приложение Е сценарии)

### **Внесение возмущений в четыре вершины.**

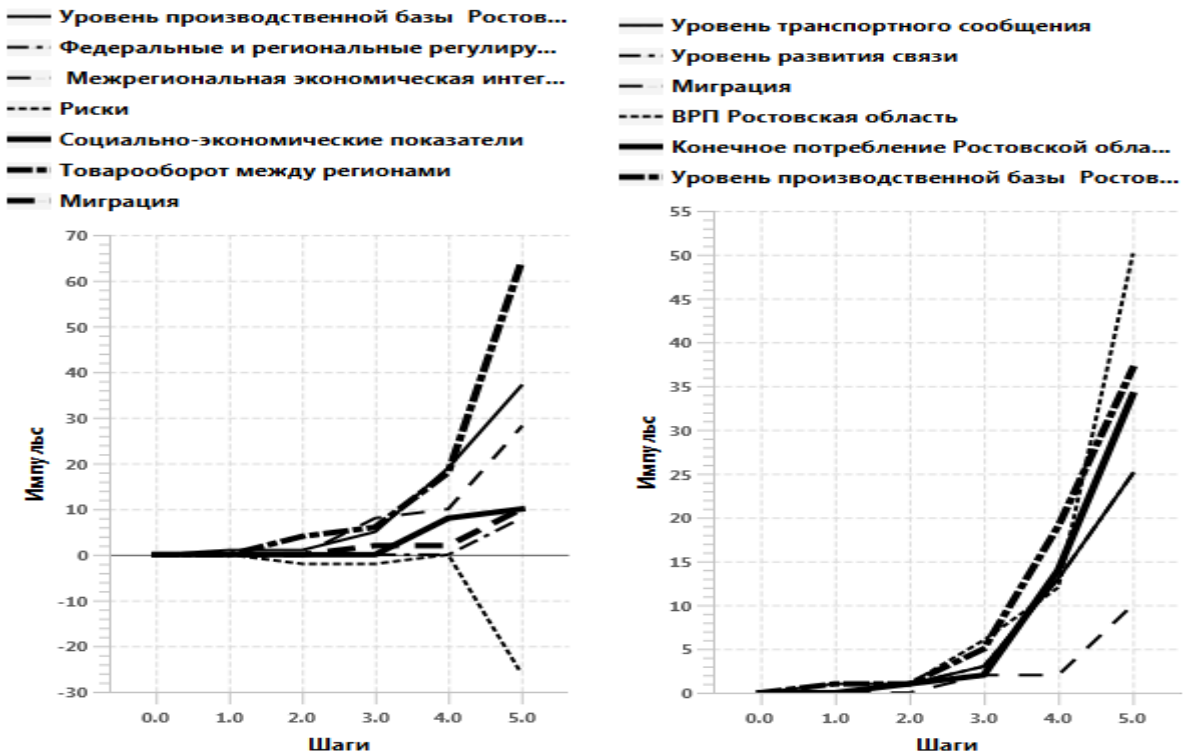
*Сценарий №10.* Пусть растут уровни производственной базы, транспортных сообщений, развития связи,  $q_6 = 1$ ,  $q_7 = +1$ ,  $q_{11} = +1$ ,  $q_{12} = +1$ ; вектор воздействий:  $Q_{10} = \{0; \dots q_6 = +1; q_7 = +1; q_{11} = +1; q_{12} = +1; \dots q_{17} = 0\}$ .

Результаты расчета импульсов на 7 тактах моделирования представлены в табл. 3.18 и на рис. 3.30.

Таблица 3.18 – Модель G3. Результаты импульсного моделирования по сценарию № 10

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0	389.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0	389.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	50.0	130.0	362.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	50.0	130.0	362.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	34.0	84.0	312.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	34.0	84.0	312.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	128.0	260.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	4.0	6.0	18.0	64.0	150.0	532.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	101.0	261.0
V12. Уровень развития связи	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	101.0	261.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0
V14. Риски	0.0	0.0	-2.0	-2.0	0.0	-26.0	-36.0	-128.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	128.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10.0	38.0	74.0



Рисунок 3.30 – Модель G<sub>3</sub>. Сценарий №10

Факторы В табл. 3.19 приведены результаты моделирования по сценариям № 8, 9, 10.

Таблица 3.19 Сопоставление результатов импульсного моделирования на 7 шаге моделирования по Сценариям №8-№10

	Сценарий №8, Растут: уровни производств. базы РО и Краснодарского края, миграция: $q_6=+1; q_7=+1;$ $q_{17}=+1$	Сценарий №9, Растет население РО, Федеральные регулирующие системы действуют, риски растут: $q_8=+1; q_{13}=+1; q_{14}=+1$	Сценарий №10, Растут: уровни производств. базы РО и Краснодарского края, уровень транспортного сообщения, уровень связи: $q_6=+1; q_7=+1;$ $q_{11}=+1; q_{12}=+1$
$V_1$ Межрегиональная экономическая интеграция	169	- 5	260
$V_{15}$ Социально- экономические показатели	85	- 14	128
$V_{14}$ Риски	- 92	- 12	-128

Анализ результатов вычислительного эксперимента сценариев № 8, 9 и 10 показал, что наихудшим сценарием является сценарий № 9, когда в системе растут риски и увеличивается население РО; государственным регулирующим системам не удается одноразовым принятием решений исправить положение.

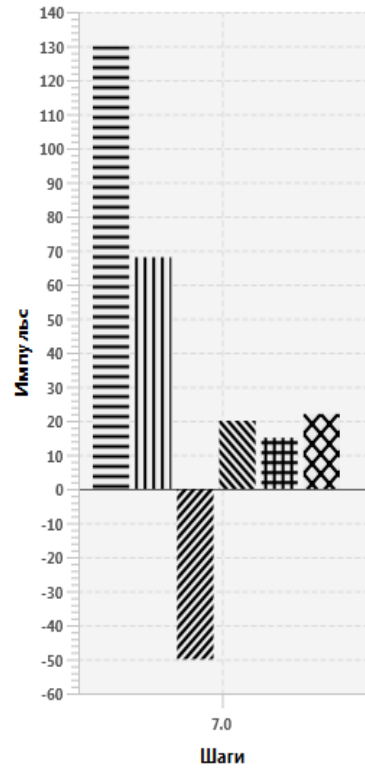
В результате проведенного когнитивного моделирования сложной системы межрегионального экономического взаимодействия установлено:

- на начальных стадиях когнитивного исследования межрегионального экономического взаимодействия рассмотрена вся совокупность регионов на определенной территории, с выделением главных направлений взаимоотношений, характерные для любых регионов, например: отраслевая структура межрегионального товарообмена, товарооборот, транспортное сообщение, связь, уровни производственной базы, трудовое население; по результатам такого исследования разрабатываются модели системы, которые называем «обобщенные когнитивные карты»;
- в процессе исследования можно использовать прием разработки последовательности когнитивных карт, уточняющих результаты импульсного моделирования на обобщенных когнитивных картах и позволяющих переходить к конкретным когнитивным моделям; так разработка и анализ когнитивной карты  $G_1$  «Межрегиональная экономическая интеграция для одного региона» позволили перейти к следующей модели - когнитивной карте  $G_2$  «Межрегиональная экономическая интеграция двух регионов», уточняя и подтверждая наблюдение выводы между двумя регионами ЮФО – Ростовской областью и Краснодарским краем. (табл.3.20, рис. 3.31, рис.3.32)

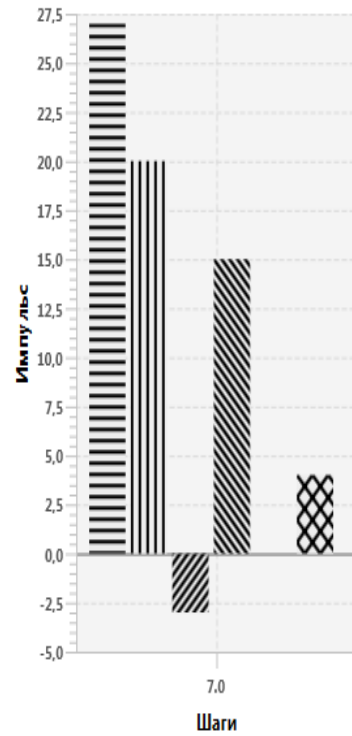
Таблица 3.20 – Сопоставление сценариев развития ситуаций

	№1			№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
Шаг	5.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Вершина												
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	11.0	37.0	76.0	37.0	37.0	125.0	-197.0	201.0	315.0	66.0	257.0	389.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	11.0	37.0	76.0	37.0	37.0	125.0	-197.0	201.0	315.0	66.0	257.0	389.0
V2. ВРП Ростовская область	13.0	25.0	106.0	25.0	25.0	104.0	-176.0	210.0	312.0	34.0	247.0	362.0
V3. ВРП Краснодарский край	13.0	25.0	106.0	25.0	25.0	104.0	-176.0	210.0	312.0	34.0	247.0	362.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	4.0	28.0	68.0	28.0	28.0	76.0	-132.0	144.0	256.0	33.0	212.0	312.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	4.0	28.0	68.0	28.0	28.0	76.0	-132.0	144.0	256.0	33.0	212.0	312.0
V8. Население Ростовской области	2.0	11.0	37.0	11.0	11.0	33.0	-58.0	70.0	125.0	10.0	102.0	147.0
V9. Население Краснодарского края	2.0	11.0	37.0	11.0	11.0	33.0	-58.0	70.0	125.0	10.0	102.0	147.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	15.0	20.0	68.0	20.0	20.0	98.0	-158.0	166.0	220.0	36.0	169.0	260.0
V10. Товарооборот между регионами	12.0	43.0	130.0	43.0	43.0	126.0	-218.0	256.0	446.0	36.0	364.0	532.0
V11. Уровень транспортного сообщения	8.0	26.0	50.0	27.0	26.0	84.0	-130.0	134.0	208.0	48.0	172.0	261.0
V12. Уровень развития связи	8.0	26.0	50.0	26.0	27.0	84.0	-130.0	134.0	208.0	48.0	172.0	261.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	1.0	0.0	15.0	0.0	0.0	9.0	-13.0	24.0	28.0	4.0	21.0	28.0
V14. Риски	-4.0	-3.0	-50.0	-3.0	-3.0	-28.0	50.0	-78.0	-122.0	4.0	-92.0	-128.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	15.0	20.0	15.0	15.0	28.0	-51.0	48.0	98.0	17.0	85.0	128.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	4.0	4.0	22.0	4.0	4.0	30.0	-46.0	52.0	66.0	12.0	51.0	74.0

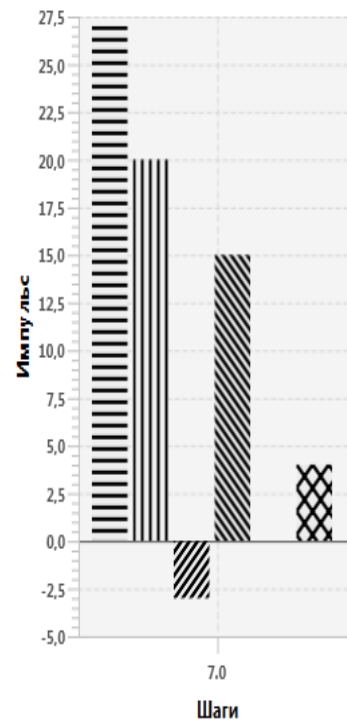
№1



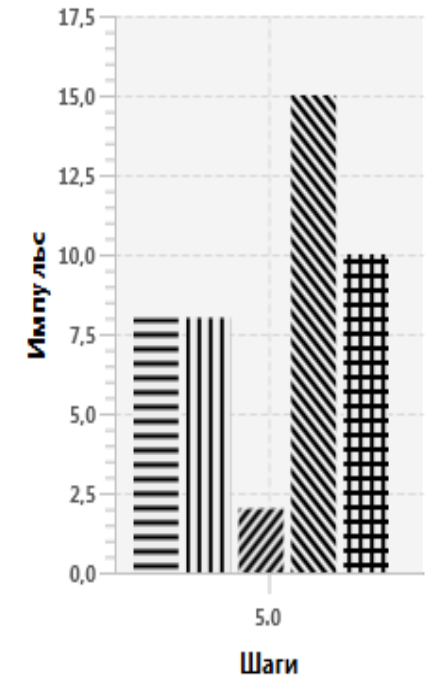
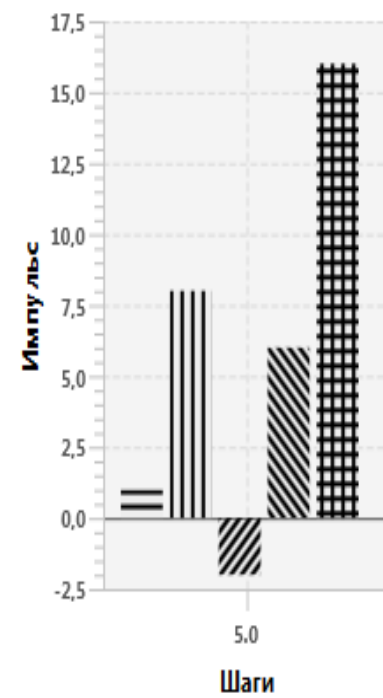
№2



№3



№4



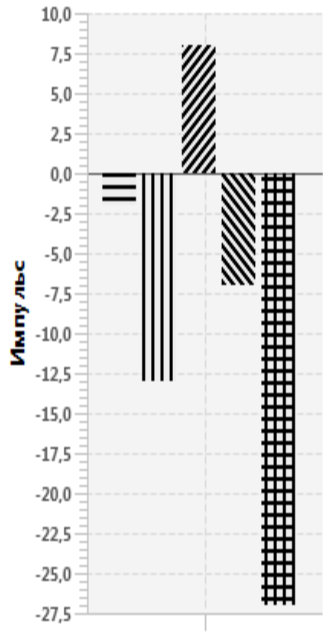
- ▨ Товарооборот между регионами
- ▨ Межрегиональная экономическая интеграция
- ▨ Риски
- ▨ Социально-экономические показатели
- ▨ Федеральные и региональные регуляторы
- ▨ Миграция

- ▨ Уровень транспортного сообщения
- ▨ Межрегиональная экономическая интеграция
- ▨ Риски
- ▨ Социально-экономические показатели
- ▨ Федеральные и региональные регуляторы
- ▨ Миграция

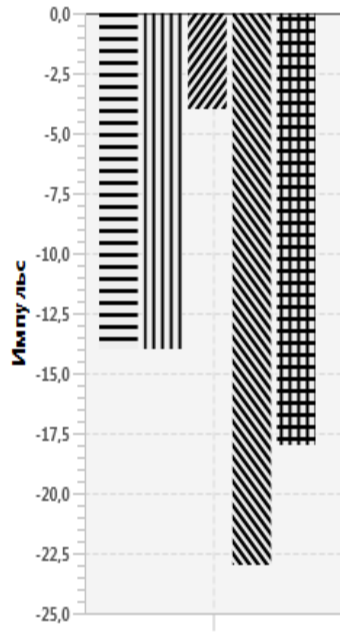
- ▨ Уровень развития связи
- ▨ Межрегиональная экономическая интеграция
- ▨ Риски
- ▨ Социально-экономические показатели
- ▨ Федеральные и региональные регуляторы
- ▨ Миграция

- ▨ Федеральные и региональные регуляторы
- ▨ Межрегиональная экономическая интеграция
- ▨ Риски
- ▨ Социально-экономические показатели
- ▨ Товарооборот между регионами

- ▨ Уровень транспортного сообщения
- ▨ Уровень развития связи
- ▨ Миграция
- ▨ Уровень производственной базы
- ▨ ВРП Ростовская область



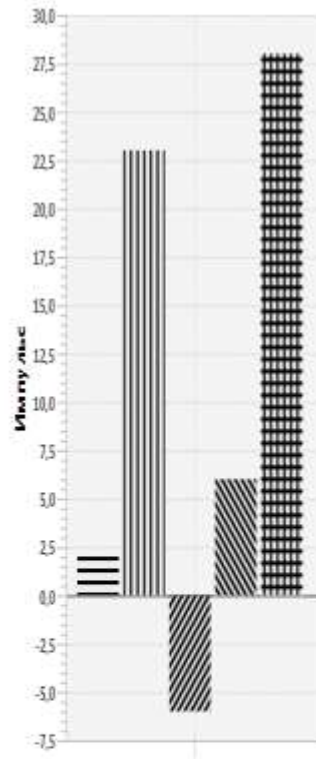
Шаги



Шаги

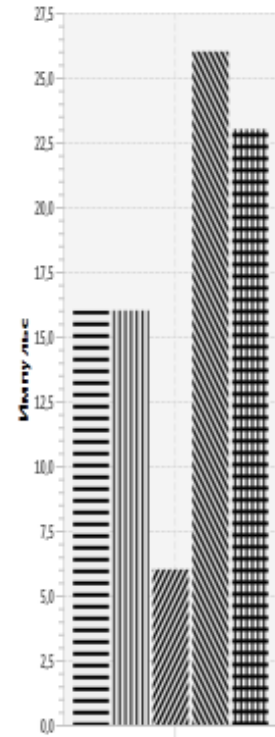
- ▬ Федеральные и региональные...
- ▬ Межрегиональная экономиче...
- ▬ Риски
- ▬ Социально-экономические по...
- ▬ Товарооборот между регионами

- ▬ Уровень транспортного сообщения
- ▬ Уровень развития связи
- ▬ Миграция
- ▬ Уровень производственной базы ...
- ▬ ВРП Ростовская область



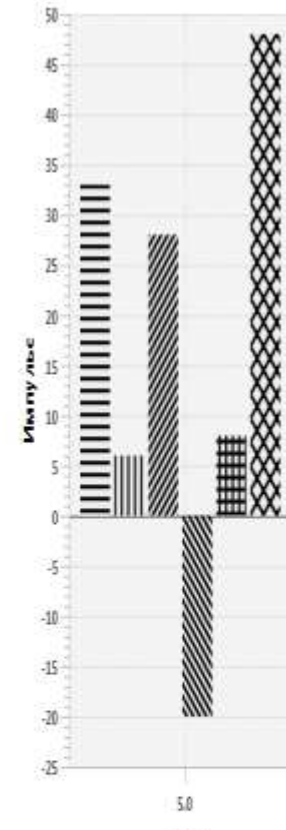
Шаги

- ▬ Федеральные и региональные регулирую...
- ▬ Межрегиональная экономическая интегра...
- ▬ Риски
- ▬ Социально-экономические показатели
- ▬ Товарооборот между регионами



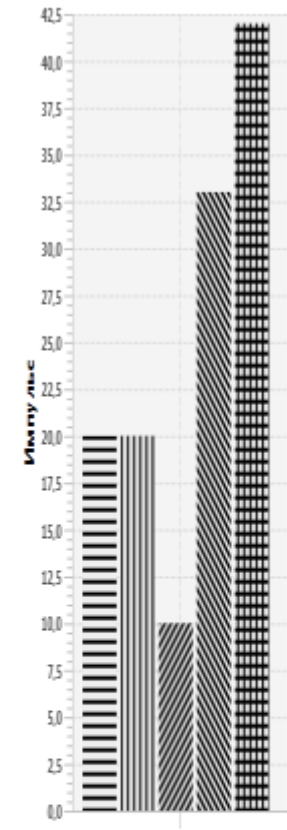
Шаги

- ▬ Уровень транспортного сообщения
- ▬ Уровень развития связи
- ▬ Миграция
- ▬ Уровень производственной базы Краснода...
- ▬ ВРП Краснодарский край



Шаги

- ▬ Уровень производственной базы Рост...
- ▬ Федеральные и региональные регулир...
- ▬ Межрегиональная экономическая инт...
- ▬ Риски
- ▬ Социально-экономические показатели
- ▬ Товарооборот между регионами

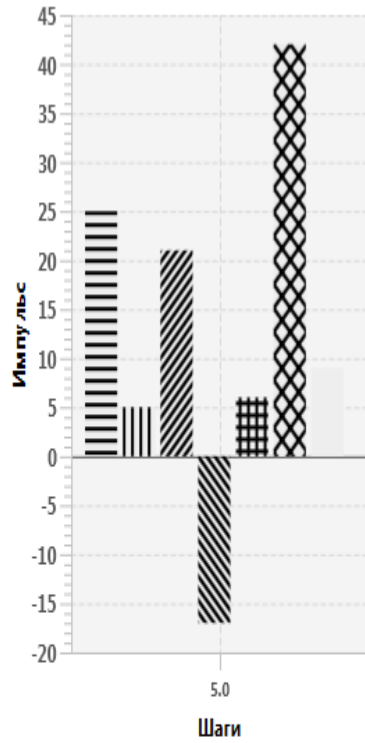


Шаги

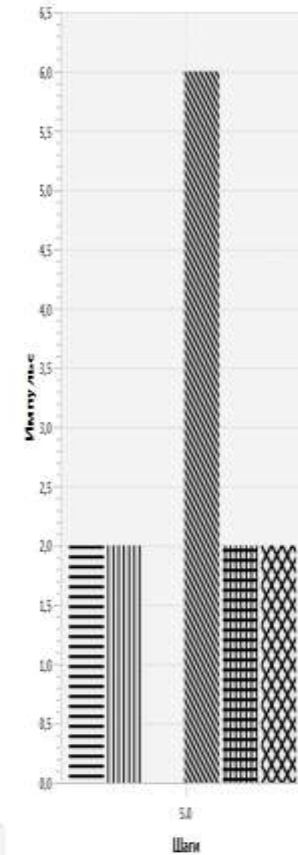
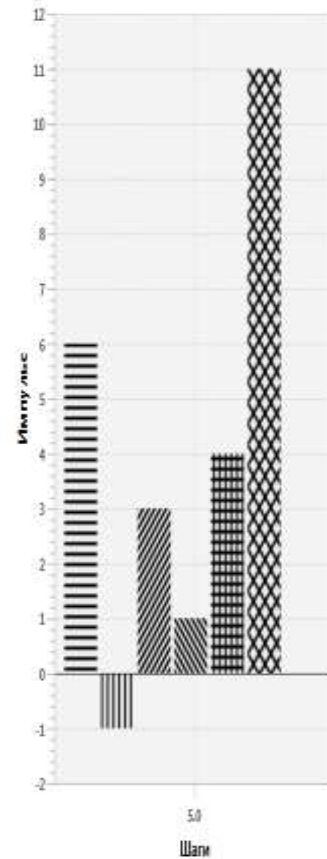
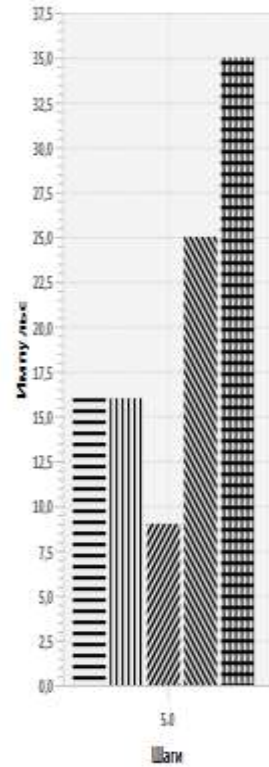
- ▬ Уровень транспортного сообщения
- ▬ Уровень развития связи
- ▬ Миграция
- ▬ Уровень производственной базы Крас...
- ▬ ВРП Краснодарский край



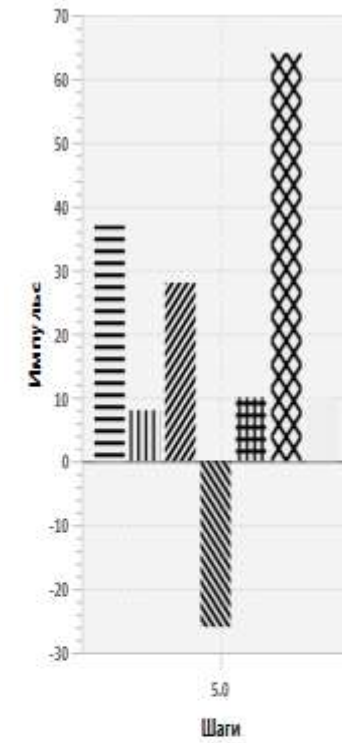
№8



№9



№10



- ▨ Уровень производственной базы Рост...
- ▨ Федеральные и региональные регулир...
- ▨ Межрегиональная экономическая инт...
- ▨ Риски
- ▨ Социально-экономические показатели
- ▨ Товарооборот между регионами
- Миграция

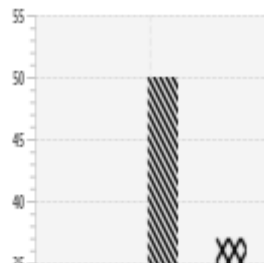
- ▨ Уровень транспортного сообщения
- ▨ Уровень развития связи
- ▨ Миграция
- ▨ Уровень производственной базы Красн...
- ▨ ВРП Краснодарский край

- ▨ Уровень производственной базы Ростовской облас...
- ▨ Федеральные и региональные регулирующие систе...
- ▨ Межрегиональная экономическая интеграция
- ▨ Риски
- ▨ Социально-экономические показатели
- ▨ Товарооборот между регионами
- Миграция

- ▨ Уровень транспортного сообщения
- ▨ Уровень развития связи
- ▨ Миграция
- ▨ Уровень производственной базы Краснодарского к...
- ▨ ВРП Ростовская область
- ▨ ВРП Краснодарский край

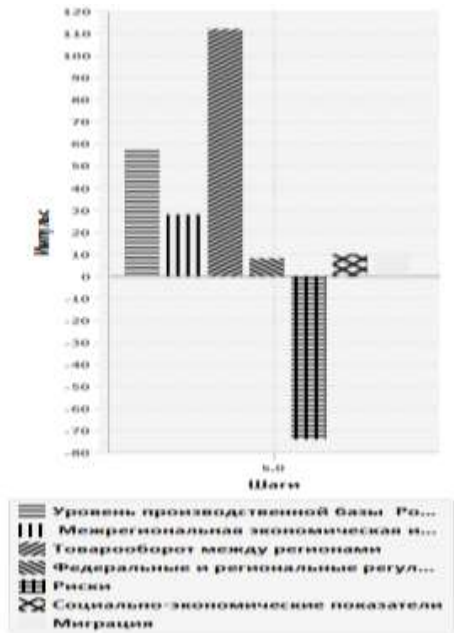
- ▨ Уровень производственной базы Рост...
- ▨ Федеральные и региональные регулиру...
- ▨ Межрегиональная экономическая интег...
- ▨ Риски
- ▨ Социально-экономические показатели
- ▨ Товарооборот между регионами
- Миграция

Рисунок 3.31 Сопоставление сценариев развития ситуаций



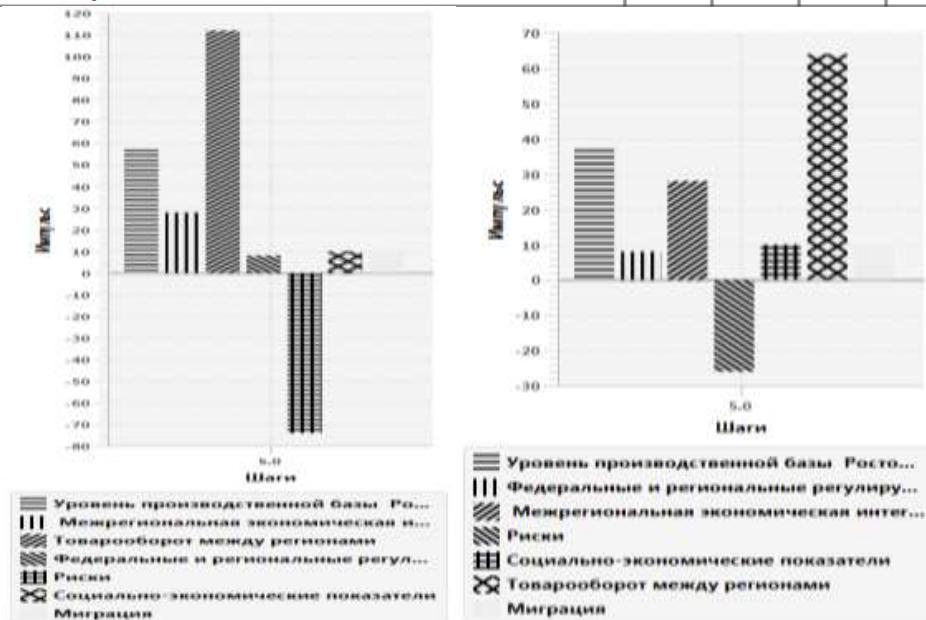
Сравнение данных 10 сценариев с весом связей  $e_{16}=4$  и  $e_{17}=5$ 

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	1.0	1.0	5.0	35.0	57.0	283.0	1257.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	1.0	1.0	5.0	51.0	77.0	371.0	1873.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	66.0	214.0	626.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	82.0	250.0	734.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	50.0	120.0	612.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	66.0	156.0	720.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	35.0	57.0	283.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	51.0	77.0	371.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	272.0	488.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	4.0	6.0	18.0	112.0	258.0	1048.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	149.0	465.0
V12. Уровень развития связи	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	149.0	465.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0
V14. Риски	0.0	0.0	-2.0	-2.0	0.0	-74.0	-96.0	-296.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	272.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10.0	86.0	134.0



Сравнение данных 10 сценариев с весом связей  $e_{16} = 4$  и  $e_{17} = 5$  и без весов  
(Моделирование с изменением весов дуг)

Шаг	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
Вершина								
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	1.0	1.0	5.0	35.0	57.0	283.0	1257.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	1.0	1.0	5.0	51.0	77.0	371.0	1873.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	66.0	214.0	626.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	82.0	250.0	734.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	50.0	120.0	612.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	66.0	156.0	720.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	35.0	57.0	283.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	51.0	77.0	371.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	272.0	488.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	4.0	6.0	18.0	112.0	258.0	1048.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	149.0	465.0
V12. Уровень развития связи	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	149.0	465.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0
V14. Риски	0.0	0.0	-2.0	-2.0	0.0	-74.0	-96.0	-296.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	272.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10.0	86.0	134.0



без весов дуг

Шаг	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
Вершина								
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0	389.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0	389.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	50.0	130.0	362.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	50.0	130.0	362.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	34.0	84.0	312.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	34.0	84.0	312.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	128.0	260.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	4.0	6.0	18.0	64.0	150.0	532.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	101.0	261.0
V12. Уровень развития связи	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	101.0	261.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0
V14. Риски	0.0	0.0	-2.0	-2.0	0.0	-26.0	-36.0	-128.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	128.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10.0	38.0	74.0

Рисунок 3.32 Сравнение данных 10 сценариев



В результате проведенного когнитивного моделирования сложной системы «Межрегиональный экономический обмен» установлено:

На начальных стадиях когнитивного исследования межрегионального экономического взаимодействия можно рассматривать всю совокупность регионов на определенной территории, но выделяя только главные направления взаимоотношений, характерные для любых регионов, например: отраслевая структура межрегионального товарообмена, товарооборот, транспортное сообщение, связь, уровни производственной базы, трудовое население; по результатам такого исследования разрабатываются модели системы, которые называем «обобщенные когнитивные карты» - модели  $G$ ,  $G_1$ ,  $G_2$ .

В процессе когнитивного исследования можно использовать прием разработки последовательности когнитивных карт, уточняющих результаты импульсного моделирования на обобщенных когнитивных картах и позволяющих переходить к конкретным когнитивным моделям; так разработка и анализ когнитивной карты  $G_1$  «Межрегиональная экономическая интеграция для одного региона» позволили перейти к следующей модели - когнитивной карте  $G_2$  «Межрегиональная экономическая интеграция двух регионов»; сопоставление и обобщение результатов возможных сценариев развития системы на когнитивных картах  $G_1$  и  $G_2$  (проиллюстрировано 7 и 4 сценариями) показало, что наиболее эффективным может быть управление только совокупностью факторов: уровнем транспортного сообщения, уровнем связи, товарооборотом, но в долгосрочном периоде положительные действия федеральных и региональных управляющих систем приносят результат, лучший, нежели по другим сценариям, в том числе, по снижению рисков и подавлению колебательных процессов в системе; все эти результаты сценарного моделирования не противоречат экспертным предположениям о характере влияния обозначенных факторов на эффективность межрегиональной экономической интеграции.

### 3.3 Практические аспекты реализации ИСППР

Совокупность полученных результатов на основе разработанного модернизированного инструментально-математического аппарата исследования, в том числе формализованного представления знаний на основе теории нечетких множеств и методологии когнитивного моделирования предметной области, позволяют осуществить прогнозирование возможных сценариев развития процессов межрегиональной экономической интеграции, и составляют основу инструментария для базы знаний интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений, способствующих повышению эффективности интеграционного взаимодействия.

Использование адекватных экономико-математических моделей развития регионов, основанных на достоверных и актуальных данных позволит сотрудникам Министерства экономического развития РО и других министерств реализовать все составляющие стратегии межрегионального взаимодействия субъектов ЮФО и способствовать совершенствованию направлений их развития.

В связи с этим, для решения указанных задач, целесообразно применение интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Использование новой технологии (интеллектуальных систем) позволит найти оптимальное решение рассматриваемых задач.

В результате проведенных исследований нами предлагается архитектура и структура базы знаний для формирования модельной интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений (ИСППР) в ходе мониторинга и прогнозирования развития процессов межрегиональной экономической интеграции, включающая результаты формализованного представления предметной области в виде гибридной базы знаний с элементами продукционных, нечетких и когнитивных моделей, частично реализованная при разработке и сопровождении системы

мониторинга, прогнозирования и принятия решений «Товарообмен Ростовской области с субъектами РФ» (рис.3.33). (Приложение Ж)

Оперативность и результативность процессов анализа ситуаций и выработки корректирующих мероприятий по развитию межрегионального взаимодействия может быть обеспечена за счет эффективного информационного обеспечения, реализованного на основе интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР)

Основными задачами ИСППР являются:

- мониторинг фактических объемов товарооборота с субъектами ЮФО (причем анализ необходимо производить по все основным группам продукции, как на внутреннем, так и внешнем рынках;

- расчет прогнозных и текущих значений критериев межрегионального сотрудничества по всем группам показателей (транспорт, связь, логистика и др.);

- разработка аналитических материалов для подготовки предложений по дальнейшему развитию выгодного межрегионального сотрудничества.

Решение рассмотренных задач обеспечивается разработкой и реализацией различного рода договоров о научно-техническом, экономическом, торговом и культурном сотрудничестве РО с субъектами ЮФО.

Основным блоком ИИСППР (далее программный комплекс) является база знаний. Архитектура предлагаемой программной системы приведена на рис. 3.33. База знаний ИИСППР включает в себя структурные элементы для решения различных задач.

- 1) Базы данных, содержащие информацию о товарообороте РО с субъектами РФ и ЮФО (рис. 3.2). База данных по товарообороту с регионами России содержит статистические данные за 19 лет (с 1997 по 2018 годы). Информация, содержащаяся в данных БД служит основой моделирования и прогнозирования процессов развития рынка, а также расчета обобщенных показателей межрегионального развития. Данная подсистема служит

инструментальной средой, в которой можно интерактивно формировать необходимую конфигурацию информации для принятия решений.

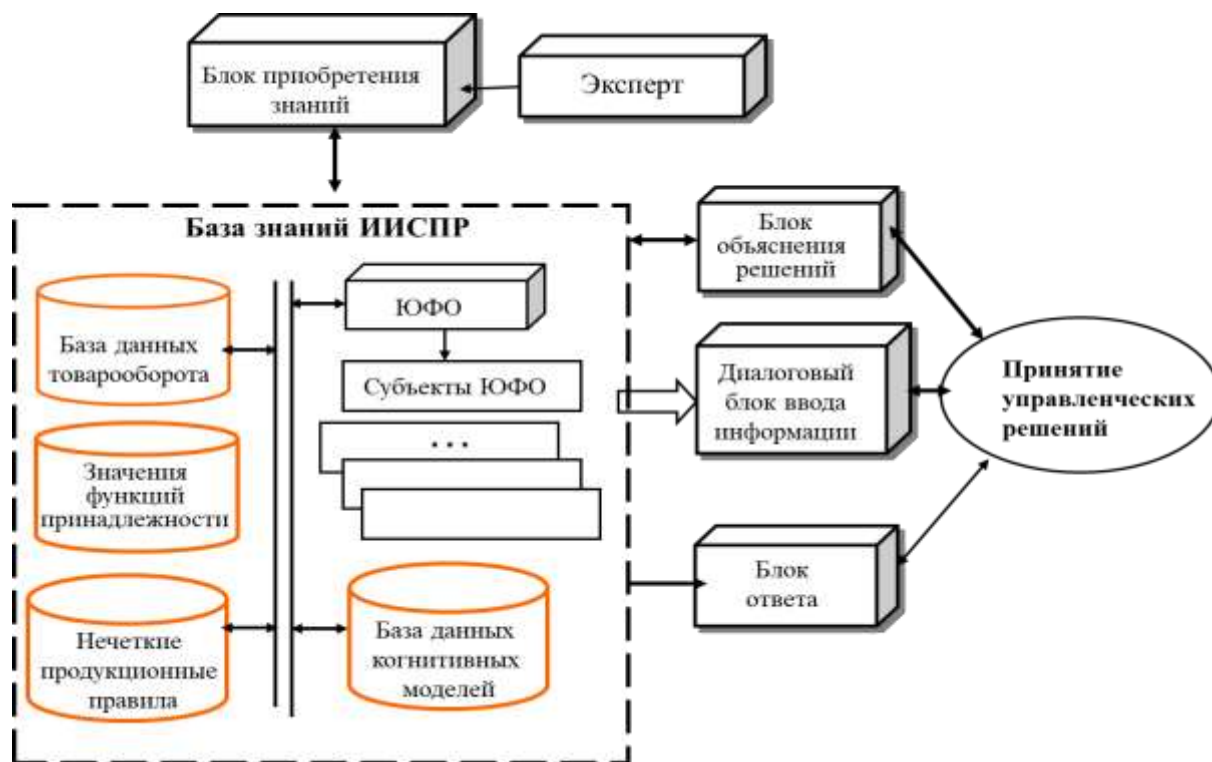


Рисунок 3.33 – Структурная схема ИСППР

2) Базы данных, содержащие информацию о логико-лингвистическом описании предметных областей. Базы данных содержат информацию о типе и параметрах функций принадлежности лингвистических переменных показателей основных групп (транспорт, связь, товароборот и др), критериях весомости различных групп признаков и др. Важной составляющей является база продукционных правил, предназначенных для реализации логического вывода при решении задачи оценки уровня взаимодействия.

3) Базы данных, содержащие информацию об исходных данных и результатах когнитивного моделирования рассматриваемых процессов межрегионального взаимодействия. Данная подсистема позволяет строить и анализировать различные сценарии модернизации межрегионального взаимодействия.

На рис. 3.34 представлен экран с выбором задач анализа товарооборота

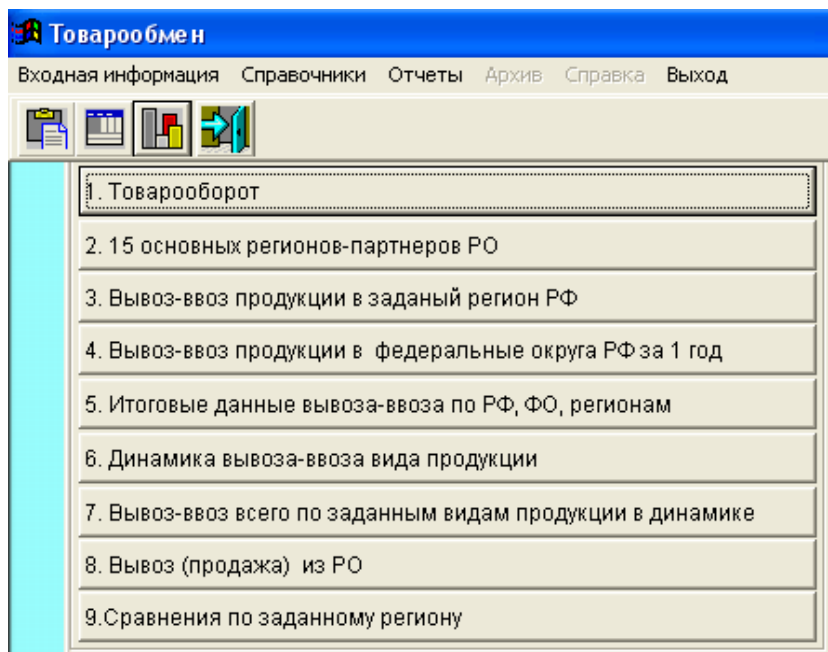


Рисунок 3.34 – Внешний вид меню системы мониторинга товарообмена

Важным преимуществом ИСППР является легкость дополнения и документирования базы знаний ИСППР. Особую роль в программной системе играет режим работы со знаниями. Пользователю необходимо предоставить следующие ресурсы: загрузка в систему знаний, выбранных экспертом; исключение выбранных знаний; изменение знаний; считывание базы знаний; консервация знаний. Режим корректировки знаний поддерживает дополнение знаний таких видов: оценки весомости факторов, число термов лингвистических переменных, параметры функций принадлежности, производственные правила.

Приведенные на рис 3.33 типовые блоки ИСППР выполняют стандартные функции для функционирования различных подсистем и обеспечения связи с другими иерархическими уровнями.

Использование ИСППР позволяет создать единую информационную среду для учета знаний по различным группам факторов в субъектах ЮФО, а также применять ее, как инструментальное средство принятия обоснованных управленческих решений, направленных на совершенствование и развитие процессов межрегиональной интеграции работниками министерств

экономического развития субъектов РФ, в том числе при разработке целевых программ социально-экономического развития и регионального взаимодействия, договоров о сотрудничестве, законодательной базы в области интеграции, и т.д.

#### 3.4 Разработка рекомендаций по обоснованию направлений развития процесса межрегиональной экономической интеграции и дорожной карты совершенствования инструментария мониторинга

Повышение эффективности межрегионального взаимодействия представляет собой сложный процесс. Его реализация возможна при выполнении разработанных рекомендаций на основе программно-целевого метода – «Дорожной карты реализации системы мер совершенствования процесса межрегиональной экономической интеграции на Юге России до 2024 г. (далее Дорожная карта). Данная карта включает четыре этапа и позволяет структурировать процесс осуществления предлагаемых рекомендаций по развитию интеграционного взаимодействия регионов-партнеров ЮФО (табл. 3.21).

В результате реализации начальных этапов дорожной карты (этапы 1 и 2), появляется возможность изменения состояния интеграционного взаимодействия из проблемной области в зону эффективной деятельности. А после выполнения 4 этапа – внедрить интегрированную информационную систему (ИСППР) мониторинга и оценки межрегионального взаимодействия в деятельность администраций регионов ЮФО.

Практическое внедрение и использование информационно-коммуникационных технологий, как действенного инструмента, позволит повысить эффективность процесса межрегиональной экономической интеграции на Юге России и эффективность функционирования российской экономики в целом.

Таблица 3.21 -- Стратегические мероприятия и планируемые результаты реализации Дорожной карты

	Мероприятия	Исполнитель	Срок реализации
1.1	Разработка методологической основы и законодательная регламентация структуры интегрированной системы мониторинга и оценки межрегионального взаимодействия. Научное обоснование целесообразности разработки ИСППР для совершенствования процесса межрегиональной экономической интеграции на Юге России	Минэкономики РО и других субъектов ЮФО. Научные организации Правительство РО	2020-2021
1.2	Согласование параметров ИСППР и структуры баз данных регионов-партнеров ЮФО (сопоставимость, синхронизация)	Минэкономики Ростовской области, Минэкономики Краснодарского края, Минэкономики Волгоградской области, Минэкономики республики Адыгея, Минэкономики республики Калмыкия, Минэкономики Астраханской области Региональные органы государственной статистики. Ростов-стат и других регионов ЮФО	
1.3	Разработка методических рекомендаций по ведению, дополнению, редактированию ИСППР.	ДГТУ Торгово-промышленная палата РО	2021-2022
1.4	Разработка интегрированной системы мониторинга и оценки межрегионального взаимодействия.		
1.4.1	Формализованное представление информации, с учетом количественной и качественной определенности статистических данных.		
1.4.2	Анализ методов решения многокритериальных задач и их адаптация для оценки межрегионального взаимодействия.		
1.4.3	Построение моделей в виде функций принадлежности основных групп входных факторов, характеризующих уровень МЭИ по группе социально-экономических факторов (12 критериев), уровню транспортного сообщения (7 критериев), уровню развития связи (4 критерия) и товарообороту.		
1.4.4	Проектирование структуры и построение базы знаний и реализация механизма нечеткого логического вывода по оценке уровня межрегиональной интеграции		

1.4.5	Реализация пилотного проекта ИСППР в регионах ЮФО		
1.5	Создание постоянно действующих комиссий по разным группам товаров (ПРН, НПРН, ПТН)	Правительство РО и субъектов ЮФО Научные институты субъектов ЮФО Торгово-промышленная палата РО и субъектов ЮФО	2022-2023
1.5.1	Получение актуальной информации на основе практического использования ИСППР. Анализ и интерпретация полученных результатов. Реализация мероприятий по корректировке баз данных ИСППР.	ДГТУ, постоянно действующие комиссии субъектов ЮФО	
1.5.2.	Проведение научно-практической конференции по результатам оценки уровня межрегионального взаимодействия между регионами ЮФО и итогам получения обратной связи. Публикация результатов конференции	Минэкономики РО и субъектов ЮФО, Союз работодателей РО, ДГТУ, ЮФУ	
1.5.3	Подготовка кадров, обучение работы с ИСППР, проведение семинаров сотрудников отделов межрегионального взаимодействия всех регионов.	Союз работодателей РО, ДГТУ, правительства субъектов ЮФО	
1.5.4	Внедрение ИСППР во всех субъектах ЮФО	Правительства субъектов ЮФО	
1.6	Апробация системы ИСППР достижения целей и результатов применения инструментария совершенствования процесса межрегиональной экономической интеграции на Юге России	Постоянно действующие комиссии субъектов ЮФО	
1.7	Функционирование интегрированной системы в рамках единого информационного пространства ЮФО	Правительства субъектов ЮФО	2023-2024
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ</b>			
Совершенствование процесса межрегиональной экономической интеграции на Юге России за счет создания интегрированной системы мониторинга и оценки межрегионального взаимодействия.			
Создание единой базы данных по товарообороту для регионов ЮФО			
Устранение несоответствия статистических данных по основным группам факторов в разрезе регионов ЮФО			
Создание единой среды в процессе межрегионального взаимодействия			
Повышение оперативности, доступности информации для анализа и принятия корректирующих действий			
Разрешение противоречий межрегионального взаимодействия на Юге России			
Повышение эффективности межрегионального взаимодействия между регионами ЮФО			



### 3.5 Выводы

1. Разработка когнитивной карты  $G_3$  «Межрегиональная экономическая интеграция между Ростовской областью и Краснодарским краем» и ее исследование показало устойчивость структуры имеющихся межрегиональных экономических отношений между регионами; анализ возможных сценариев развития процессов в системе (проиллюстрировано 10 сценариями развития ситуаций при единичных воздействиях на отдельные вершины, а также в две, три, четыре вершины) позволило выделить благоприятные и неблагоприятные сочетания воздействий (управляющих и возмущающих) на систему; так, лучшим из проанализированных сценариев является сценарий развития производственных баз регионов в сочетании с координирующими действиями федеральных и региональных управляющих органов, в этих условиях межрегиональная экономическая интеграция развивается эффективно и противостоит возможным рискам; если же в системе растут риски и растет население за счет миграционных процессов, государственным регулирующим системам не удастся одноразовым принятием решений исправить положение, повысить эффект от межрегиональной интеграции.

2. Когнитивное исследование модели «Межрегиональная экономическая интеграция между Ростовской областью и Краснодарским краем» позволяет в обобщенном виде представить качественные результаты возможных изменений в системе (желательных и нежелательных) под воздействием различных факторов; для получения численных результатов необходимо продолжение исследований с численными данными, что требует разработки модели в виде векторного параметрического функционального графа;

3. Проведенное когнитивное моделирование межрегиональной экономической интеграции позволило описать ее как сложную систему

взаимосвязанных причинно-следственных отношений, показать многовариантность поведения (возможного развития ситуаций в системе) при различных сочетаниях воздействий на систему, выявить и понять лучшие и худшие варианты развития событий, что позволяет, оценивая последствия принимаемых управленческих решений, рекомендовать наиболее эффективные. Разработанные когнитивные карты можно рекомендовать как основу структуры базы знаний модельной интеллектуальной системы поддержки принятия решений для обоснования направлений развития межрегиональной экономической интеграции, а также для разработки и оценки предлагаемых стратегий развития интеграции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщение и анализ существующих трактовок позволил сформулировать авторское определение межрегиональной экономической интеграции, под которой следует понимать процесс взаимодополнения, взаимопроникновения, сращивания воспроизводственных процессов экономик интегрируемых субъектов, основанный на согласовании их экономических интересов в формате трансрегионального экономического пространства, формирование целостной системы интеграционных связей между регионами, подчиняющихся закономерностям развития любой системообразующей сущности, что отражает глубину взаимосвязей между элементами единой экономической системы. Установлено, что межрегиональная интеграция характеризуется двойственностью ее экономической природы – может выступать в виде фактора ресурса и процесса – драйвера социально-экономического развития регионов-партнеров.

1. Установлено, что анализ социально-экономического развития регионов юга России и уровня интеграционных связей между ними целесообразно проводить на основе современных теоретико-методологических

подходов и инструментальных средств. Предложена адаптированная к особенностям моделируемой предметной области методология когнитивного моделирования анализа и оценки социально-экономических процессов и систем на примере процесса межрегиональной экономической интеграции регионов Южного Федерального Округа. Применение авторского модернизированного инструментально-математического аппарата как совокупности различных методов и подходов для оценки уровня межрегиональной экономической интеграции позволило осуществить когнитивное моделирование для разработки базы знаний, для создания интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР) как инструмента, способствующего повышению качества принимаемых управленческих решений по повышению эффективности межрегиональной экономической интеграции.

3. В ходе исследований разработана авторская методика оценки сложившегося уровня межрегиональной экономической интеграции, включающая в себя совокупность математических методов (многокритериального оценивания, корреляционно-регрессионного анализа, анализа рядов динамики, индексного анализа, расчета амплитуд, теории нечетких множеств), позволяющих учесть как количественный, так и качественный характер информации об изучаемой предметной области.

4. Для оценки уровня межрегиональной экономической интеграции регионов юга России на основе разработанной авторской методики предложен расчет интегрального индикатора социально-экономического развития регионов с использованием аппарата теории нечетких множеств, учитывающего многокритериальность и неоднородность шкал используемых показателей и позволяющего получать входные значения по всем группам факторов, определяющим уровень интеграционных связей регионов-партнеров. Применение индексного метода для анализа межрегионального товарооборота как одного из основных экономических показателей, определяющих развитость межрегиональной экономической интеграции, позволило получить новые результаты, характеризующие в динамике межрегиональное взаимодействие

Ростовской области с другими регионами ЮФО по трем укрупненным видам продукции: продовольственного, непродовольственного и производственно-технического назначения.

5. В результате проведения исследований предложен новый подход к оценке процессов межрегиональной экономической интеграции и принятия на ее основе адекватных управленческих решений с использованием моделей нечетких знаний. Для формализованного представления выходной переменной «уровень межрегиональной интеграции» целесообразно применение пяти-термовой модели. Четыре группы входных признаков («уровень транспортного сообщения», «уровень развития связи», «товарооборот», «социально-экономические показатели» рекомендуется формализовать на основе трех-термовой экономико-математической модели. В результате реализации процедуры нечеткого логического вывода получены конкретные числовые значения уровня межрегиональной интеграции Ростовской области с каждым из остальных регионов ЮФО. Результаты формализованного представления предметной области в виде совокупности нечетких моделей включены в состав базы знаний ИСППР, в качестве одного из ее элементов.

6. Когнитивное исследование модели «Межрегиональная экономическая интеграция Ростовской области и Краснодарского края» позволило в обобщенном виде представить качественные результаты позитивных и негативных изменений интеграционных процессов под воздействием различных факторов; для получения количественных результатов необходимо продолжение исследований с численными исходными данными, что, в свою очередь, требует разработки модели в виде векторного параметрического функционального графа. Проведенное когнитивное моделирование межрегиональной экономической интеграции позволило получить формализованное описание этого процесса как сложной системы взаимосвязанных причинно-следственных отношений, показать многовариантность ее поведения при различных входных воздействиях, что позволяет более обоснованно принимать необходимые управленческие

решения по углублению и повышению эффективности интеграционных процессов.

7. Использование, разработанных в результате исследований, элементов модельной интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР) позволяет создать единую информационную среду для учета знаний по различным группам факторов в субъектах ЮФО, обеспечить углубление и повышение эффективности межрегиональной экономической интеграции регионов-партнеров за счет более качественной разработки целевых программ их социально-экономического развития и регионального взаимодействия.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конституция РФ. Новая редакция (с комментариями Конституционного Суда РФ) , 2020, «Проспект». - 120 с.

2. Указ Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208 «О стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года». <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71572608/#ixzz5OnlYVadC>

3. Федеральный закон от 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации"

4. Постановление Правительства РФ от 07.12.1996 г. № 814. «О совершенствовании механизма государственной поддержки регионов Российской Федерации» - Российская газета, 19.12.1996.

5. Федеральная целевая программа «Сокращение различий в социально-экономическом развитии регионов Российской Федерации (2002 -2010 годы и до 2015 года)» Постановление Правительства РФ от 11.10.2001 № 717 (ред. от 03.12.2004). Собрание Законодательства РФ, № 43, ст.4100, 2001

6. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года/ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527)

7. Стратегия социально-экономического развития Ростовской области на период до 2020 года. В редакции постановления Законодательного Собрания Ростовской области от 24.11.2011 № 1752.

8. Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2013 г. № 1297 "О федеральной целевой программе "Юг России (2014 - 2020 годы)" <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70456942/#1000>

9. Стратегия социально-экономического развития Южного федерального округа на период до 2020 года/ Постановление Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 года N 1505 (с изменениями на 19.04 2018 года).

10. Программа социально-экономического развития Краснодарского края на 2013-2017 годы. <http://economy.krasnodar.ru/strategic-planning/the-program-of-development-of-krasnodar-region/>

11. Абалкин Л.И. Логика экономического роста. М.: ИЭ РАН, 2002. С. 215. Барышева Г. Аспекты общности экономического пространства // Экономист. - 2008. - № 1.- С. 25 - 34.

12. Абрамова Н.А., Авдеева З.К. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики // Проблемы управления. 2008. № 3. С. 85 – 87.

13. Абрамова Н.А., Воронина Т.А., Порцев Р.Ю. О методах поддержки, построения и верификации когнитивных карт с применением идей когнитивной графики / Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». М.: ИПУ РАН, 2010. С. 411 – 430.

14. Авдеева З.К. Эвристический метод концептуальной структуризации знаний при формализации слабоструктурированных ситуаций на основе когнитивных карт // Управление большими системами. Выпуск 31. – №3. – 2010 - С. 6 – 34.

15. Алексеев А.В., Кузнецова И.В. Организационно - экономический механизм интеграции регионов ЮФО России, как средство снижения неравенства их социально- экономического развития // Общество: политика, экономика, право - №10 (75) – 2019 –с. 25-32. Издательство Изд. дом «Хорс».

16. Борисова Д.В. Амплитудно-частотный анализ при оценке межрегиональной интеграции / КАНТ, – 2017. – №4 (25)

17. Бородин В.А., Гагарина Г.Ю. Экономическая интеграция регионов, как механизм выравнивания и роста их потенциала // Федерализм. – 2020 №2 (98) – с. 76 – 91.

18. Борисова Д.В. Использование инструментарно-функционального потенциала аппарата теории нечетких множеств при оценке уровня межрегиональной экономической интеграции // Вестник Адыгейского государственного университета, серия «Экономика». – Майкоп: Изд-во АГУ, 2018. – Вып. 4 (230) . с. 62-71

19. Борисова Д.В. и др. Инновационный подход в управлении: проблемы, решения и перспективы (монография). Донской государственный университет-Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2019.- С. 93 – 145.

20. Борисова Д.В. Сравнительный анализ товарообмена различных групп продукции с ЮФО Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: материалы междунар. науч.- практ. конф. 1 марта. – 3 марта 2017 г., ДГТУ, Ростов н/Д, 2017, С. 424 – 427.

21. Борисова Д.В. Когнитивное моделирование межрегиональной экономической интеграции в условиях нечетких данных // Когнитивное моделирование: Труды Седьмого Международного форума по когнитивному моделированию (5 - 15 сентября 2019 г., Ретимно, Греция, о. Крит). В 3-х частях. Часть 3. «Когнитивное моделирование в науке, культуре, образовании. CMSCE-2019» – Ростов н/Д: Фонд науки и образования, 2019. – с.243 – 252. (Scopus)

22. Борисова Л.В. Индексный анализ товарооборота продукции непродовольственного назначения/ Современные тенденции развития науки и технологий: сб. науч. тр по материалам X Междунар. науч.-практ. конф. Белгород, 31 марта 2016 г. № 3-10.- С. 18 – 20.

23. Булатов А.С. Экономика, изд- во «Магистр», - 2010.- 896 с.

24. Вечканов Г.С. Современная экономическая энциклопедия. М.: Экономика, 1997. 213 с.

25. Гаркавая В.Г. Интегрированная оценка устойчивости развития регионов [Электронный ресурс] / В.Г. Гаркавая. - Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/CCN/Economics/13\\_garkavaja.doc.htm](http://www.rusnauka.com/CCN/Economics/13_garkavaja.doc.htm)



26. Горелова, Г.В., Когнитивный анализ, синтез, прогнозирование развития больших систем в интеллектуальных РИУС / Г.В. Горелова, Э.В.Мельник, Я.С. Коровин // Научно-теоретический журнал НАН Украины «Искусственный интеллект». – Донецк: ИПШИ МЦН НАН У «Наука і освіта», 2010. – №3'2010. - С. 61-72.

27. Горелова Г.В., Борисова Д.В., Когнитивный инструментарий исследования межрегиональной экономической интеграции // Международный научный журнал «Устойчивое развитие горных территорий». Т.11, №1 (39) 2019. с. 65 – 78.

28. Горелова Г.В., Жертовская Е.В., Якименко М.В. Инновационная модернизация национальной и региональной экономик: предпосылки, принципы и приоритеты. Ростов – на – Дону: Изд- во ЮФУ, 2014

29. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Когнитивный анализ и моделирование социально–экономических систем. Майкоп: Изд- во АГУ, 2009

30. Горелова Г.В., Матвеева Л.Г., Никитаева А.Ю. Системный подход и инструментарное обеспечение управления в территориально-локализованных экономических систем мезоуровня. Ростов н/Д: Изд- во ЮФУ, 2007

31. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: Учебник для вуза. - М.: ГУ ВШЭ, 2000.- 495 с.

32. Гранберг А.Г., Суслов В.И., Суспицин С.А. Многорегиональные системы: экономико-математическое исследование. – Новосибирск: Сиб. Науч. Изд., 2007.–371 с.

33. Димитров В.П. О методике дефаззификации нечёткой экспертной информации / В.П. Димитров, Л.В. Борисова, И.Н. Нурутдинова // Вестник Донского государственного технического университета. – 2010. – Т. 10. № 6 (49). – С. 868 - 878.

34. Димитров В.П., Борисова, Л.В. Статистический анализ товарооборота Ростовской области с регионами России // Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2015. – 175 с.

35. Димитров В.П. О методике представления нечётких экспертных знаний / В.П. Димитров, Л.В. Борисова, И.Н. Нурутдинова // Вестник Донского государственного технического университета. 2014.– Т. 14.– № 4 (79).– С. 93 – 102.

36. Димитров, В.П. Программная система для ввода экспертных знаний / В.П. Димитров, Л.В. Борисова, И.Н. Нурутдинова, Е.В. Богатырёва // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. –2011. – № 1 (52). – С. 83 – 90.

37. Джаримов А. А. Регион в едином рыночном пространстве. Ростов-н/Д, 1995, - 132 с.

38. Жукова Т.В. Борисова Д.В., Межрегиональная экономическая интеграция как инструмент социо-хозяйственного развития Международный журнал «Экономика и предпринимательство». №9 Ч.1 2017 с. 255 – 258.

39. Жукова Т.В., Борисова Д.В. Инструментарно-функциональный потенциал межрегиональной интеграции как драйвера социально-экономического развития/ Международный журнал Экономика и предпринимательство, 2017, №9 (ч3). С. 388 – 392.

40. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976.- 165 с.

41. Згуровский, М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М.З. Згуровский., Н.Д. Панкратова. - Киев: Наукова думка, 2011.- 743 с.

42. Инновационное развитие социо-экономических систем на основе методологий предвидения и когнитивного моделирования / Под ред. Г. В. Гореловой, Н. Д. Панкратовой // Киев: «Наукова Думка», 2015. 464 с.

43. Иншаков О.В. О стратегии развития Южного федерального округа // Стратегии макрорегионов России: методологические подходы, приоритеты и пути реализации / О.В. Иншаков, О.С. Олейник, Н.С. Слепцов. - М.: Наука, 2004.- 720 с.

44. Исмиханов З.Н. Моделирование социально-экономического развития региона на основе когнитивного подхода // Бизнес-информатика. 2015. - № 2 (32). - С. 59 – 68.
45. История экономической мысли / Под ред. В.В. Крутова, Е.В. Балахоновой. - СПб.: Питер, 2008, -с 240.
46. Капустина Л.М. Регион в мировом и национальном пространстве / Екатеринбург: УрО РАН, 2000. - 360 с.
47. Князева С.Н., Курдюмов С.П. Синергетика в условиях устойчивого развития сложных систем. Из кн. Новая парадигма развития России (комплексные проблемы устойчивого развития) //Под. ред. В. А. Коптюга, В. М. Матросова, В. К. Левашова. – М.: Изд. “Академия”, Изд. МГУК, 1999, С. 340 – 344.
48. Коврига С.В. Методические и аналитические основы когнитивного подхода к SWOT-анализу // Проблемы управления. – 2005. – №5. – С. 58 – 63.
49. Колодина Е.А. Межрегиональная экономическая интеграция: опыт системного анализа : монография / Е. А. Колодина. – Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2003.– 150 с.
50. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
51. Кульба В.В., Кононов Д.А. и др. Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем (Научное издание). – М.:ИПУ РАН, 2002. – 122 с.
52. Леш А. Географическое размещение хозяйства: Пер. с англ. - М.: Изд-во иностр. лит-ра, 1959, - 455 с.
53. Максимов В.И., Авдеева З.К., Коврига С.В, Макаренко Д.И. Когнитивная структуризация знаний о развитии транснациональной корпорации // Когнитивный анализ и управление развитием ситуации (CASC'2003)// Труды 3-й Международной конференции. Том 1 / Сост. В.И.Максимов. – М.: ИПУ РАН, 2003. – с. 51 – 90.

54. Маршалл А. Принципы экономической науки. Т.1. Пер. с англ. — М.: Издательская группа «Прогресс», 1993.- 415 с.

55. Мельничук А.А., Скоробогатов М.В. Экономический потенциал Ростовской области и резервы его роста // Аудит и финансовый анализ. 2008. № 4. С. 425 – 431.

56. Митрофанова И. В. К вопросу о сущности экономического пространства/ Региональная экономика: теория и практика- №8- 2008.- с.2 – 10.

57. Моделирование и управление процессами регионального развития / Под ред. С.Н. Васильева. – М.: Физматлит, 2001 г., 432 с.

58. Некрасов Н.Н. Региональная экономика. М., 1975.- 317 с.

59. Нурутдинова И.Н., Борисова Д.В., Нечеткое моделирование оценки межрегиональной экономической интеграции // КАНТ, – 2017. – №4(25), С. 226 – 231.

60. Оськин А.Ф. Применение нечетких когнитивных карт для моделирования плохоструктурированных систем // Вестник Полоцкого государственного университета; Фундаментальные науки, Информационные технологии, №4, 2017, С. 15 – 20.

61. Основы теории систем и системного анализа. Волкова В.Н., Денисов А.А.: Уч. \_ СПб.: Изд. СПбГПУ., 2005. – 520 с.

62. Паньков, В. С. Глобализация экономики: qualis ts et quo vadis ?/ Мировая экономика и международные отношения.- 2011.- №1.- С. 16 – 24.

63. Переметова В.А. Действительность и перспективы интеграции экономики Ростовской области в мировую экономику // В мире научных открытий. 2010. № 4-16. С. 75 – 77.

64. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – изд. 2-е, перераб. И доп. – М.: Наука, 1976. - 280 с.

65. Полякова А.Г., Герасимова В.В. Теоретические аспекты изучения региональной экономической интеграции и социально-экономического

пространства региона // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2010. № 2. С. 50 – 56.

66. Пономарева М.А. Корректировка стратегических приоритетов Ростовской области в контексте перехода к устойчивому развитию // Известия Уральского государственного экономического университета. 2011. № 2 (34). С. 47 – 52.

67. Портер М., Майкл Э. Конкуренция. Пер. с англ. М.: Вильямс, 2000. - 495 с.

68. Прикладные нечеткие системы: Перс япон./К. Асаи, Д. Ватада, С. Сугэно. – М.: Мир, 1993. – 368 с.

69. Пулодова Х.Ш. К оценке природно-ресурсного потенциала региона // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. 2011. № 10-1. С. 179 – 188.

70. Причина, О.С. Применение нечетких когнитивных карт для организационной диагностики предприятия и моделирования деятельности / О.С. Причина, Д.Л. Мороз, К. Руиз // Вестник Таганрогского института им. А.П. Чехова. – 2014 – № 1 – с. 34 – 37.

71. Рассел, С. (2006). Искусственный интеллект: современный подход [Artificial Intelligence: a Modern Approach] / С. Рассел, П. Норвиг/ Пер. с англ. и ред. К.А. Птицына. – 2-е изд. – М.: Вильямс

72. Регионы России. Социально-экономические показатели-2016: стат. сб. / Росстат. – М., 2016. – 1326 с.

[http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/region/reg\\_sub16.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/region/reg_sub16.pdf)

73. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации . 2016: Стат. Сб. / Росстат. – М., 2016.– 671 с.

[http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/region/reg-pok16.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/region/reg-pok16.pdf)

74. Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов России 2011–2012: Укротители рисков. – Электрон.текстовые дан. – Режим доступа: <http://raexpert.ru/ratings/regions/2012/> – Загл. с экрана.

75. Рейтинг социально-экономического положения регионов-2012. Уровень социально-экономического развития регионов-2012. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: [http://riarating.ru/regions\\_rankings/20120702/610227349.html](http://riarating.ru/regions_rankings/20120702/610227349.html). – Загл. с экрана.

76. Рубцов Г.Г., Литвиненко А.Н.. Роль межрегионального сотрудничества в системе современной региональной экономики России // Научно – технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки №12 Изд.: ФГАОУВО «Санкт – Петербургский политехнический университет Петра Великого» – 2019 – с.97 -110.

77. Родионов В.Г. Применение анализа амплитудно-частотной динамики в управлении социально-экономическими системами. Вестник СПбГУ. Сер. 5. 2005.- Вып. 1.– С. 152 – 154.

78. Садовникова, Н.А. Анализ временных рядов и прогнозирование / Н.А. Садовникова, Р.А. Шмойлова / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. - Москва, 2004. - 200 с.

79. Санникова И.Н., Рудакова Т.А., Рудакова О.Ю. // Модель межрегионального взаимодействия. Вопросы новой экономике №1 (53) – 2020 – с. 69 – 79.

80. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018661506. Программа для когнитивного моделирования и анализа социально-экономических систем регионального уровня. Авторы: Горелова Г.В., Калининченко А.И., Кузьминов А.Н. - 07.09.2018.

81. Стецко Н.И. Неравномерность экономического развития регионов в теориях пространственной организации экономических систем // Фундаментальные исследования. – 2017.– № 6. С. 185 – 189.

82. Стратегия привлечения инвестиций Ростовской области. Режим доступа: <http://www.donland.ru/Donland/Pages/View.aspx?pageid=>

75189&mid=128186&itemId

83. Тиницкая О.В., Макарова Г.В. Состояние и перспективы развития внешней торговли Российской Федерации в рамках межрегионального сотрудничества // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. №1 (80) – 2020 – с.69 – 84.

84. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка принятия решений: Научно-практическое издание. Серия «Информатизация России на пороге XXI века». – М.: Синтег, 1998.- 376 с.

85. Улькина Е.С. Развитие экономической интеграции на межрегиональном уровне.: автореф. канд. дис. эконом. наук: 08.00.05/Е.С. Улькина.-Улан-Уде, 2011 г. – 24 с.

86. Штовба, С.Д. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB // Москва: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

87. Avdeeva Z., Kovriga S. Cognitive Approach in Simulation and Control / Plenary papers, Milestone reports & Selected survey papers. 17th IFAC World Congress, Seoul, Korea, July 2008. – P. 160 –167.

88. Axelrod, R. (1976). The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites / R.Axelrod. –Princeton. University Press.

89. Casti, J. (1979). *Connectivity, complexity and catastrophe in large-scale systems*. Chichester-New York-Brisbane-Toronto. – 216 p.

90. Dickerson J., Kosko B. Virtual Worlds as Fuzzy Dynamic Systems // Technology for Multimedia. – New York, IEEE Press, 1998. – P. 567-603.

91. Carvalho, J.P. Rule- based fuzzy cognitive maps and fuzzy cognitive maps – a comparative study. /J.P. Carvalho, J.A. Tom // In Proc. of the 18th International Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society, NAFIPS'99. – New York, 1999 – P. 115–119.

92. Eden C. Cognitive mapping / C. Eden // European Journal of Operational Research.-1998.-№36.- pp.1-

[gks.ru/free\\_doc/new\\_site/business/trans-sv/t2-2.xls](http://gks.ru/free_doc/new_site/business/trans-sv/t2-2.xls)

93. Galina Gorelova, Nataliya D. Pankratova. Strategy of complex systems development based on the synthesis of foresight and cognitive modelling methodologies/ System Analysis & Intelligent Computing IEEE (SAIC-2018), 08-12 October, 2018– Proceedings.

94. Groumpos Peter P. Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems.

95. Krugman P. Complex landscapes in economic geography // American Economic Association, Papers and Proceedings. - 1994. -№ 84.

96. Kosko, B. Fuzzy Cognitive Maps. International / B. Kosko. – Journal of Man-Machine Studies. – 1986 – Vol.24. – P. 65 – 75.

97. Larisa A. Ginis, Galina V. Gorelova, Anna E. Kolodenkova // Cognitive and simulation modeling of development of regional economy system/ International Journal of Economics and Financial Issues.– 2016, Vol 6, No 5S, pp. 97-103.

98. Myrdal G. Economic theory and under- developed regions. -N.Y, - 1957. - P. 34.

99. Ntarlas, O.D. A survey on Applications of fuzzy cognitive maps in business and management / O.D. Ntarlas, P.P. Groumpos // Вестник УГАТУ = Vestnik UGATU. – 2014 – № 5 – С. 3–7.

100. Wang, G. Modelling and Analyzing Trust Conformity in E-Commerce Based on Fuzzy Logic / G. Wang, S. Chen, Z. Zhou, and J. Liu // WSEAS Transactions on Systems. – 2015. – V. 14. – P. 1 – 10

101. [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/region/reg\\_sub16.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/region/reg_sub16.pdf)

102. [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/region/regpok16.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/region/regpok16.pdf)

103. [gks.ru/free\\_doc/new\\_site/business/trans-sv/t2-2.xls](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/trans-sv/t2-2.xls)

104. [https://www.mintrans.ru/activity/transport\\_of\\_russian2486/](https://www.mintrans.ru/activity/transport_of_russian2486/)

105. [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/year/year16.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/year/year16.pdf)

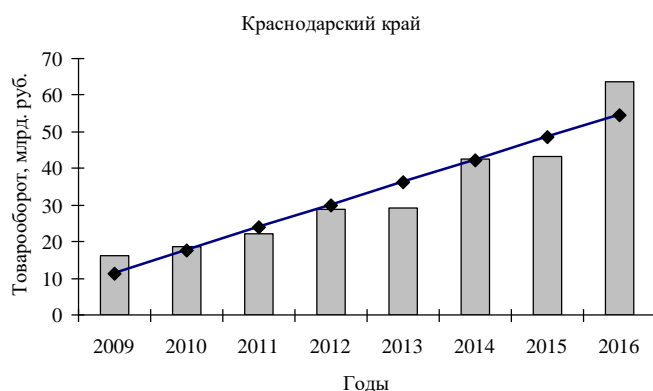
106. <http://ekb.dk.ru/news/regiony-strany-s-samymi-plohimy-i-samymi-horoshimi-dorogami-reyting-237067753>



107. <http://www.eprussia.ru/epr/305/9726359.htm>
108. <http://izron.ru/articles/o-nekotorykh-voprosakh-i-problemakh-ekonomiki-i-menedzhmenta-sbornik-nauchnykh-trudov-po-itogam-mezh/sektsiya-21-ekonomicheskie-aspekty-regionalnogo-razvitiya/razvitie-regionalnoy-energetiki-v-sovremennykh-usloviyakh-na-primere-respubliki-adygei/>
109. <http://vipstav.ru/publish/smi/4491-elektroenergeticheskiy-kompleks-krasnodar-skogo-kraya-problemy-energodeficyta.html>
110. <http://docs.cntd.ru/document/439049341>
111. <http://docs.cntd.ru/document/438981461>
112. <http://www.donland.ru/economy/Elektro/?pageid=77600>

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Динамические ряды товарооборота РО с регионами ЮФО  
и значения показателей развития регионов

Для изучения товарооборота, как важнейшего показателя степени развития экономических связей, проанализированы статистические данные динамических рядов, характеризующий суммарный товарооборот Ростовской области с каждым из регионов ЮФО за 2009-2016 годы. (рис. А.1). Применение инструментария корреляционно-регрессионного анализа, изложенного в п.1.3., позволили определить параметры линии регрессии и осуществить проверку их значимости.



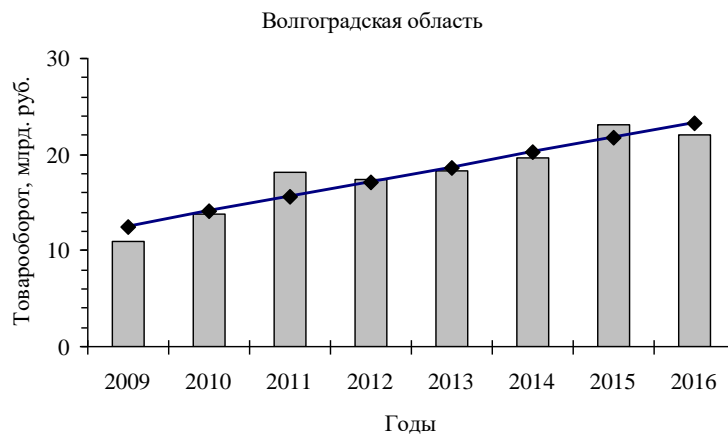
а) с Краснодарским краем

$$y = -12409,0 + 6,18 * X \text{ коэффициент детерминации } \eta = 0,9$$

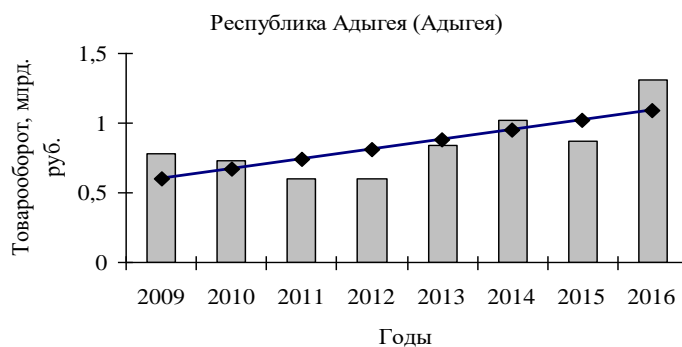


б) с Астраханской областью

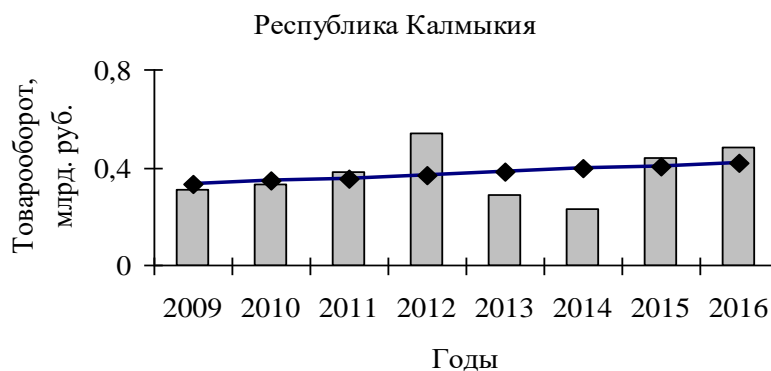
$$y = -1219,5 + 0,61 * X \text{ коэффициент детерминации } \eta = 0,6$$



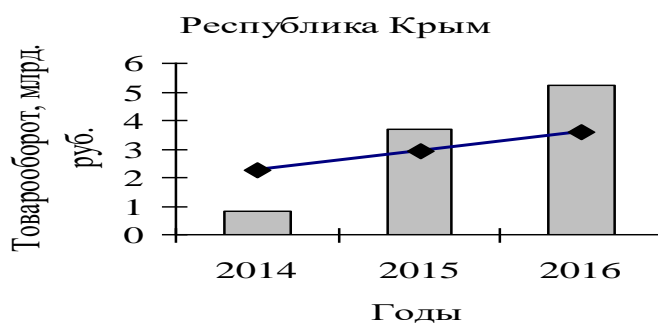
в) с Волгоградской областью  
 $y = -3093 + 1,55 * X$  коэффициент детерминации  $\eta = 0,88$



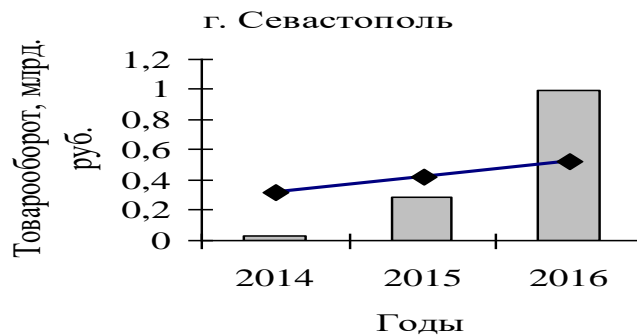
г) с Республикой Адыгея  
 $y = -140,8 + 0,07 * X$  коэффициент детерминации  $\eta = 0,54$



д) с Республикой Калмыкия



е) с Республикой Крым



ж) с г. Севастополь

Рисунок А.1. Динамика суммарного товарооборота Ростовской области с регионами-партнерами ЮФО и уравнения регрессии:

Таким образом, анализ представленных графических зависимостей свидетельствует о существенном росте товарооборота РО с остальными регионами, что является признаком развития межрегиональной экономической интеграции.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Оценка изменения товарооборота на основе индексного метода

В ходе исследования торгово-хозяйственных связей региона с другими участниками межрегиональной интеграции должны быть проанализированы отраслевая и географическая структуры ввоза и вывоза товаров, взаимозависимость общеэкономических показателей и степени развития хозяйственных связей региона, проблемы эффективности сложившейся отраслевой структуры межрегионального товарообмена.

Проблема комплексного изучения и оценки состояния межрегиональных товарных рынков актуальна, а ее решение выявляет перспективные подходы к созданию предпосылок для успешной экономической интеграции [25, 69]. Анализ товарных рынков осуществляется для выявления и моделирования закономерностей действия рыночных механизмов, необходимых для обеспечения предсказуемости изменения их конъюнктуры и обоснования применения социально-экономических рычагов регулирования рыночных процессов [19 - 21]. В этой связи, целесообразным является применение

индексного анализа, позволяющего оценить структурные сдвиги на товарных рынках и осуществить сравнение их показателей в динамике.

Рассмотрим применение индексного метода к анализу статистических данных по товарообмену РО с другими регионами ЮФО за период с 2013 по 2017 годы [72 - 75]. Определим сводные индексы, представляющие собой относительные показатели, характеризующие среднее изменение экономических индикаторов, состоящих из несоизмеримых (разномерных) элементов. В нашем случае, это цены и объемы реализации по различным группам товаров. Результаты расчетов индикаторов сведем в табл. Б.1.

Таблица Б.1 – Базисные индексы товарооборота РО, в % (базисный год – 2013г.)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
РФ	100	109	112	131	146	157	163
ЮФО	100	120	123	154	160	165	169
Краснодарский край	100	145	150	220	245	272	294
Астраханская область	100	120	99	77	128	148	156
Волгоградская область	100	95	103	108	127	134	139
Республика Адыгея	100	99	139	170	145	155	153
Республика Калмыкия	100	142	76	61	117	129	142

Полученные данные характеризуют увеличение товарообмена в стоимостном выражении по РФ и ЮФО, в целом. Анализируя динамику показателя по регионам ЮФО, можно сделать следующие выводы: с Краснодарским краем и Волгоградской областью наблюдается явная тенденция роста. С Астраханской областью прослеживаются периодические уменьшения (2015, 2017 гг.) и увеличения (2014, 2016 гг.) товарооборота. С Адыгеей произошло снижение данного показателя в 2017 г., хотя до этого отмечалась тенденция роста на протяжении трех лет. С Калмыкией, наоборот, в период 2015-2016 гг. товарообмен резко уменьшался, а в 2017 г. произошло резкое увеличение почти в 2 раза.

Имеющиеся данные свидетельствуют межрегиональных перекосах в товарообмене Ростовской области с регионами ЮФО, что требует поиска эффективных инструментов устранения имеющихся различий.

На начальном этапе индексного анализа в рамках отдельных видов продукции рассчитаем индексы товарооборота по обозначенным контрольным точкам, характеризующим ввоз-вывоз и объем продукции в стоимостном выражении по РФ и регионам ЮФО.

Основой для проводимого исследования с применение индексного метода явились эмпирические статистические данные, характеризующие межрегиональное взаимодействие Ростовской области с регионами ЮФО по трем укрупненным видам продукции: продовольственного назначения (ПРН); непродовольственного назначения (НПРН); производственно-технического назначения (ПТН).

Рассмотрим укрупненную группу продукции, которая имеет большое значение для обеспечения продовольственной безопасности страны и регионов-партнеров, в частности, -- продукцию продовольственного назначения (ПРН)

[3-5,7,8,42]. Произведенные расчеты сведены в табл.Б.2-Б.8.

Таблица Б.2 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции ПРН РО с РФ.

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по РФ	вывоз	ввоз	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	58 818,81	27 801,3	31 017,4	100	100	100
2014	70 845,72	33 443,9	37 401,7	120	120,3	120,6
2015	68 612,78	29 596,8	39 015,9	117	106,4	125,8
2016	74 998,20	30 146,7	44 851,4	128	108,4	144,6
2017	109 964,89	49 521,0	60 443,8	187	178,1	194,8
2018	111348,78	54356,17	56992,61	184	195,5	183,7
2019	123754,16	62392,45	61361,71	211	224,4	197,8

Таблица Б.3 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции ПРН РО с ЮФО

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по ЮФО	вывоз	ввоз	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	19 859,11	13 120,1	6 739,01	100	100	100
2014	23 939,54	16 776,7	7 162,83	121	127,8	106,3

2015	23 436,39	14 949,1	8 487,20	118	113,9	125,9
2016	23 347,97	13 705,0	9 642,97	118	104,4	143,1
2017	36 450,36	19 452,1	16 998,2	184	148,3	252,2
2018	38426,12	21468,43	16957,69	194	163,6	251,6
2019	39345,17	22348,29	16996,88	198	170,3	252,2

Таблица Б.4 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции ПРН РО с Краснодарским краем

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по Краснодарскому краю	ВЫВОЗ	ВВОЗ	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	13 770,00	8 804,45	4 965,55	100	100	100
2014	17 569,44	11 988,3	5 581,05	127,59	136,20	112,40
2015	17 365,46	10 916,3	6 449,16	126,11	123,90	129,87
2016	18 628,76	10 822,5	7 806,26	135,28	122,90	157,21
2017	28 931,40	13 818,7	15112,67	210,10	156,90	304,35
2018	29734,34	14745,86	14988,48	215,93	165,50	301,84
2019	30248,14	14928,26	15319,88	219,66	169,50	308,52

Таблица Б.5 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции ПРН РО с Астраханской областью

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по Астраханской области	ВЫВОЗ	ВВОЗ	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	996,87	927,81	69,06	100	100	100
2014	1197,79	1156,51	41,28	120,15	124,65	59,77
2015	985,23	941,11	44,12	98,83	101,43	63,88
2016	769,08	708,05	61,03	77,15	76,31	88,37
2017	1276,30	1167,93	108,37	128,03	125,88	156,92
2018	1476,33	983,16	493,17	148,09	105,96	714,12
2019	1564,02	1084,38	479,64	156,89	116,87	694,52

Таблица Б.6 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции ПРН РО с Волгоградской областью

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по Волгоградской области	ВЫВОЗ	ВВОЗ	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013			1			
	4 290,78	2 820,84	469,94	100	100	100
2014	4 495,31	3 135,34	1 359,9	104,76	111,15	92,52

2015	4 241,34	2 620,89	1 620,4	98,84	92,91	110,24
2016	3 439,41	1 902,06	1 537,3	80,16	67,43	104,58
2017	5 556,82	4 014,05	1542,77	129,50	142,29	104,95
2018	5 876,65	4 274,13	1602,52	136,95	151,50	109,01
2019	6 346,23	5 162,86	1183,37	147,90	183,02	80,50

Таблица Б.7 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции ПРН РО с республикой Адыгея

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по Адыгее	ВЫВОЗ	ВВОЗ	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	485,00	256,64	228,36	100	100	100
2014	374,82	206,89	167,93	77,28	80,61	73,53
2015	596,43	229,70	366,73	122,97	89,50	160,59
2016	324,87	90,84	234,03	66,98	35,39	102,48
2017	271,70	39,95	231,75	56,02	15,56	101,48
2018	313,40	93,48	219,92	64,62	36,42	96,30
2019	310,70	92,62	218,08	64,06	36,19	95,49

Таблица Б.8 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции ПРН РО с республикой Калмыкия

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по Калмыкии	ВЫВОЗ	ВВОЗ	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	316,46	310,36	6,10	100	100	100
2014	302,18	289,58	12,60	95,48	93,30	206,55
2015	247,93	241,19	6,74	78,34	77,71	110,49
2016	185,85	181,55	4,30	58,73	58,49	70,49
2017	414,14	411,50	2,64	99,26	132,58	43,28
2018	284,74	276,17	8,57	89,87	82,53	140,49
2019	389,19	381,64	7,55	122,98	115,87	123,77

Проведем индексный анализ всего товарооборота РО с регионами-партнерами ЮФО. Расчеты сведем в таблицы Б.9 – Б.15

Таблица Б.9 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции РО с РФ.

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по РФ	ВЫВОЗ	ВВОЗ	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	271 197,30	124 719,94	146477,36	100	100	100
2014	294 725,67	131 283,74	163441,93	108,67	105,26	111,58
2015	303 055,88	130 814,70	172241,18	111,74	104,88	117,58



2016	353 930,49	151 073,52	202856,97	130,51	121,13	138,49
2017	397 224,68	173 637,16	223587,52	146,47	139,22	152,64
2018	426 213,43	211 427,28	214786,15	157,15	169,52	146,63
2019	442254,64	226 178,39	216076,25	163,07	181,34	147,51

Таблица Б.10 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции РО с ЮФО.

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по ЮФО	вывоз	ввоз	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	47 971,11	19 226,3	28 744,7	100	100	100
2014	57 519,75	25 030,0	32 489,6	119,9	130,18	113,02
2015	58 773,55	23 076,1	35 697,3	122,52	120,02	124,18
2016	73 893,21	32 603,4	41 289,7	154,03	169,57	143,64
2017	76 916,44	30 400,0	46 516,3	160,34	158,11	161,82
2018	79324,23	33438,28	45885,95	165,36	173,19	159,63
2019	81245,75	36827,49	44418,26	169,36	191,54	154,52

Таблица Б.11 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции РО с Краснодарским краем.

Год	Объем, млн. рублей			Индексы товарооборота, %		
	Всего по Краснодарскому краю	вывоз	ввоз	всего	вывоза	ввоза
2013	29171,8	16999,9	12171,93	100	100	100
2014	42488,1	26663,60	15824,90	145	157	130
2015	43442,1	22063,10	21378,80	150	130	175
2016	63644,9	30174,40	33470,00	218	177	274
2017	71502,1	32648,0	38853,40	245	192	319
2018	79388,6	37423,4	41365,6	272	220	339
2019	85679,4	39347,7	46332,4	294	232	380

Таблица Б.12 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции РО с Астраханской областью.

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по Астраханской области	вывоз	ввоз	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	6 724,42	1 112,80	5 611,6	100	100	100
2014	10 301,92	1 344,08	8 957,8	153,2	120,78	159,63
2015	10 224,84	1 533,72	8 691,1	152,05	137,82	154,87
2016	10 542,44	1 201,66	9 340,7	156,77	107,98	166,45
2017	9 012,14	1 596,78	7 415,3	134,02	143,49	132,14
2018	10342,23	1 748,37	8593,86	153,8	157,11	153,14
2019	10673,83	1 846,45	8827,38	158,73	165,93	157,30

Таблица Б.13 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции РО с Волгоградской областью.

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по Волгоградской области	вывоз	ввоз	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	18 201,76	4 085,45	14 116,3	100	100	100
2014	17 327,97	4 349,36	12 978,6	95	106,46	91,94
2015	18 252,62	4 008,50	14 244,1	103	98,11	100,90
2016	19 615,21	3 973,50	15 641,7	108	97,26	110,80
2017	23 152,37	6 109,18	17 043,1	127	149,53	120,73
2018	24873,43	6 948,75	17924,68	137	170,08	126,97
2019	25376,23	7 438,54	17937,69	139	182,07	127,07

Таблица Б.14 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции РО с Адыгеей.

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по Адыгее	вывоз	ввоз	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	598,34	287,23	311,11	100	100	100
2014	592,44	229,16	363,28	99	79,78	116,78
2015	837,58	254,13	583,45	139	88,47	187,54
2016	1 018,67	540,20	478,47	170	188,07	153,79
2017	867,05	190,49	676,56	145	66,32	217,46
2018	924,78	286,37	638,41	155	99,70	205,20
2019	915,66	276,25	639,41	153	96,17	205,52

Таблица Б.15 – Исходные и расчетные данные, характеризующие показатели динамики ввоза-вывоза продукции РО с Калмыкией.

Год	Объем, млн. рублей			Индексы $I_{pq}$		
	Всего по Калмыкии	вывоз	ввоз	$I_{pq}$ всего	$I_{pq}$ вывоза	$I_{pq}$ ввоза
2013	378,10	365,92	12,18	100	100	100
2014	537,19	524,59	12,60	142	143,36	103,44
2015	286,68	279,94	6,74	76	76,50	55,33
2016	228,81	224,51	4,30	61	61,35	35,30
2017	442,82	440,18	2,64	117	120,29	21,67
2018	487,96	484,17	3,79	129	132,31	31,11
2019	496,89	493,63	3,26	132	134,90	26,76

## ПРИЛОЖЕНИЕ В – Расчетные данные

Таблица В.1 – Расчетные данные по фактору «Уровень транспортного сообщения»

Факторы	Наименование				Регионы ЮФО																	
	NA P	mi n	max	Mi	Ростовская область			Краснодарский край			Волгоградская область			Астраханская область			Республика Адыгея			Республика Калмыкия		
					Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di
Густота железнодорожных путей на 10000 кв.км.	1	15	300	145	182	4,68	0,60	283	5,38	0,78	156	4,50	0,55	128	4,31	0,48	205	4,84	0,65	22	3,58	0,22
Эксплуатационная длина железнодорожных путей, км	1	100	3000	1472	1841	4,71	0,61	2140	4,92	0,67	1617	4,56	0,57	629	3,89	0,33	160	3,57	0,22	165	3,57	0,22
Густота автомобильных дорог с твердым покрытием, на 1000 кв.км	1	10	600	299	261	4,37	0,50	447	4,99	0,69	14	3,54	0,21	88	3,79	0,29	563	5,38	0,78	47	3,65	0,24
Грузооборот, млн.т.	1	50	10000	5051	5923	4,69	0,61	6541	4,82	0,64	1971	3,91	0,33	371	3,59	0,22	528	3,62	0,23	73	3,53	0,20
Речные порты, кол.	1	0	6	3	6	5,50	0,80	1	3,86	0,32	6	5,50	0,80	1	3,86	0,32	0	3,53	0,20	0	3,53	0,20
Морские порты, кол.	1	0	8	4	2	4,02	0,38	8	5,50	0,80	0	3,53	0,20	2	4,02	0,38	0	3,53	0,20	0	3,53	0,20
Аэропорты, кол.	1	0	5	3	2	4,32	0,48	5	5,50	0,80	1	3,92	0,34	1	3,92	0,34	0	3,53	0,20	1	3,92	0,34
							0,0163			0,0467			0,0012			0,0004			0,0002			0,0000
						<b>D</b>	<b>0,555</b>			<b>0,646</b>			<b>0,381</b>			<b>0,328</b>			<b>0,298</b>			<b>0,228</b>

Таблица В.2 – Расчетные данные по фактору «Уровень развития связи»

№	Факторы	Наименование				Регионы ЮФО																	
		N	min	max	Mi	Ростовская область			Краснодарский край			Волгоградская область			Астраханская область			Республика Адыгея			Республика Калмыкия		
		A				Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di
1	Число подключенных абонентских устройств подвижной радиотелефонной связи на 1000 человек населения, шт	1	1500	2500	508	1869	4,26	0,46	2444	5,39	0,78	1740	4,00	0,37	1810	4,14	0,42	1155	2,85	0,04	1565	3,66	0,24
2	Число пунктов коллективного доступа (ПКД), имеющих выход в сеть Интернет	1	50	500	228	420	5,15	0,73	390	5,02	0,70	451	5,29	0,76	159	4,01	0,37	53	3,54	0,21	96	3,73	0,27
3	Число активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет, тыс.	1	20	950	472	684	4,94	0,68	943	5,49	0,80	378	4,29	0,47	137	3,78	0,29	32	3,56	0,21	27	3,54	0,21
4	Число активных абонентов подвижной радиотелефонной связи, использующих услуги доступа в Интернет, тыс.	1	150	5000	2462	650	3,73	0,27	4989	5,50	0,80	1722	4,17	0,43	739	3,77	0,28	327	3,60	0,23	191	3,55	0,21
								0,0615			0,3461			0,0568			0,0127			0,0004			0,0028
						<b>D</b>	<b>0,498</b>				<b>0,767</b>			<b>0,488</b>			<b>0,335</b>			<b>0,143</b>			<b>0,231</b>

Таблица В.3 – Значение показателей развития регионов ЮФО за 2011 г.

№	Наименование	N A P	M I n	M A x	M <sub>i</sub>	Регионы ЮФО																	
						Ростовская область			Краснодарский край			Волгоградская область			Астраханская область			Адыгея			Калмыкия		
						Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di
1	ВРП, млрд.руб	+	30	5000	2522,8	765,9	3,8	0,3	1244, 6	4,01	0,37	508,4	3,7	0,27	172,6	3,6	0,22	56,8	3,54	0,2	29,3	3,5	0,2
2	Объем инвестиций в основной капитал, млрд. руб	+	10	1000	502,5	165,9	3,8	0,31	711,7	4,9	0,67	104,0 8	3,7	0,27	69	3,6	0,24	18,7	3,5	0,2	9,8	3,5	0,2
3	Объем розничной торговли, млрд. руб	+	10	2000	1010	542,5	4,06	0,39	731,4	4,24	0,46	254,3	3,8	0,28	116,8	3,6	0,24	44,9	3,56	0,2	12,4	3,5	0,2
4	Среднедушевые денежные доходы населения, тыс. руб/год	+	130	500	187,8	191,8	3,85	0,3	226,7	4,04	0,38	173,8	3,8	0,28	192,9	3,8	0,3	171,7	3,7	0,28	105,5	3,4	0,16
5	Преступления на 100 тыс.чел населения	-	500	2000	761	1319	4,4	0,52	1262	4,5	0,5	1538	4,1	0,42	2241	3,2	0,11	1035	4,8	0,6	1320	4,4	0,52
6	Коэффициент родившихся на 1000 человек	+	5	20	8	10,9	4,3	0,48	12,2	4,5	0,54	11,2	4,3	0,49	14,2	4,7	0,62	12,6	4,5	0,55	14,6	4,8	0,64
7	Коэффициент умерших на 1000	-	5	20	8	14,3	4,3	0,47	13,5	4,4	0,51	13,8	4,3	0,49	13	4,4	0,53	13,8	4,3	0,49	10,1	4,8	0,65
8	Заболеваемость на 1000 чел.	-	500	1000	254	816,9	4,25	0,46	621,3	5,02	0,7	708,6	4,7	0,6	739	4,5	0,56	690	4,7	0,6	667,9	4,8	0,65
9	Отгружено товаров собственного производства, млрд.руб.	+	10	3000	1517,7	844,4	4,08	0,4	1323, 7	4,39	0,51	662,5	3,9 6	0,35	154,5	3,6	0,23	39,49	3,5	0,2	10,37	3,5	0,2
10	Безработные, тыс.человек	-	10	3000	1518	159,5	5,4	0,78	153,2	5,4	0,78	91,9	5,4	0,79	46,8	5,5	0,8	17,2	5,5	0,8	21,2	5,5	0,8
11	Занятые в экономике, тыс. человек	+	100	3000	1472	2010, 6	4,8	0,65	2433	5,1	0,7	1243, 3	4,3	0,48	485	3,8	0,29	186,7	3,6	0,2	127,8	3,5	0,21
12	Стоимость основных фондов, млрд.руб	+	100	5000	2487	1751	4,2	0,44	2471	4,5	0,54	1346, 6	4,0 3	0,38	747,6	3,8	0,29	118	3,5	0,2	113	3,5	0,2
						0,00005			0,0007			0,00002			0,000001			0,000002			0,000001		
				D		0,441			0,546			0,401			0,323			0,336			0,322		

Таблица В.4 – Значение показателей развития регионов ЮФО за 2012 г.

№	Наименование	N A P	M I n	M A x	Mi	Регионы ЮФО																	
						Ростовская область			Краснодарский край			Волгоградская область			Астраханская область			Адыгея			Калмыкия		
						Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di
1	ВРП, млрд.руб	+	30	5000	2523	843,5	3,8	0,3	1459,5	4,1	0,4	571,5	3,7	0,28	209,6	3,6	0,23	65,3	3,5	0,2	35,9	3,5	0,2
2	Объем инвестиций в основной капитал, млрд.руб	+	10	1000	502,5	207,9	3,9	0,34	798,5	5,1	0,7	136	3,8	0,29	81,6	3,7	0,25	16,9	3,5	0,2	13,8	3,5	0,2
3	Объем розничной торговли, млрд.руб	+	10	2000	1010	619,1	4,1	0,4	816,2	4,3	0,49	279,2	3,8	0,29	132,9	3,6	0,24	57,4	3,6	0,2	14,6	3,5	0,2
4	Среднедушевые денежные доходы населения, тыс.руб/год	+	130	500	187,8	217	3,99	0,37	261	4,2	0,45	191,6	3,9	0,32	213	3,97	0,36	205	3,9	0,34	121,7	3,49	0,
5	Преступления на 100 тыс.чел населения	-	500	2000	761	1232	4,5	0,56	1243	4,5	0,5	1512	4,2	0,4	204,5	3,5	0,2	919	4,95	0,68	1311	4,4	0,5
6	Коэффициент родившихся на 1000 человек	+	5	20	8	11,7	4,4	0,5	13	4,6	0,57	11,7	4,4	0,5	15,1	4,8	0,65	12,9	4,6	0,57	15	4,8	0,65
7	Коэффициент умерших на 1000	-	5	20	8	14	4,3	0,48	13,2	4,4	0,5	13,6	4,3	0,5	12,7	4,5	0,5	13,4	4,4	0,5	10,1	4,8	0,6
8	Заболеваемость на 1000 чел.	-	500	1000	254	819	4,2	0,46	646,8	4,9	0,67	699,8	4,7	0,6	703	4,7	0,6	688,7	4,8	0,6	719,8	4,6	0,59
9	Отгружено товаров собственного производства, млрд.руб.	+	10	3000	1517,7	956,5	4,1	0,4	1517,6	4,5	0,55	753	4,02	0,38	197,8	3,6	0,24	50,6	3,56	0,2	11,3	3,5	0,2
10	Безработные, тыс.человек	-	10	3000	1518	130,1	5,4	0,79	146,8	5,4	0,78	80,4	5,4	0,79	41	5,5	0,8	16,5	5,5	0,8	19,1	5,5	0,8
11	Занятые в экономике, тыс.человек	+	100	3000	1472	2029,6	4,8	0,65	2487	5,2	0,73	1251,8	4,3	0,5	477,3	3,8	0,29	187,7	3,59	0,2	126,2	3,548	0,2
12	Стоимость основных фондов, млрд.руб	+	100	5000	2487	1 880	4,2	0,46	2821,7	4,6	0,59	1462	4,1	0,4	808	3,8	0,3	136	3,5	0,2	113	3,5	0,2
						0,00010			0,0013			0,00003			0,000003			0,000003			0,000001		
					D	0,465			0,575			0,418			0,349			0,347			0,325		

Таблица В.5 – Значение показателей развития регионов ЮФО за 2013 г.

№	Наименование	N A P	M I n	M A x	Mi	Регионы ЮФО																	
						Ростовская область			Краснодарский край			Волгоградская область			Астраханская область			Адыгея			Калмыкия		
						Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di
1	ВРП, млрд.руб	+	30	5000	2522,8	923,5	3,9	0,3	161,8	4,2	0,4	606	3,8	0,28	267,5	3,6	0,2	72	3,5	0,2	41	3,5	0,2
2	Объем инвестиций в основной капитал, млрд. руб	+	10	1000	502,5	253,6	4,02	0,37	955,2	5,4	0,8	140,6	3,7	0,29	122,6	3,7	0,28	18,6	3,5	0,2	15,3	3,54	0,2
3	Объем розничной торговли, млрд. руб	+	10	2000	1010	682,9	4,2	0,4	916,5	4,4	0,5	301,6	3,8	0,3	150,2	3,6	0,25	67,3	3,59	0,2	15,9	3,5	0,2
4	Среднедушевые денежные доходы населения, тыс. руб/год	+	130	500	187,8	251,7	4,18	0,4	311,5	4,5	0,5	210,5	3,9	0,35	237,6	4,1	0,4	222,6	4,02	0,38	135	3,56	0,2
5	Преступления на 100 тыс.чел населения	-	500	2000	761	1219	4,5	0,56	1195	4,58	0,57	1417	4,3	0,48	170,4	3,9	0,34	888	4,9	0,69	122,0	4,55	0,56
6	Коэффициент родившихся на 1000 человек	+	5	20	8	11,7	4,4	0,5	13,1	4,59	0,58	11,5	4,3	0,5	14,8	4,8	0,64	12,5	4,5	0,55	14,6	4,79	0,6
7	Коэффициент умерших на 1000	-	5	20	8	13,8	4,3	0,49	12,8	4,47	0,54	13,5	4,3	0,5	12,2	4,5	0,56	13,1	4,4	0,52	9,9	4,85	0,6
8	Заболеваемость на 1000 чел.	-	500	1000	254	817	4,2	0,46	665,5	4,85	0,65	720,1	4,6	0,59	681,6	4,8	0,63	654,8	4,89	0,66	694,3	4,73	0,6
9	Отгружено товаров собственного производства, млрд.руб.	+	10	3000	1517,8	1027,9	4,2	0,4	1690,4	4,64	0,59	822	4,1	0,39	267,2	3,7	0,26	53	3,56	0,2	12,4	3,5	0,2
10	Безработные, тыс. человек	-	10	3000	1518	128,7	5,4	0,79	160	5,4	0,78	89,1	5,4	0,79	39,8	5,48	0,8	16,6	5,49	0,8	17,7	5,49	0,8
11	Занятые в экономике, тыс. человек	+	100	3000	1472	2008,9	4,8	0,65	2459,5	5,1	0,7	1256,8	4,3	0,48	494,7	3,8	0,29	193,4	3,59	0,2	124,4	3,5	0,2
12	Стоимость основных фондов, млрд.руб	+	100	5000	2487	2003,6	4,3	0,48	3639,6	4,9	0,68	1570,7	4,1	0,4	850	3,8	0,3	159	3,55	0,2	124	3,54	0,2
						0,00016			0,0025			0,00004			0,00001			0,000004			0,000002		
				D		0,483			0,607			0,428			0,381			0,353			0,332		

Таблица В.6 – Значение показателей развития регионов ЮФО за 2014 г.

№	Наименование	N A P	M I n	M A x	M <sub>i</sub>	Регионы ЮФО																	
						Ростовская область			Краснодарский край			Волгоградская область			Астраханская область			Адыгея			Калмыкия		
						Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di
1	ВРП, млрд. руб	+	30	5000	2522,8	1000	3,9	0,3	1792	4,2	0,4	715	3,8	0,3	288,9	3,6	0,24	77,9	3,5	0,2	46	3,5	0,2
2	Объем инвестиций в основной капитал, млрд. руб	+	10	1000	502	264	4,0 4	0,4	750	5	0,7	182,8	3,9	0,3	116,8	3,7	0,27	17	3,5	0,2	22,6	3,5	0,2
3	Объем розничной торговли, млрд. руб	+	10	2000	1010	754	4,3	0,46	1068, 9	4,6	0,57	325	3,8	0,3	165	3,7	0,25	73,9	3,59	0,2	17,7	3,5	0,2
4	Среднедушевые денежные доходы населения, тыс. руб/год	+	130	500	187,8	280	4,3	0,49	347	4,7	0,6	228	4,05	0,39	266,6	4,25	0,46	265,5	4,25	0,46	148, 4	3,6	0,2
5	Преступления на 100 тыс. чел населения	-	500	2000	761	1274	4,5	0,54	1270	4,5	0,54	1421	4,29	0,47	1551	4,12	0,4	903	4,97	0,68	102 9	4,8	0,64
6	Коэффициент родившихся на 1000 человек	+	5	20	8	12,1	4,5	0,5	13,5	4,6	0,59	11,6	4,4	0,5	14,9	4,83	0,65	12,7	4,54	0,56	14,1	4,7	0,6
7	Коэффициент умерших на 1000	-	5	20	8	14,1	4,3	0,48	12,9	4,4 6	0,53	13,7	4,3	0,5	12,6	4,5	0,5	13,3	4,4	0,51	9,9	4,8	0,65
8	Заболеваемость на 1000 чел.	-	500	1000	254	820,4	4,2	0,45	662,3	4,8	0,66	671	4,8	0,65	669,1	4,8	0,65	647,6	4,92	0,67	660, 6	4,8 67	0,66
9	Отгружено товаров собственного производства, млрд.руб.	+	10	3000	1517,8	1046	4,2	0,45	1764	4,7	0,6	881	4,1	0,4	274,9	3,7	0,26	62	3,5	0,2	18,7	3,5	0,2
10	Безработные, тыс. человек	-	10	3000	1518	125,8	5,4	0,79	148,8	5,4	0,78	86,6	5,4	0,79	39,7	5,48	0,8	17,3	5,5	0,8	16	5,5	0,8
11	Занятые в экономике, тыс. человек	+	100	3000	1472	2016, 3	4,8	0,65	2464, 3	5,1	0,73	1229, 7	4,3	0,48	492,7	3,8	0,29	183,7	3,6	0,2	130, 7	3,5	0,2
12	Стоимость основных фондов, млрд. руб	+	100	5000	2487	2085	4,3	0,49	4208, 9	5,2	0,74	1802, 9	4,2	0,45	912,7	3,8	0,3	161,6	3,5	0,2	151	3,5	0,2
								0,00020			0,0030			0,00006			0,00001			0,000005			0,000002
					D			0,492			0,617			0,445			0,393			0,359			0,341



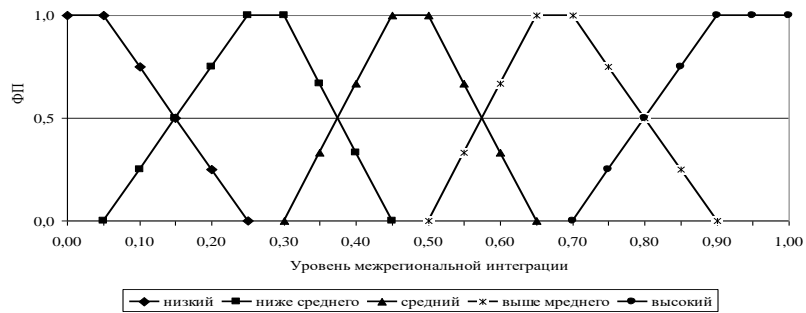
Таблица В.7 – Значение показателей развития регионов ЮФО 2015 г.

№	Наименование	N A P	M I n	M A x	Mi	Регионы ЮФО																	
						Ростовская область			Краснодарский край			Волгоградская область			Астраханская область			Адыгея			Калмыкия		
						Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di	Xp	Xi	di
1	ВРП, млрд.руб	+	30	5000	2522,8	1122	3,9	0,35	1946,8	4,3	0,47	735	3,8	0,3	320,7	3,6	0,2	82,6	3,5	0,2	47	3,5	0,2
2	Объем инвестиций в основной капитал, млрд. руб	+	10	1000	502	309	4,1	0,4	586,9	4,7	0,6	200	3,9	0,3	113	3,7	0,27	15,7	3,5	0,2	16,6	3,5	0,2
3	Объем розничной торговли, млрд. руб	+	10	2000	1010	824,9	4,3	0,49	1160,6	4,7	0,6	346,9	3,9	0,32	174,3	3,7	0,26	73,2	3,6	0,2	17,9	3,5	0,2
4	Среднедушевые денежные доходы населения, тыс. руб/год	+	130	500	187,8	318,3	4,5	0,56	378,6	4,8	0,6	260	4,2	0,45	288	4,4	0,5	272,3	4,3	0,47	170	3,7	0,27
5	Преступления на 100 тыс.чел населения	-	500	2000	761	1469	4,2	0,45	1369	4,3	0,5	1634	4	0,37	1448	4,2	0,46	1101	4,7	0,6	1135	4,6	0,6
6	Коэффициент родившихся на 1000 человек	+	5	20	8	12,1	4,4	0,5	13,5	4,6	0,59	11,5	4,4	0,5	14,5	4,8	0,6	12,5	4,5	0,55	13,6	4,6	0,6
7	Коэффициент умерших на 1000	-	5	20	8	13,9	4,3	0,49	13	4,4	0,53	13,8	4,3	0,49	12,3	4,5	0,56	13	4,4	0,53	9,8	4,9	0,66
8	Заболеваемость на 1000 чел.	-	500	1000	254	801,2	4,3	0,48	649,5	4,9	0,67	644,3	4,9	0,67	620,6	5	0,7	659,4	4,9	0,66	658,5	4,9	0,66
9	Отгружено товаров собственного производства, млрд.руб.	+	10	3000	1517,7	1202	4,3	0,48	2112,5	4,9	0,67	1027,5	4,2	0,44	289,2	3,7	0,26	77,37	3,6	0,2	14,9	3,5	0,2
10	Безработные, тыс.человек	-	10	3000	1518	130,3	5,4	0,8	162,5	5,4	0,78	94,7	5,4	0,8	39,7	5,48	0,8	17,7	5,5	0,8	15,4	5,5	0,8
11	Занятые в экономике, тыс. человек	+	100	3000	1472	2001,3	4,8	0,64	2539,4	5,2	0,74	1213,3	4,3	0,47	489,7	3,8	0,29	184,1	3,6	0,2	129,1	3,5	0,2
12	Стоимость основных фондов, млрд.руб	+	100	5000	2487	2355,6	4,4	0,5	4770,7	5,4	0,78	1818	4,2	0,45	1053,7	3,9	0,34	169,4	3,6	0,2	175	3,5	0,2
						0,00029			0,0035			0,00007			0,00002			0,000004			0,000003		
					D	0,507			0,624			0,448			0,406			0,357			0,343		

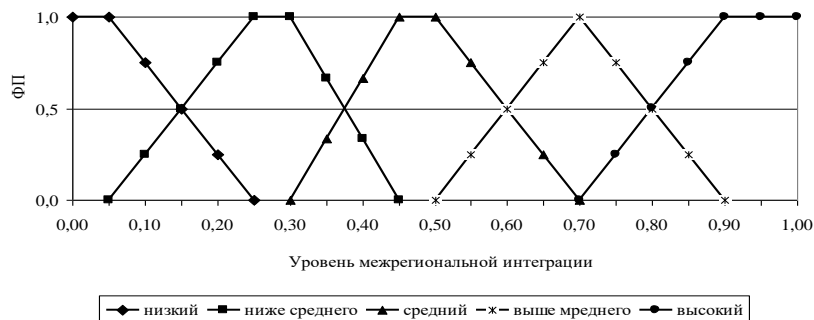


## ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Лингвистическое описание предметной области

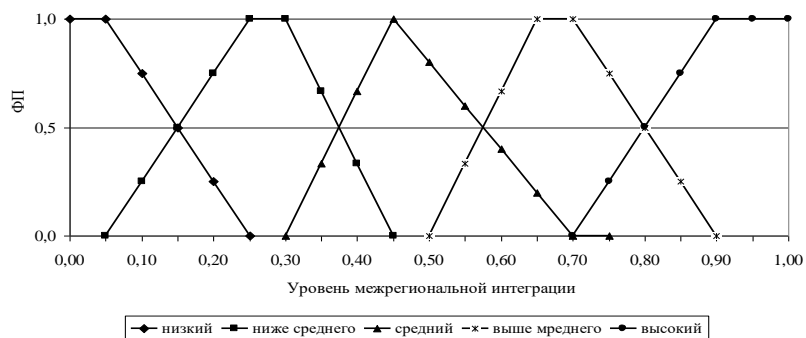
Ниже представлены функции принадлежности, построенные 4 экспертами для выходной лингвистической переменной «уровень межрегиональной интеграции» (УМИ). На рис. Г.1 приведен график ФП выходной лингвистической переменной – УМИ.



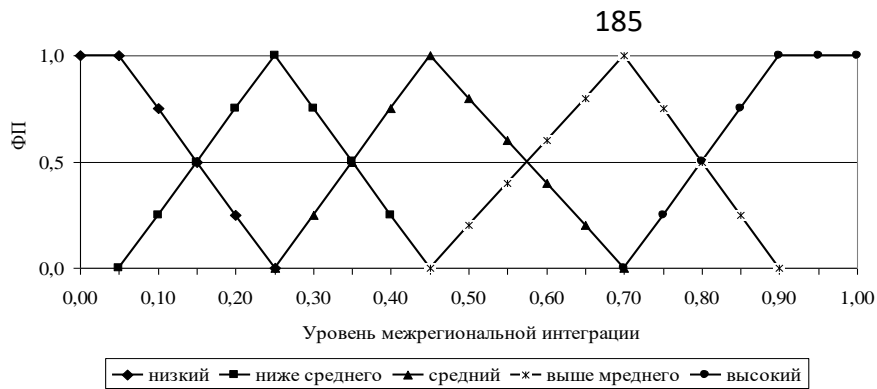
а)



б)



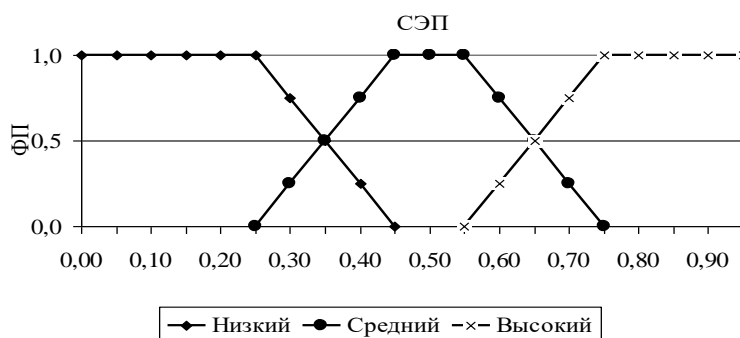
в)



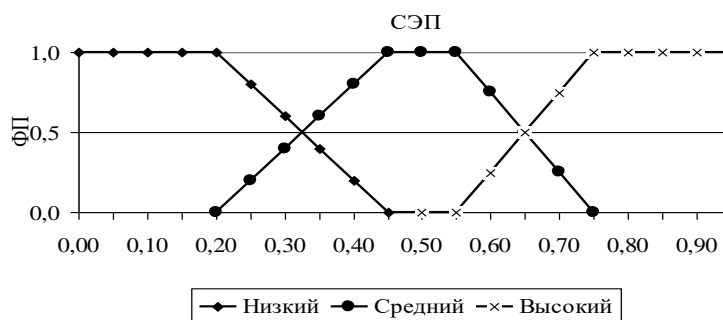
г)

Рисунок Г.1– Вид функций принадлежности для выходной переменной «уровень межрегиональной интеграции»: а – 1 эксперт; б – 2 эксперт; в – 3 эксперт; г – 4 эксперт

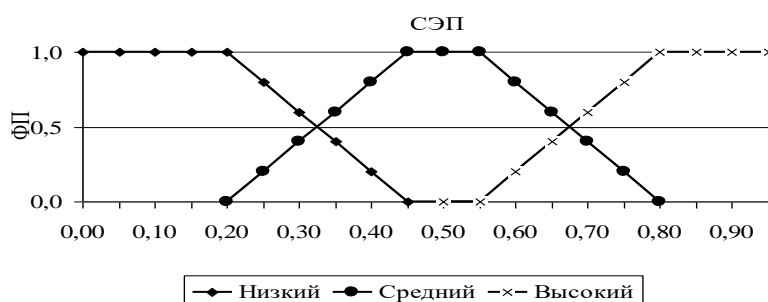
На рис. Г.2 приведен график ФП входной лингвистической переменной – СЭП .



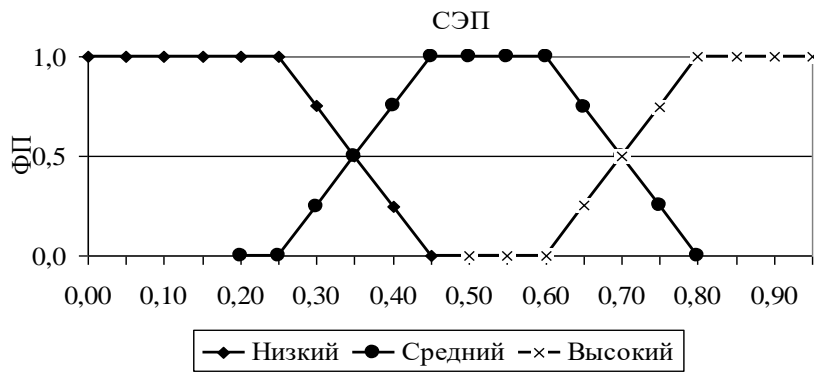
а)



б)



в)

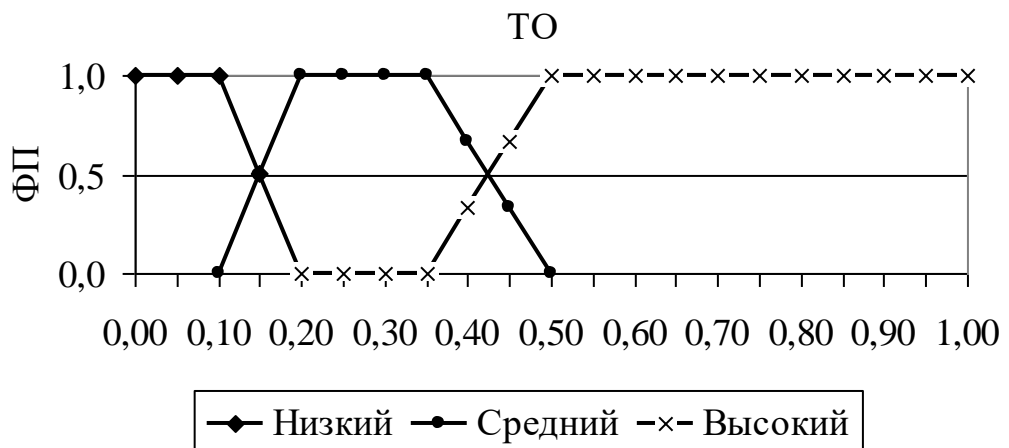


г)

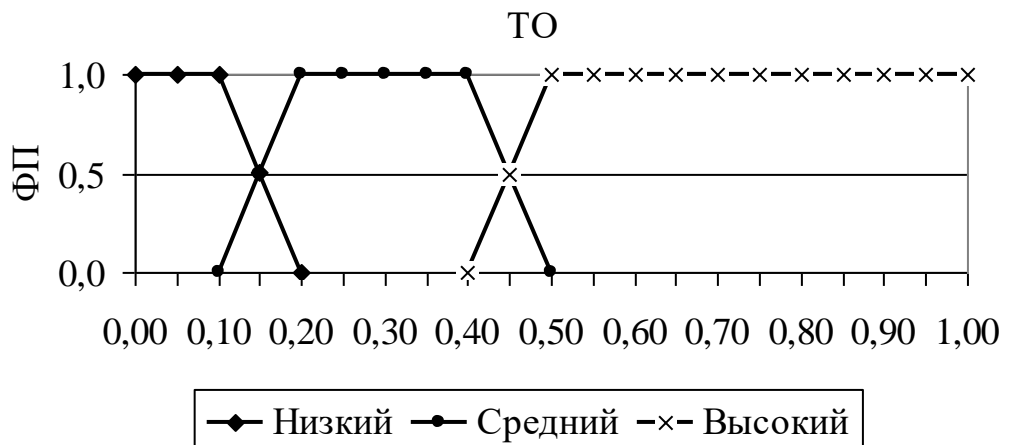
Рисунок Г.2 – Вид функций принадлежности для входной переменной «социально-экономические показатели»:

а – 1 эксперт; б – 2 эксперт; в – 3 эксперт; г – 4 эксперт

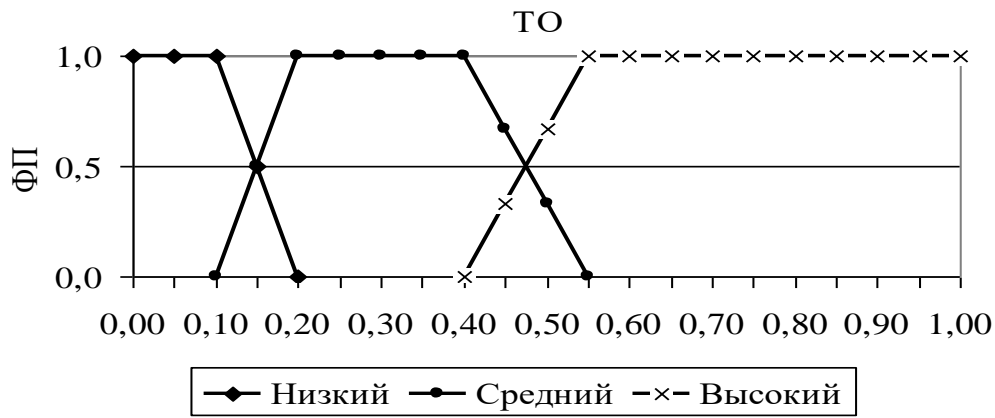
На рис. Г.3 приведен график ФП входной лингвистической переменной – товарооборот.



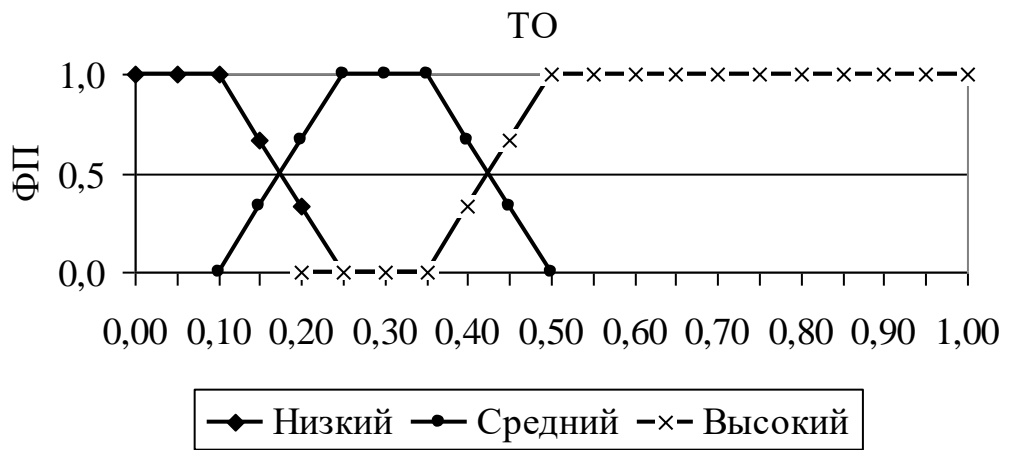
а)



б)



в)

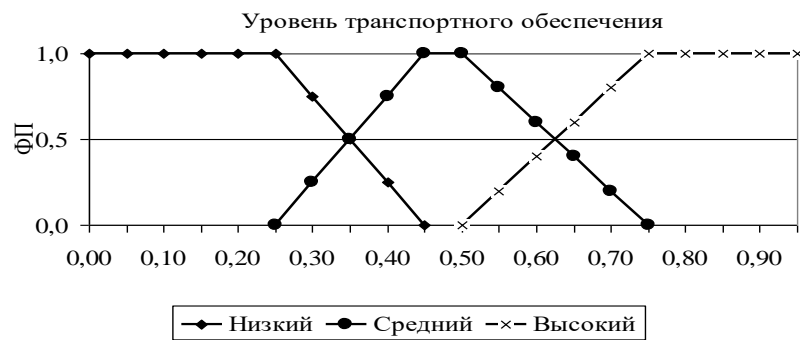


г)

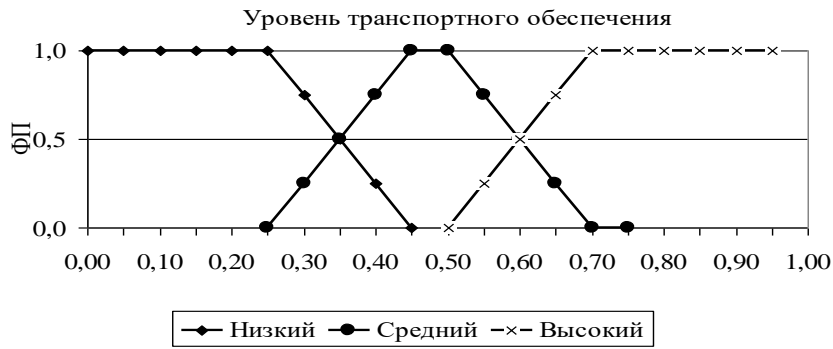
Рисунок Г.3 – Вид функций принадлежности для входной переменной «товарооборот»:

а – 1 эксперт; б – 2 эксперт; в – 3 эксперт; г – 4 эксперт

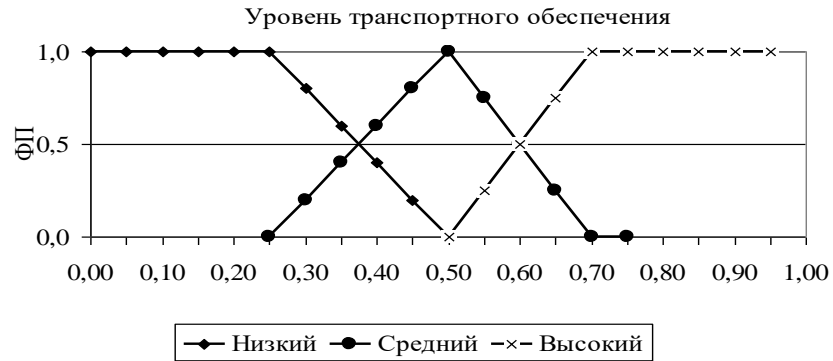
На рис. Г.4 приведен график ФП входной лингвистической переменной – УТС.



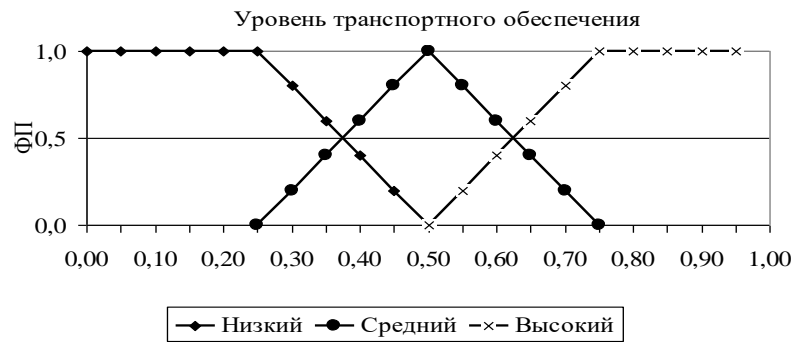
а)



б)



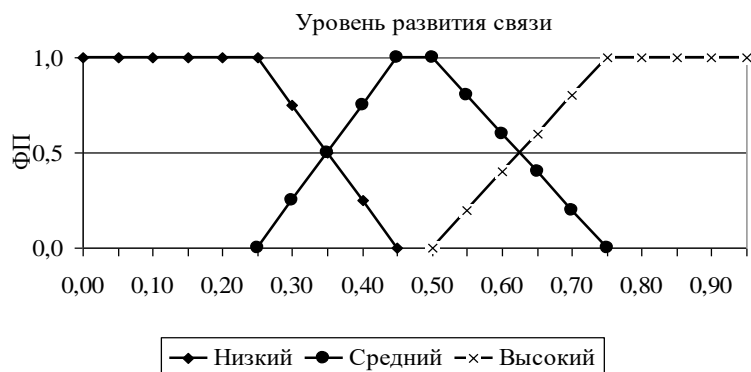
в)



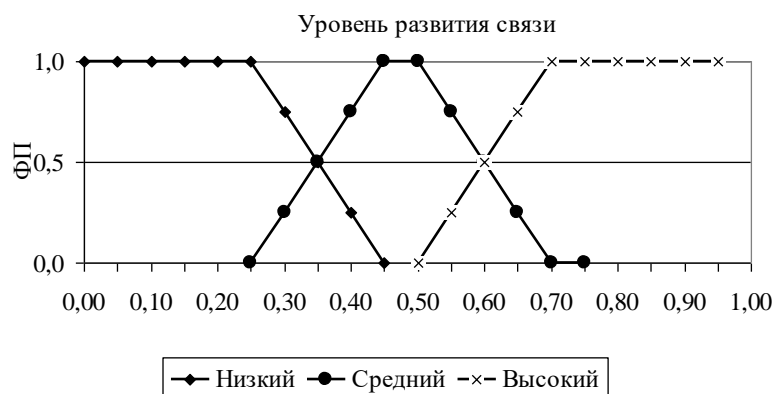
г)

Рисунок Г.4— Вид функций принадлежности для входной переменной «уровень транспортного сообщения»:  
а – 1 эксперт; б – 2 эксперт; в – 3 эксперт; г – 4 эксперт

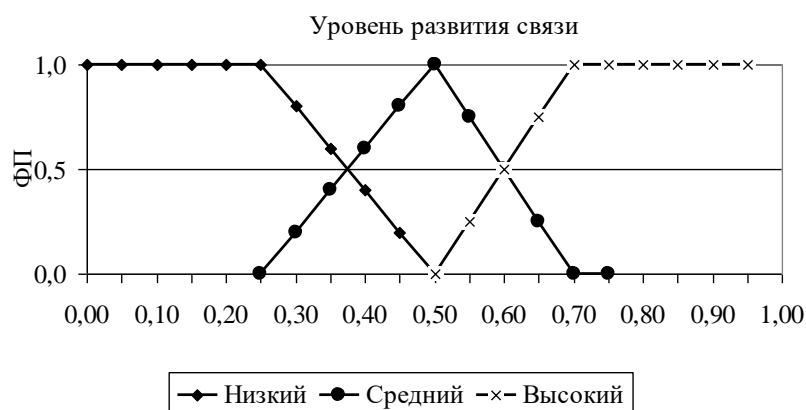
На рис. Г.5 приведен график ФП входной лингвистической переменной – «Уровень развития связи» -УРС.



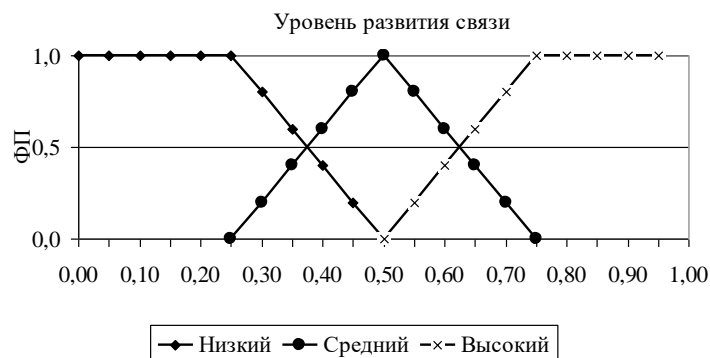
а)



б)



в)



г)

Рисунок Г.5 – Вид функций принадлежности для входной переменной «уровень развития связи»:

а – 1 эксперт; б – 2 эксперт; в – 3 эксперт; г – 4 эксперт



Таблица Г.1 – Матрица парной согласованности для всех термов

Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4
1	0,956	0,976	0,915
0,956	1	0,956	0,916
0,978	0,956	1	0,935
0,915	0,916	0,935	1

В табл. Г.2 – Г.5 представлены матрицы парной согласованности для входных факторов

Таблица Г.2– Матрица парной согласованности для всех термов ЛП - Социально-экономические показатели регионов (СЭП)

Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4
1	0,951	0,905	0,905
0,951	1	0,952	0,862
0,905	0,952	1	0,906
0,905	0,862	0,906	1

Таблица Г.3 – Матрица парной согласованности для всех термов ЛП – Товарооборот (ТО)

Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4
1	0,958	0,92	0,922
0,958	1	0,959	0,882
0,92	0,959	1	0,846
0,922	0,882	0,846	1

Таблица Г.4 – Матрица парной согласованности для всех термов ЛП – Уровень транспортного сообщения (УТС)

Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4
1	0,949	0,896	0,947
0,949	1	0,944	0,896
0,896	0,944	1	0,946
0,947	0,896	0,946	1

Таблица Г.5 – Матрица парной согласованности для всех термов ЛП Уровень развития связи (УРС)

Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4
1	0,949	0,896	0,947
0,949	1	0,944	0,896
0,896	0,944	1	0,946
0,947	0,896	0,946	1

Кортеж входной ЛП «социально-экономические показатели» (СЭП) имеет вид:

$$\langle \text{СЭП, балл} \{ \text{низкий, средний, высокий} \}, [0 - 1], \rangle.$$

Особенности оценивания определяют использование для выходной лингвистической переменной – 3-х термовой модели.

На рис. Г.6 приведен график ФП входной лингвистической переменной – СЭП на основе расчетных данных, полученных при использовании методики обобщенного критерия эффективности по 12 показателям.

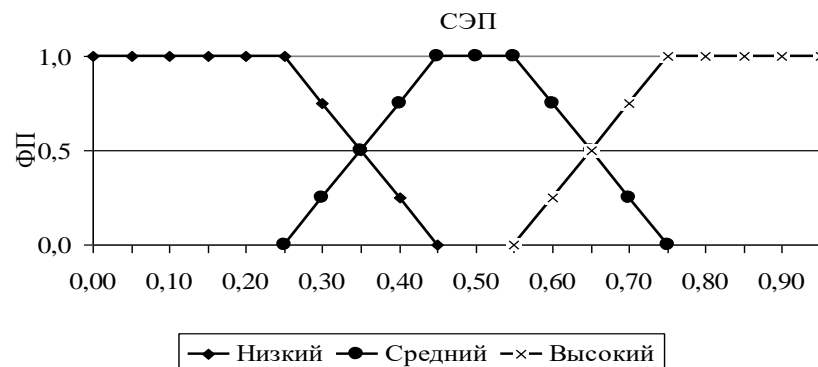


Рисунок Г.6 – Вид функций принадлежности для входной переменной «социально-экономические показатели» (1 эксперт)

Фактические статистические данные, характеризующие товарооборот Ростовской области с другими регионами ЮФО получены по отчетности Министерства сельского хозяйства и продовольствия за 2017 год и сведены в табл. Г.6.

Таблица Г.6 - Товарооборот Ростовской области с регионами ЮФО в 2017 г

	Товарооборот в млн. руб.	Доля
Всего по РФ	397224,7	
Южный ФО	76916,4	1
Краснодарский край	43442,1	0,56
Астраханская область	9012,2	0,12
Волгоградская область	23152,4	0,30
Республика Адыгея	867,1	0,01
Республика Калмыкия	442,8	0,01

Специфические особенности данного критерия заключаются в том, что при лингвистическом описании и построении ФП необходимо учитывать границы носителя в рамках общего товарооборота с ФО (ЮФО). Нами приняты ключевые точки границ носителя – т.е. если товарооборот с регионом превышает 50% от округа, то степень уверенности высказывания, что значение термина ЛП «высокий товарооборот» равно единице.

Кортеж входной ЛП «товарооборот» (ТО) имеет вид:

$$\langle \text{ТО}, \{\text{низкий, средний, высокий}\}, [0 - 1], \rangle .$$

На рис. Г.7 приведен график ФП входной лингвистической переменной – товарооборот на основе статистических данных Минсельхоза РО по товарообороту (табл. Г.7), и нормализованных для удобства представления данных и использования в дальнейших расчетов.

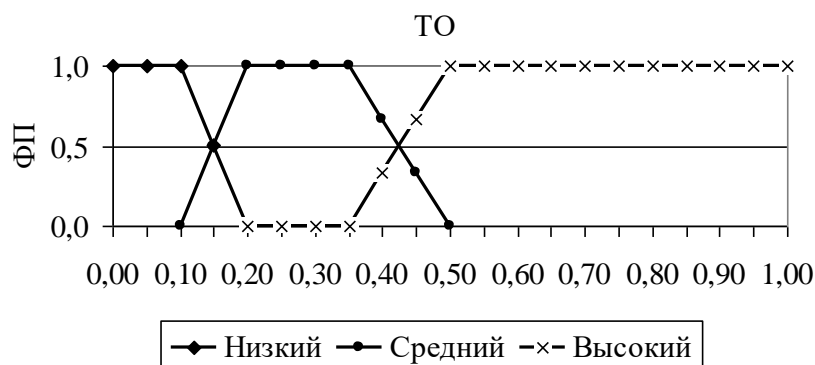


Рисунок Г.7 – Вид функций принадлежности для входной переменной «товарооборот» (3 эксперт)

Кортеж входной ЛП «Уровень транспортного сообщения» (УТС) имеет вид:

$$\langle \text{УТС, балл} \{ \text{низкий, средний, высокий} \}, [0 - 1], \rangle.$$

На рис. Г.8 приведен график ФП входной лингвистической переменной – УТС на основе расчетных данных, полученных при использовании методики обобщенного критерия эффективности по 7 показателям.

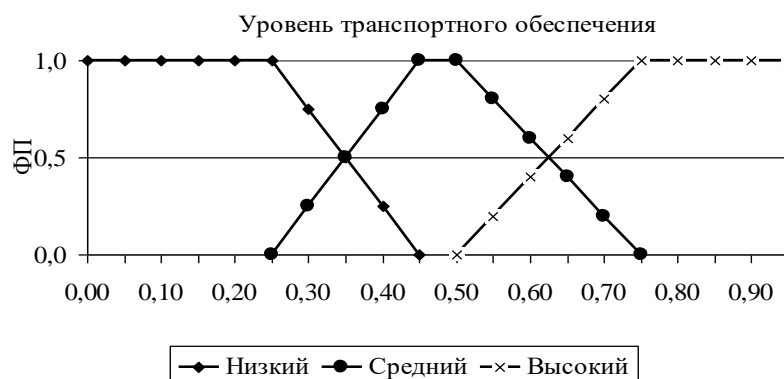


Рисунок Г.8– Вид функций принадлежности для входной переменной «уровень транспортного сообщения» (3 эксперт)

Кортеж входной ЛП «Уровень развития связи» (УРС) имеет вид:

$$\langle \text{УРС, балл} \{ \text{низкий, средний, высокий} \}, [0 - 1], \rangle.$$

На рис.Г.9 приведен график ФП входной лингвистической переменной – «Уровень развития связи» -УРС - на основе расчетных данных, полученных при использовании методики расчета интегрального индикатора эффективности по 4 показателям.

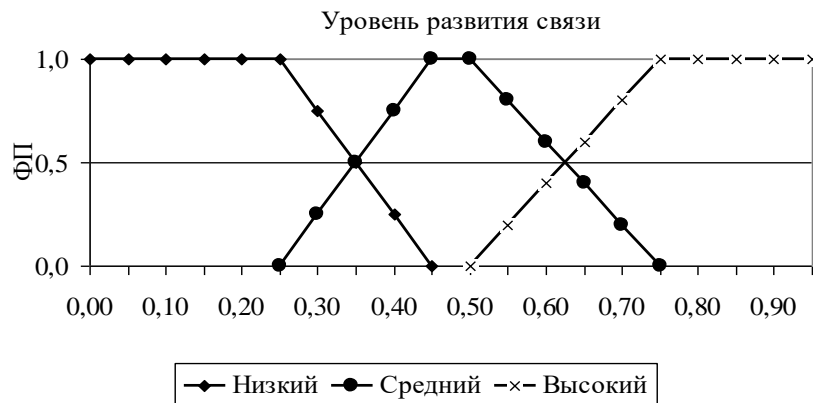


Рисунок Г.9 – Вид функций принадлежности для входной переменной «уровень развития связи» (3 эксперт)

Значения аддитивного и мультипликативного показателей согласованности нечетких экспертных знаний приведены в табл. Г.7

Таблица Г.7 – Расчетные данные оценок согласованности

Наименование лингвистической переменной (ЛП)	значения аддитивного $k$ и мультипликативного показателей общей согласованности $\tilde{k}$
Социально-экономические показатели регионов (СЭП)	$k = 0,862; \tilde{k} = 0,86$
Товарооборот (ТО)	$k = 0,846; \tilde{k} = 0,844$
Уровень транспортного сообщения (УТС)	$k = 0,896; \tilde{k} = 0,895$
Уровень развития связи (УРС)	$k = 0,896; \tilde{k} = 0,895$
Уровень межрегиональной интеграции (УМИ)	$k = 0,896; \tilde{k} = 0,891$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д – База знаний ИИС

В приложении Д представлены скрины экранов набора продукционных правил в среде МАТЛаб, характеризующих модель предметной области «уровень межрегиональной интеграции» решение задачи дефаззификации.





52. If (СЭП is средний) and (УТС is высокий) and (ТО is высокий) and (УРС is низкий) then (УМИ is центр3) (1)
53. If (СЭП is средний) and (УТС is высокий) and (ТО is высокий) and (УРС is средний) then (УМИ is правый) (1)
54. If (СЭП is средний) and (УТС is высокий) and (ТО is высокий) and (УРС is высокий) then (УМИ is правый) (1)
55. If (СЭП is высокий) and (УТС is низкий) and (ТО is низкий) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
56. If (СЭП is высокий) and (УТС is низкий) and (ТО is низкий) and (УРС is средний) then (УМИ is левый) (1)
57. If (СЭП is высокий) and (УТС is низкий) and (ТО is низкий) and (УРС is высокий) then (УМИ is центр1) (1)
58. If (СЭП is высокий) and (УТС is низкий) and (ТО is средний) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
59. If (СЭП is высокий) and (УТС is низкий) and (ТО is средний) and (УРС is средний) then (УМИ is центр1) (1)
60. If (СЭП is высокий) and (УТС is низкий) and (ТО is средний) and (УРС is высокий) then (УМИ is центр1) (1)
61. If (СЭП is высокий) and (УТС is низкий) and (ТО is высокий) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
62. If (СЭП is высокий) and (УТС is низкий) and (ТО is высокий) and (УРС is средний) then (УМИ is центр2) (1)
63. If (СЭП is высокий) and (УТС is низкий) and (ТО is высокий) and (УРС is высокий) then (УМИ is центр2) (1)
64. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is низкий) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
65. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is низкий) and (УРС is средний) then (УМИ is центр2) (1)
66. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is низкий) and (УРС is высокий) then (УМИ is центр2) (1)
67. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is средний) and (УРС is низкий) then (УМИ is центр2) (1)
68. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is средний) and (УРС is средний) then (УМИ is центр3) (1)
65. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is низкий) and (УРС is средний) then (УМИ is центр2) (1)
66. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is низкий) and (УРС is высокий) then (УМИ is центр2) (1)
67. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is средний) and (УРС is низкий) then (УМИ is центр2) (1)
68. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is средний) and (УРС is средний) then (УМИ is центр3) (1)
69. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is средний) and (УРС is высокий) then (УМИ is центр3) (1)
70. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is высокий) and (УРС is низкий) then (УМИ is центр2) (1)
71. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is высокий) and (УРС is средний) then (УМИ is центр3) (1)
72. If (СЭП is высокий) and (УТС is средний) and (ТО is высокий) and (УРС is высокий) then (УМИ is правый) (1)
73. If (СЭП is высокий) and (УТС is высокий) and (ТО is низкий) and (УРС is низкий) then (УМИ is левый) (1)
74. If (СЭП is высокий) and (УТС is высокий) and (ТО is низкий) and (УРС is средний) then (УМИ is центр1) (1)
75. If (СЭП is высокий) and (УТС is высокий) and (ТО is низкий) and (УРС is высокий) then (УМИ is центр2) (1)
76. If (СЭП is высокий) and (УТС is высокий) and (ТО is средний) and (УРС is низкий) then (УМИ is центр1) (1)
77. If (СЭП is высокий) and (УТС is высокий) and (ТО is средний) and (УРС is средний) then (УМИ is центр3) (1)
78. If (СЭП is высокий) and (УТС is высокий) and (ТО is средний) and (УРС is высокий) then (УМИ is правый) (1)
79. If (СЭП is высокий) and (УТС is высокий) and (ТО is высокий) and (УРС is низкий) then (УМИ is центр3) (1)
80. If (СЭП is высокий) and (УТС is высокий) and (ТО is высокий) and (УРС is средний) then (УМИ is правый) (1)
81. If (СЭП is высокий) and (УТС is высокий) and (ТО is высокий) and (УРС is высокий) then (УМИ is правый) (1)
If
and
and

Рисунок Д.1 – Скриншоты экранов

## Решение задачи дефаззификации

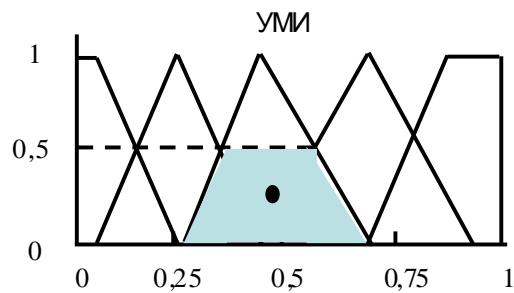
Таблица Д.1 – Значения ФП (С – центральный терм, L - левый терм)

Регион	$\mu(x)$	СЭП	УТС	ТО	УРС
Волгоградская область	L	0	0,345	0	0
	C	1	0,655	1	1

Таблица Д.2 – Наименования термов входных лингвистических переменных и соответствующие значения ФП, приводящих к уровню 3 УМИ (Волгоградская область)

Номер правила		Значения ФП для входных ЛП и значения термов выходной ЛП						
		СЭП	УТС	ТО	УРС	УМИ	min	Max(min)
32	Наименование терма	С	L	С	С	3(С)		0,655
	Значение ФП	1	0,345	1	1		0,345	
41	Наименование терма	С	С	С	С	3(С)		
	Значение ФП	1	0,655	1	1		0,655	

Значение выходного параметра 0,475, что соответствует среднему уровню интеграционных процессов.



Волгоградская область

Рисунок Д.2 – Функции принадлежности входных переменных с нанесёнными значениями из таблицы для Волгоградской области

Таблица Д.3 – Значения ФП (С – центральный терм, L - левый терм)

Регион	$\mu(x)$	СЭП	УТС	ТО	УРС
Астраханская область	L	0,22	0,61	0,8	0,5
	С	0,78	0,39	0,2	0,5



Таблица Д.4 – Наименования термов входных лингвистических переменных и соответствующие значения ФП, приводящих к уровню 1 УМИ (Астраханская область))

Номер правила		Значения ФП для входных ЛП и значения термов выходной ЛП						
		СЭП	УТС	ТО	УРС	УМИ	min	Max(min)
1	Наименование терма	L	L	L	L	1(H)		0,5
	Значение ФП	0,22	0,61	0,8	0,5		0,22	
2	Наименование терма	L	L	L	C	1(H)		
	Значение ФП	0,22	0,61	0,8	0,5		0,22	
4	Наименование терма	L	L	C	L	1(H)		
	Значение ФП	0,22	0,61	0,2	0,5		0,2	
5	Наименование терма	L	L	C	C	1(H)		
	Значение ФП	0,22	0,61	0,2	0,5		0,2	
10	Наименование терма	L	C	L	L	1(H)		
	Значение ФП	0,22	0,39	0,8	0,5		0,22	
11	Наименование терма	L	C	L	C	1(H)		
	Значение ФП	0,22	0,39	0,8	0,5		0,22	
13	Наименование терма	L	C	C	C	1(H)		
	Значение ФП	0,22	0,39	0,2	0,5		0,2	
28	Наименование терма	C	L	L	L	1(H)		
	Значение ФП	0,78	0,61	0,8	0,5		0,5	
29	Наименование терма	C	L	L	C	1(H)		
	Значение ФП	0,78	0,61	0,8	0,5		0,5	
31	Наименование терма	C	L	C	L	1(H)		
	Значение ФП	0,78	0,61	0,2	0,5		0,2	
37	Наименование терма	C	C	L	L	1(H)		
	Значение ФП	0,78	0,39	0,8	0,5		0,5	

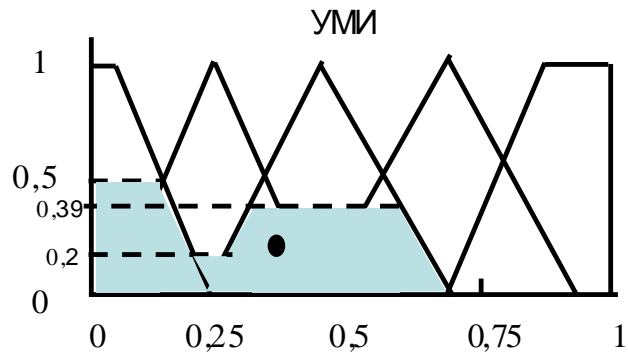
Таблица Д.5 – Наименования термов входных лингвистических переменных и соответствующие значения ФП, приводящих к уровню 2 УМИ (Астраханская область)

Номер правила		Значения ФП для входных ЛП и значения термов выходной ЛП						
		СЭП	УТС	ТО	УРС	УМИ	min	Max(min)
14	Наименование терма	L	C	C	C	2(НС)		0,2
	Значение ФП	0,22	0,39	0,2	0,5		0,2	

Таблица Д.6 – Наименования термов входных лингвистических переменных и соответствующие значения ФП, приводящих к уровню 3 УМИ (Астраханская область)

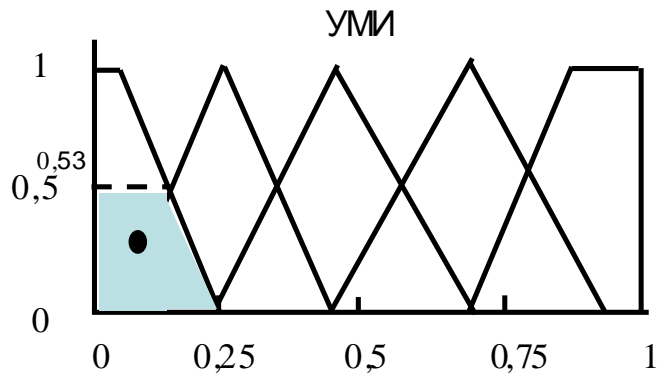
Номер правила		Значения ФП для входных ЛП и значения термов выходной ЛП						
		СЭП	УТС	ТО	УРС	УМИ	min	Max(min)
32	Наименование терма	C	L	C	C			0,39
	Значение ФП	0,78	0,61	0,2	0,5	3(C)	0,2	
38	Наименование терма	C	C	L	C			
	Значение ФП	0,78	0,39	0,8	0,5	3(C)	0,39	
40	Наименование терма	C	C	C	L			
	Значение ФП	0,78	0,39	0,2	0,5	3(C)	0,2	
41	Наименование терма	C	C	C	C			
	Значение ФП	0,78	0,39	0,2	0,5	3(C)	0,2	

Значение выходного параметра 0,321 соответствует среднему уровню интеграции Астраханской области с Ростовской областью.



а)

Рисунок Д.3 – Функции принадлежности входных переменных с нанесёнными значениями из таблицы для Астраханской области



б)

Рисунок Д.4 – Функции принадлежности входных переменных:

а) Астраханская область, б) Республики Адыгея и Республики Калмыкия

ПРИЛОЖЕНИЕ Е – Результаты импульсного моделирования и анализ сценариев (на модели  $G_1$ )

*Сценарий №2.* Предположим, что Федеральные и региональные регулирующие системы ведут разумную межрегиональную политику по поддержке межрегиональных отношений, пусть управляющий импульс  $q_9 = +1$ , вектор возмущений  $Q_2 = \{q_1=0; q_2=0; \dots q_9=+1; q_{10}=0\}$ .

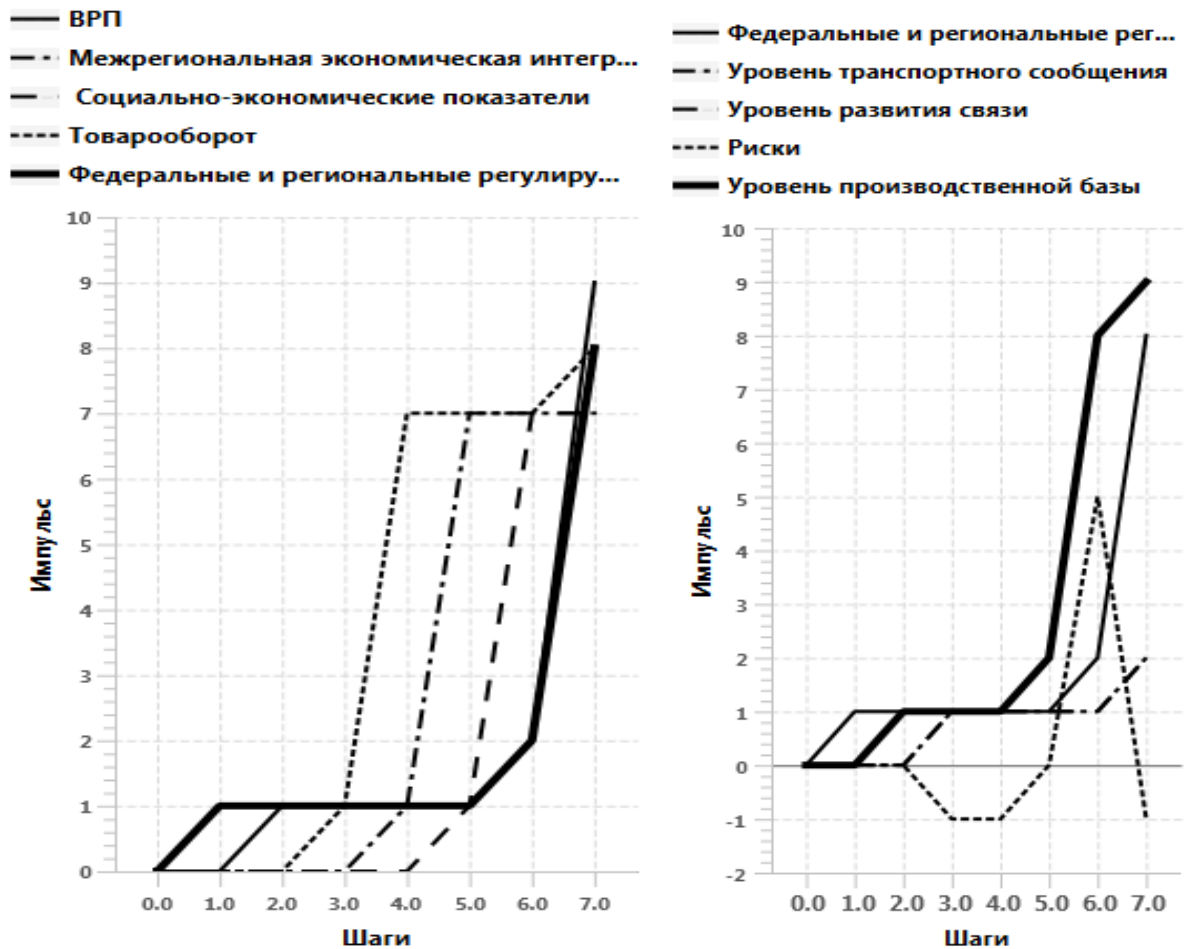


Рисунок Е.1 – Модель  $G_1$ . Сценарий №2

Как видно по графикам сценария №2, положительные действия Федеральных и региональных регулирующих систем способствуют положительным тенденциям развития ситуаций в системе, все показатели растут, риски находятся в колебательном режиме, но, в общем, наблюдается тенденция их снижения (рис. Е.1). Сравним результаты сценариев №1 и №2.

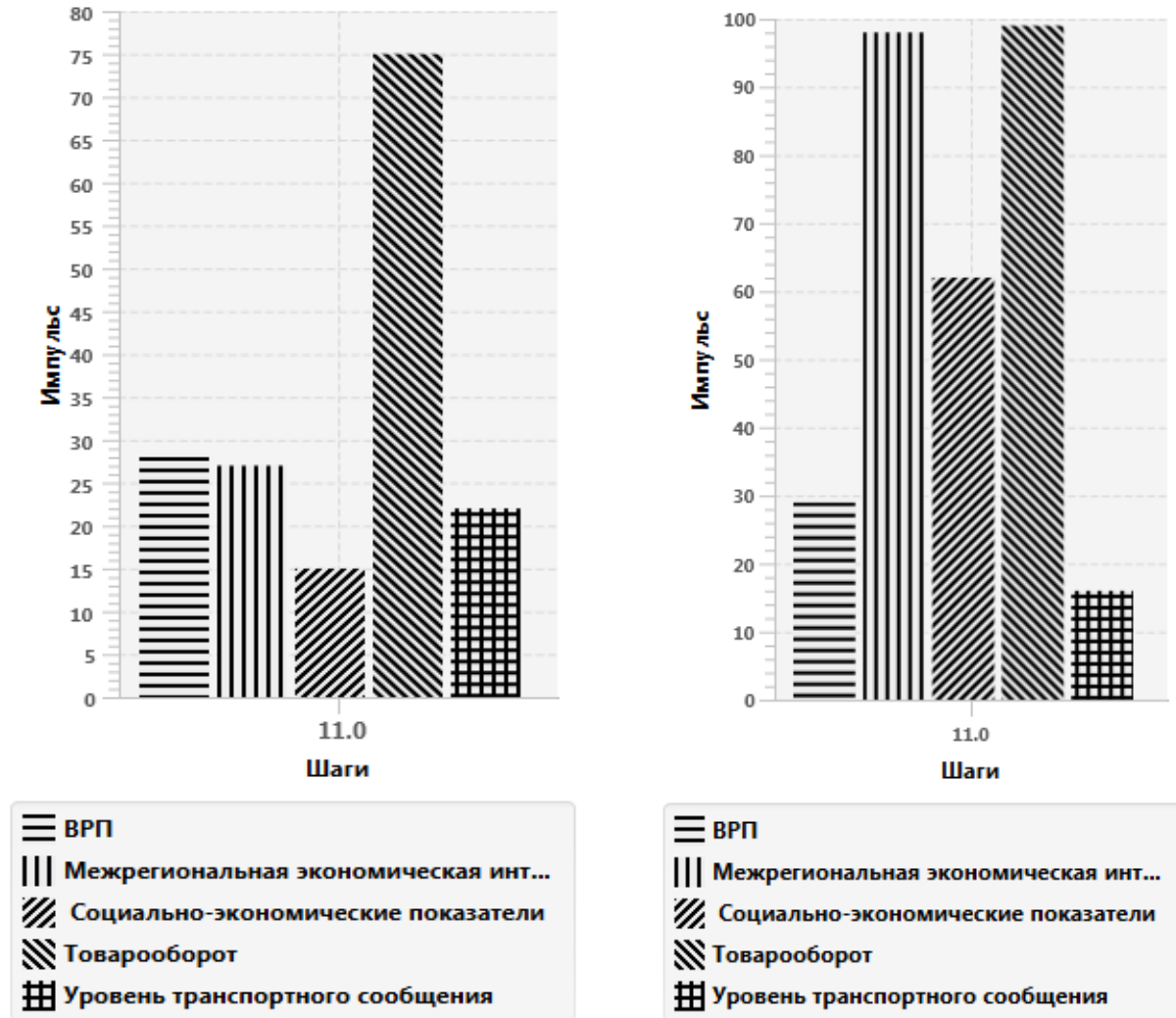


Рисунок Е.2 – Модель  $G_1$ . Сравнение результатов импульсного моделирования по сценариям №1 и №2

Сценарий №2 можно полагать более эффективным, нежели №1 в «долгосрочном периоде». Как видно из рис.3.16, «правильная» координирующая политика государства, способствующая росту межрегиональной экономической интеграции дает более высокие показатели, нежели просто рост товарооборота.

Рассмотрим сценарий, противоположный сценарию №2.

*Сценарий №3.* Предположим что политика Федеральных и региональных регулирующих систем «отрицательна»,  $q_9 = -1$ ; вектор возмущений  $Q_3 = \{q_1=0; q_2=0; \dots q_9=-1; q_{10}=0\}$ .

Результаты моделирования представлены на рис.Е.3.

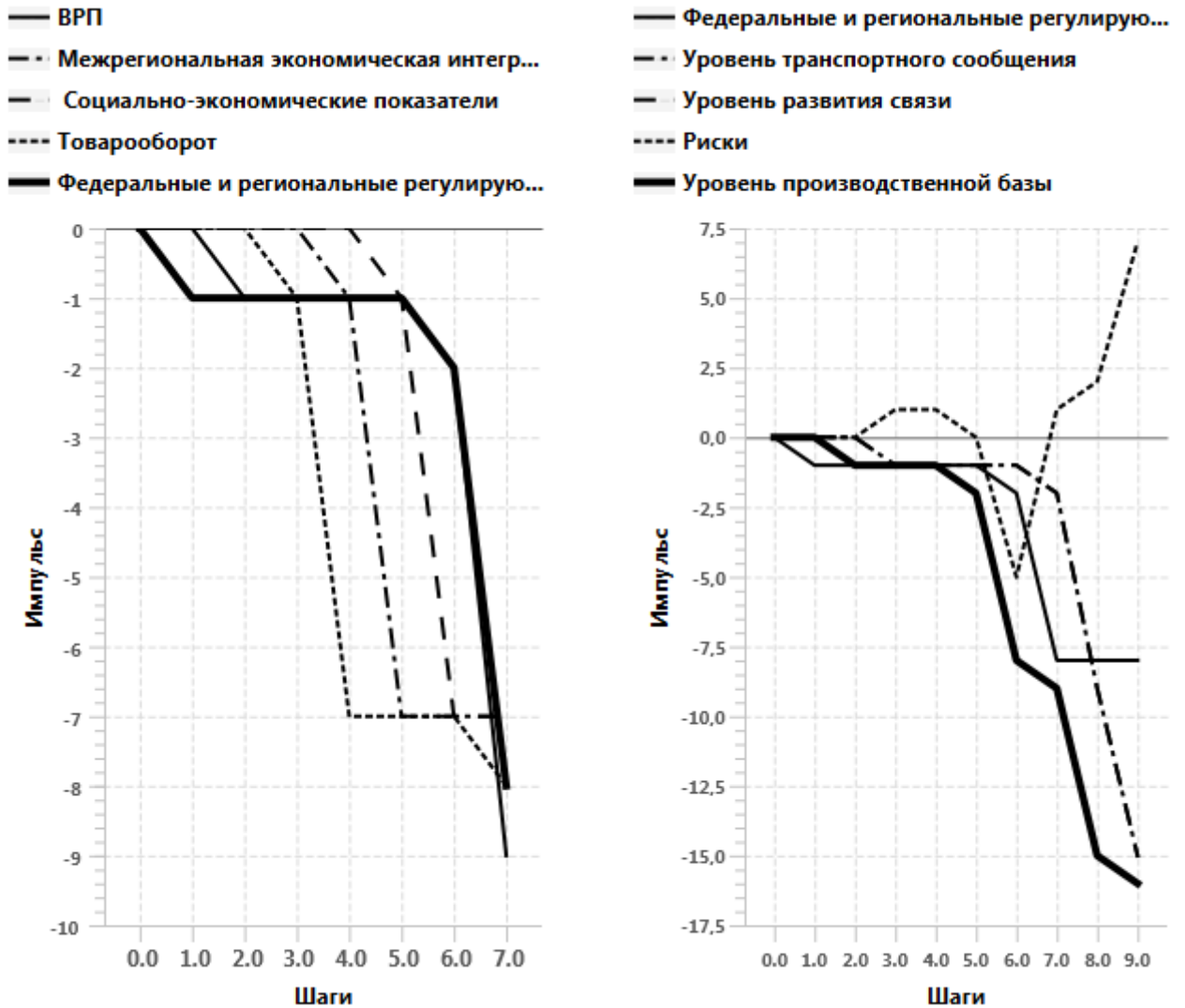


Рисунок Е.3 – Модель  $G_1$ . Сценарий №3

Как видно из рис. Е.3, результаты сценария №3 «зеркально» противоположны сценарию №2. Поэтому, если возмущения вносятся только в одну вершину, достаточно любого противоположного эксперимента.

Рассмотрим сценарий №4, предполагающий возможность внутренних и внешних рисков.

*Сценарий №4.* Предположим возможность нарастания рисков в системе, пусть  $q_7 = +1$ ;  $Q_4 = \{ q_1 = 0; q_2 = 0; \dots q_7 = +1; \dots q_{10} = 0 \}$  – рис.Е.4.

Анализ результатов моделирования по сценарию №4 показывает сложность возможных динамических процессов в системе. Даже одноразовое воздействие рисков на систему приводит к нарастающим колебательным процессам в ней, но в общем можно предположить, что анализируемая системы

пытается преодолевать негативные тенденции за счет внутренних ресурсов и структурных свойств.

Но можно сделать *вывод*, что необходима политика противодействия рискам.

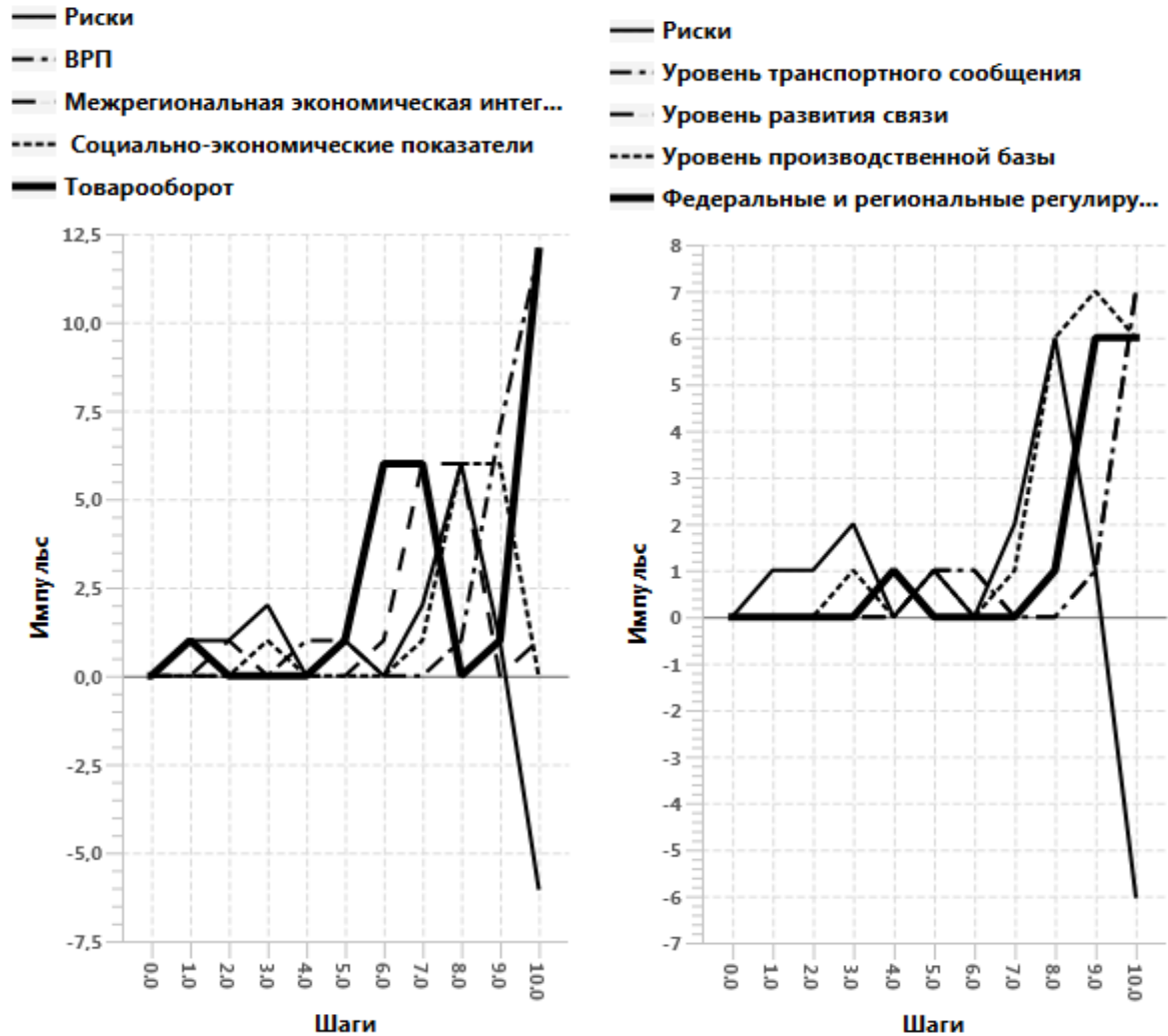


Рисунок Е.4 – Модель  $G_1$ . Сценарий №4.

Рассмотрим теперь возможное поведение системы, если на нее воздействуют возмущения в двух вершинах одновременно.

#### Внесение возмущений в две вершины.

*Сценарий №5.* Пусть растет товарооборот, воздействующий импульс  $q_4 = +1$ , и географическое положение «улучшается», воздействующий импульс  $q_{10} = +1$ ; вектор воздействий  $Q_5 = \{q_1 = 0; q_4 = +1; q_5 = 0; \dots q_{10} = +1\}$ .

Результаты расчетов представлены в табл.Е.1, соответствующие графики – на рис. Е.5.



Таблица Е.1 – Модель  $G_1$ . Результаты импульсного моделирования по сценарию №5

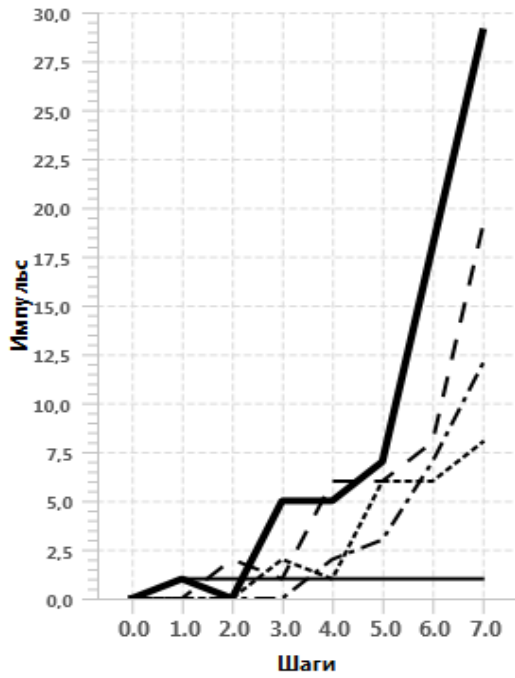
Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V1. ВРП	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	7.0	12.0
V2. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	2.0	1.0	6.0	6.0	8.0	19.0
V3. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	6.0	6.0	8.0
V4. Товарооборот	0.0	1.0	0.0	5.0	5.0	7.0	18.0	29.0
V5. Уровень транспортного сообщения	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	3.0	4.0	8.0
V6. Уровень развития связи	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	7.0
V7. Риски	0.0	1.0	0.0	2.0	-1.0	5.0	-2.0	1.0
V8. Уровень производственной базы	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	8.0	7.0	14.0
V9. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	6.0	6.0
V10. Географическое положение	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Как видно по рисункам Е.5, развитие ситуаций по сценарию №5 можно считать благоприятным, все показатели растут, хотя риски периодически увеличиваются. Единожды улучшившись, географическое положение остается постоянным и на новом уровне, поскольку в рассматриваемом варианте модели межрегиональной экономической интеграции никакой фактор не влияет на  $V_{10}$  (из вершины  $V_{10}$  все дуги только выходят), этот фактор является внешним для системы, но предположительно также может изменяться.

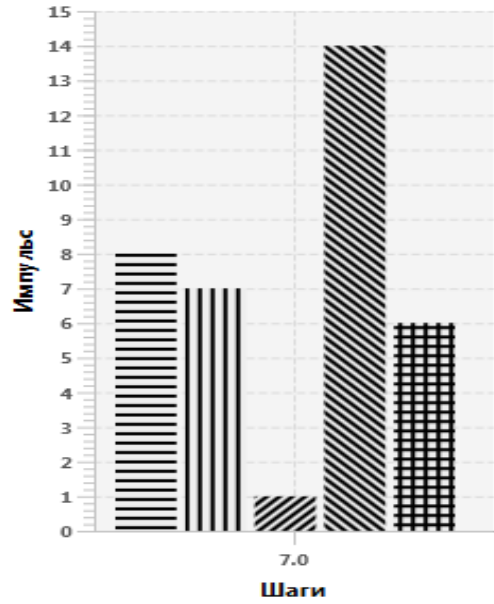
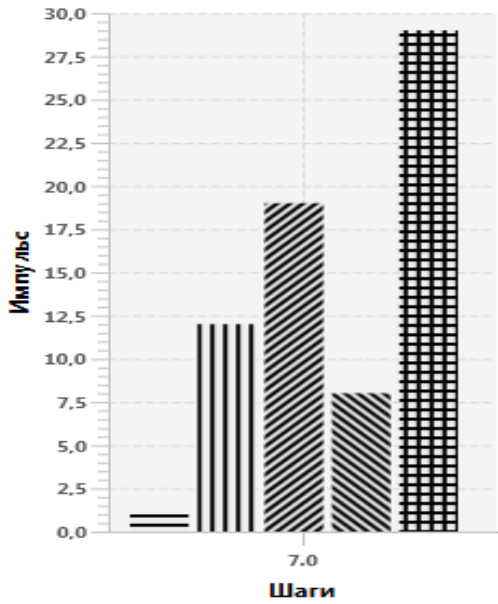
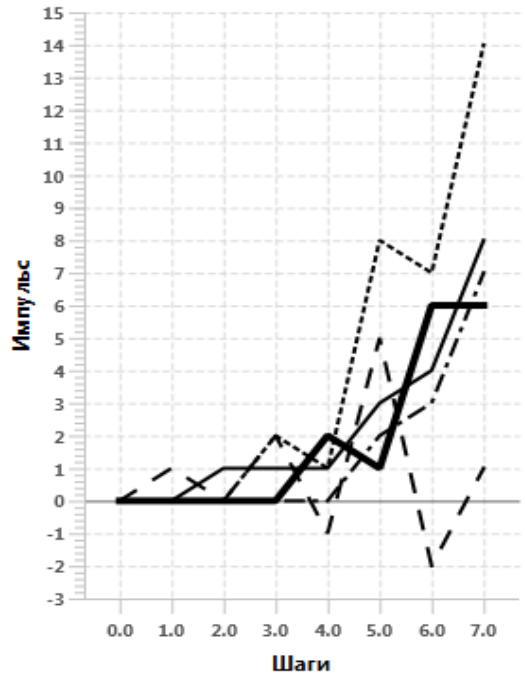
Сопоставим гистограммы сценария №5 (рис. Е.5) с предыдущими сценариями №1 и №2 (рис. Е.6). Как видно из рисунков, улучшение в области географического положения приводит к заметному улучшению показателей в остальных вершинах. Т.е. территориальные изменения влияют на эффективность межрегиональной экономической интеграции,



- Географическое положение
- - - ВРП
- - - Межрегиональная экономическая интег...
- - - Социально-экономические показатели
- Товарооборот



- Уровень транспортного сообщения
- - - Уровень развития связи
- - - Риски
- - - Уровень производственной базы
- Федеральные и региональные регулиро...

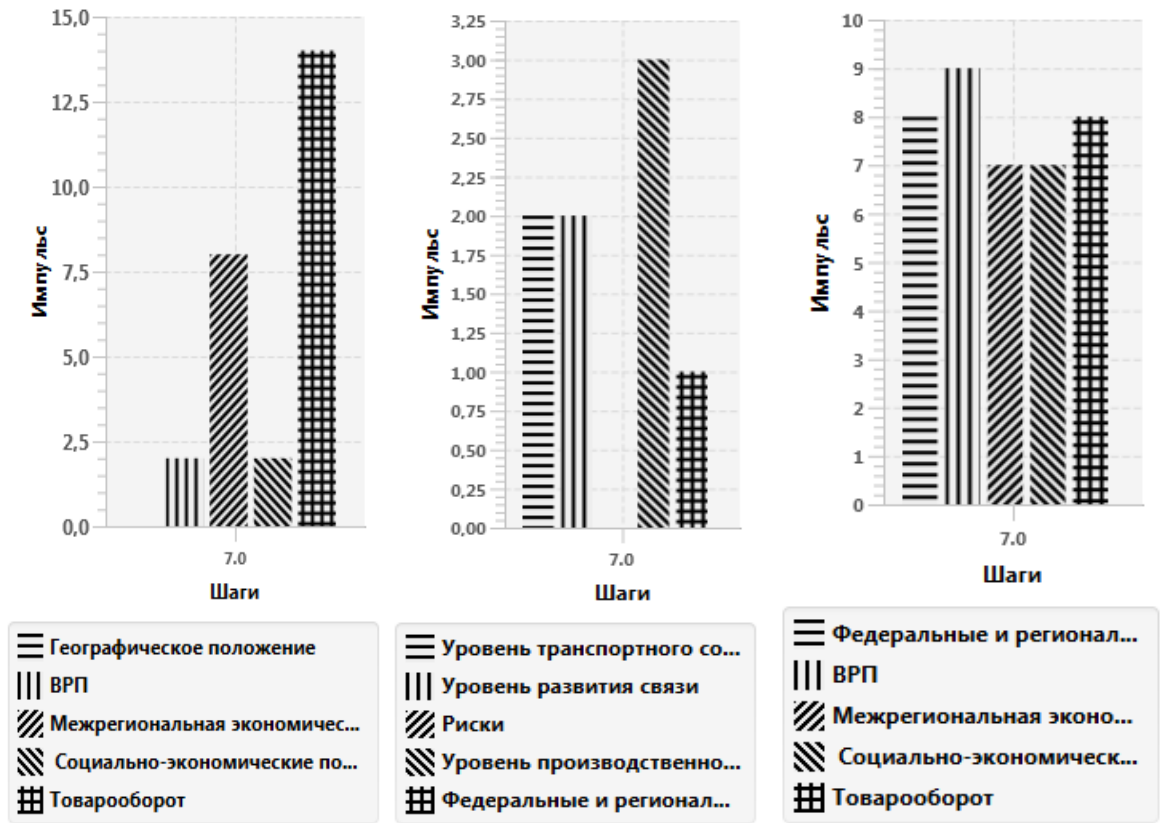


- ▬ Географическое положение
- ▬ ВРП
- ▬ Межрегиональная экономическая...
- ▬ Социально-экономические показ...
- ▬ Товарооборот

- ▬ Уровень транспортного сообщения
- ▬ Уровень развития связи
- ▬ Риски
- ▬ Уровень производственной базы
- ▬ Федеральные и региональные регу...

Рисунок Е.5 – Модель G<sub>1</sub>. Сценарий

№5



Сценарий №1	Сценарий №2
-------------	-------------

Рисунок Е.6. Модель G<sub>1</sub>. Гистограммы импульсного моделирования по сценариям №1 и №2 на 7 тактах моделирования

**Внесение возмущений в три вершины.**

Сценарий №6. Пусть растет товарооборот,  $q_4 = +1$ , Федеральные и региональные регулирующие системы способствуют развитию межрегиональных взаимодействий,  $q_9 = +1$ , но внешние риски растут,  $q_7 = +1$ ; вектор воздействий  $Q_6 = \{q_1 = 0; q_4 = +1; \dots 0; \dots q_7 = +1; \dots q_9 = +1; q_{10} = 0\}$

Результаты моделирования отражены в табл. Е.2 и на рис. Е.7.

Анализ результатов импульсного моделирования по сценарию №6 показывает возможность положительного развития ситуаций в системе, но они не столь эффективны, как в случае сценариев №1, №2, №5, хотя их можно считать более реалистичными, поскольку в реальных условиях на систему могут одновременно совместно воздействовать много факторов.

Таблица Е.2 – Модель  $G_1$ . Результаты импульсного моделирования по сценарию №6

Шаг	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
Вершина								
V1. ВРП	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	9.0
V2. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	7.0	8.0	13.0
V3. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	7.0	8.0
V4. Товарооборот	0.0	1.0	0.0	1.0	7.0	8.0	13.0	14.0
V5. Уровень транспортного сообщения	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
V6. Уровень развития связи	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
V7. Риски	0.0	1.0	1.0	1.0	-1.0	1.0	5.0	1.0
V8. Уровень производственной базы	0.0	0.0	1.0	2.0	1.0	3.0	8.0	10.0
V9. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	8.0
V10. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

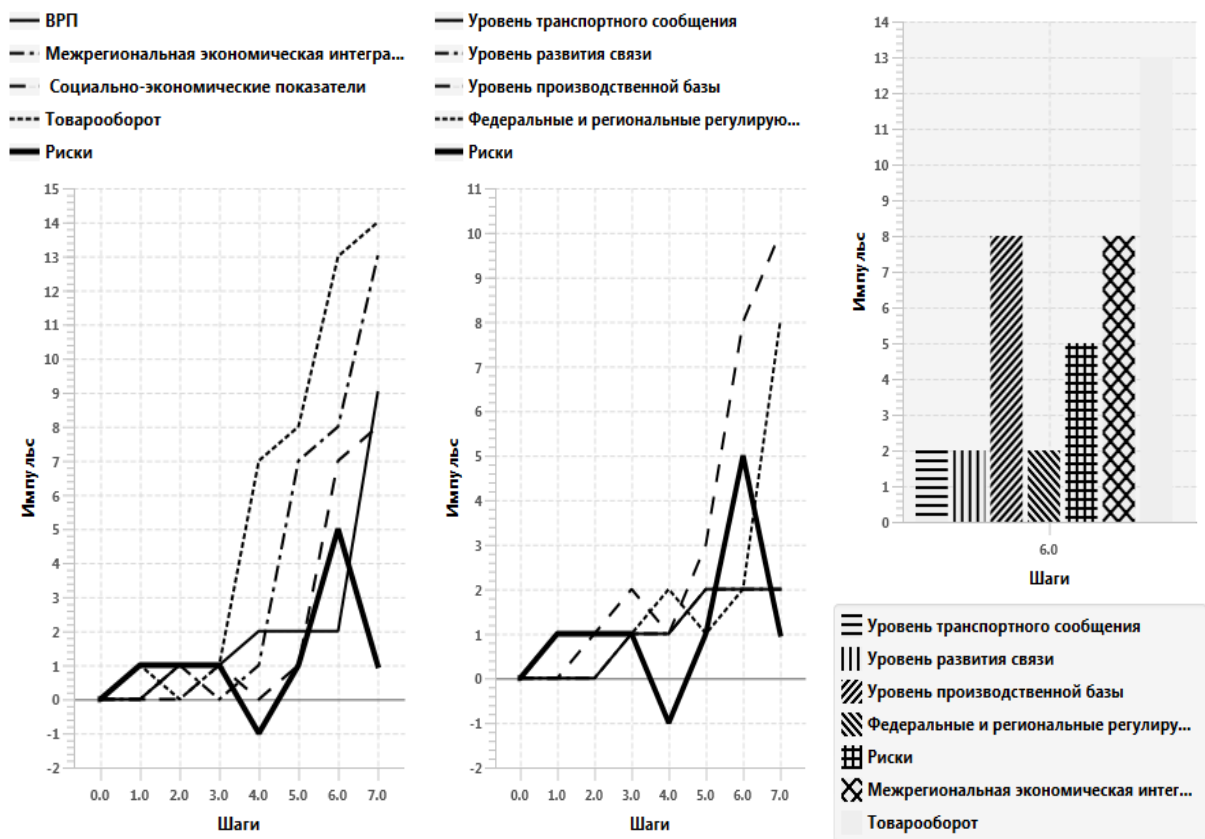


Рисунок Е.7 – Модель  $G_1$ . Сценарий №6

Анализ результатов моделирования по сценарию №4 показывает, что возникновение рисков в системе снижает эффект от развития производства, показатели становятся хуже, нежели при моделировании сценария №3. Но, как показывает моделирование на большее число шагов, общие тенденции развития ситуаций не изменяются, меняется их масштаб, рис. Е.3, рис. Е.8.

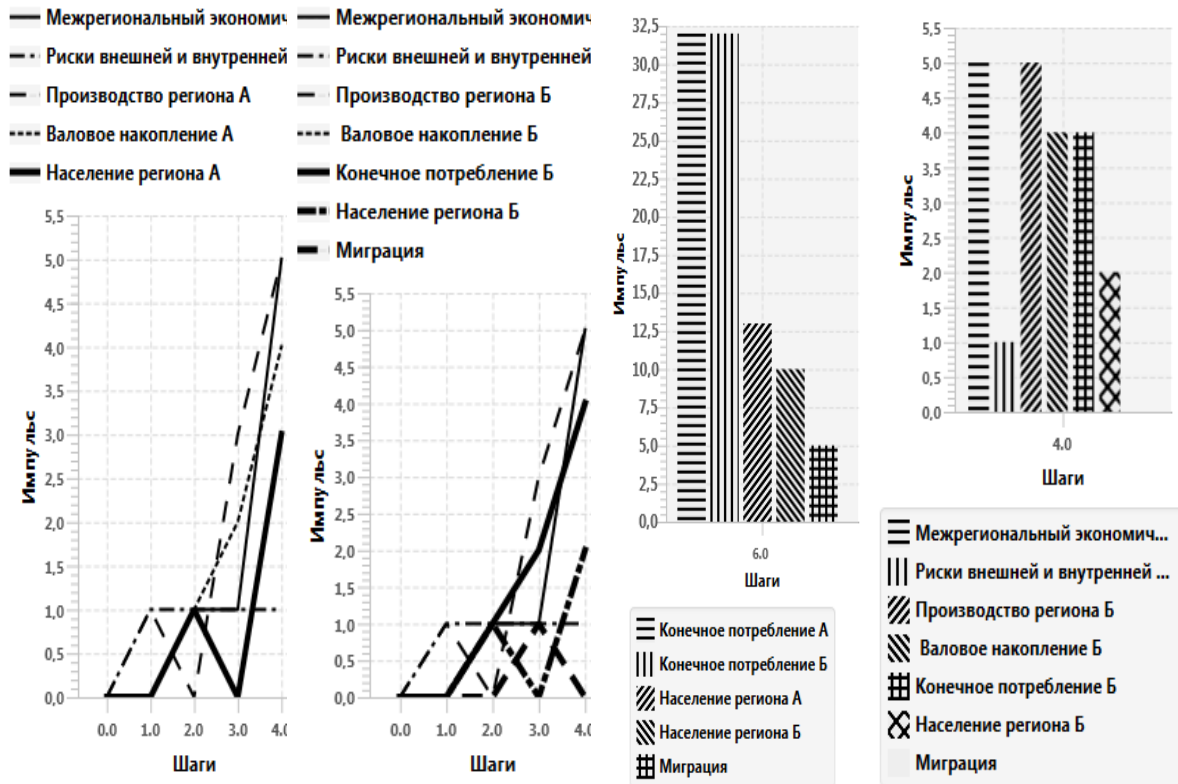


Рисунок Е.8. Сценарий №4, 4 такта моделирования

Таблица Е.3. Отношения между вершинами когнитивной карты  $G_3$ 

№	Код	Вершина «причина» $V_i$	Вершина «следствие» $V_j$	Действие отношения	Знак
1	$e_4$	$V_1$ Межрегиональная экономическая интеграция	$V_4$ Конечное потребление Ростовской области	увеличивает	+
2	$e_5$		$V_5$ Конечное потребление Краснодарского края	увеличивает	+
	$e_6$		$V_6$ Уровень производственной базы Ростовской области	повышает	+
	$e_7$		$V_7$ Уровень производственной базы Краснодарского края	повышает	+
	$e_{14}$		$V_{14}$ Риски	снижает	-
			$V_{15}$ Социально-экономические показатели	улучшает	+
		$V_2$ ВРП Ростовской области	$V_{12}$ Уровень развития связи	способствует	+
			$V_{10}$ Товарооборот между регионами	способствует	+
			$V_{11}$ Уровень транспортного сообщения	способствует	+
		$V_3$ ВРП Краснодарского края	$V_{12}$ Уровень развития связи	способствует	+
			$V_{10}$ Товарооборот между регионами	способствует	+
			$V_{11}$ Уровень транспортного сообщения	способствует	+

		V <sub>4</sub> Конечное потребление Ростовской области	V <sub>6</sub> Уровень производственной базы Ростовской области	влияет	+
		V <sub>5</sub> Конечное потребление Краснодарского края	V <sub>7</sub> Уровень производственной базы Краснодарского края	влияет	+
		V <sub>6</sub> Уровень производственной базы Ростовской области	V <sub>2</sub> ВРП Ростовской области	способствует росту	+
			V <sub>4</sub> Конечное потребление Ростовской области	увеличивает	+
			V <sub>8</sub> Население Ростовской области	способствует занятости	+
			V <sub>10</sub> Товарооборот между регионами		+
			V <sub>14</sub> Риски	снижает	-
		V <sub>7</sub> Уровень производственной базы Краснодарского края	V <sub>3</sub> ВРП Краснодарского края	способствует росту	+
			V <sub>5</sub> Конечное потребление Краснодарского края	увеличивает	+
			V <sub>9</sub> Население Краснодарского края	способствует занятости	+
			V <sub>10</sub> Товарооборот между регионами	способствует росту	+
			V <sub>14</sub> Риски	снижает	-
		V <sub>8</sub> Население Ростовской области	V <sub>1</sub> Межрегиональная экономическая интеграция	влияет	+
			V <sub>2</sub> ВРП Ростовской области	влияет	+

			V <sub>4</sub> Конечное потребление Ростовской области	влияет	+
			V <sub>12</sub> Уровень развития связи	влияет	+
			V <sub>17</sub> Миграция	влияет	+
		V <sub>9</sub> Население Краснодарского края	V <sub>1</sub> Межрегиональная экономическая интеграция	влияет	+
			V <sub>3</sub> ВРП Краснодарского края	влияет	+
			V <sub>5</sub> Конечное потребление Краснодарского края	влияет	+
			V <sub>12</sub> Уровень развития связи	влияет	+
			V <sub>17</sub> Миграция	влияет	+
		V <sub>10</sub> Товарооборот между регионами «Анализ уравнений регрессии свидетельствует о существенном росте товарооборота РО с остальными регионами, что является признаком развития межрегиональной экономической интеграции»	V <sub>1</sub> Межрегиональная экономическая интеграция	укрепляет, развивает	+
			V <sub>2</sub> ВРП Ростовской области	повышает	+
			V <sub>3</sub> ВРП Краснодарского края	повышает	+
		V <sub>11</sub> Уровень транспортного сообщения	V <sub>10</sub> Товарооборот между регионами	способствует увеличению	+
		V <sub>12</sub> Уровень развития связи	V <sub>10</sub> Товарооборот между регионами	способствует увеличению	+



		V <sub>13</sub> Федеральные и региональные регулирующие системы	V <sub>6</sub> Уровень производственной базы Ростовской области	влияет	+
			V <sub>7</sub> Уровень производственной базы Краснодарского края	влияет	+
		V <sub>14</sub> Риски	V <sub>1</sub> Межрегиональная экономическая интеграция	снижают	-
			V <sub>6</sub> Уровень производственной базы Ростовской области	снижают	-
			V <sub>7</sub> Уровень производственной базы Краснодарского края	снижают	-
			V <sub>10</sub> Товарооборот между регионами	снижают	-
		V <sub>15</sub> Социально-экономические показатели	V <sub>2</sub> ВРП Ростовской области	определяют	+
			V <sub>3</sub> ВРП Краснодарского края	определяют	+
			V <sub>13</sub> Федеральные и региональные регулирующие системы	влияют	+
		V <sub>16</sub> Географическое положение	V <sub>1</sub> Межрегиональная экономическая интеграция	способствует	+
			V <sub>11</sub> Уровень транспортного сообщения	способствует	+
			V <sub>14</sub> Риски	снижают/увеличивают	-
		V <sub>17</sub> Миграция	V <sub>14</sub> Риски	увеличивает	+



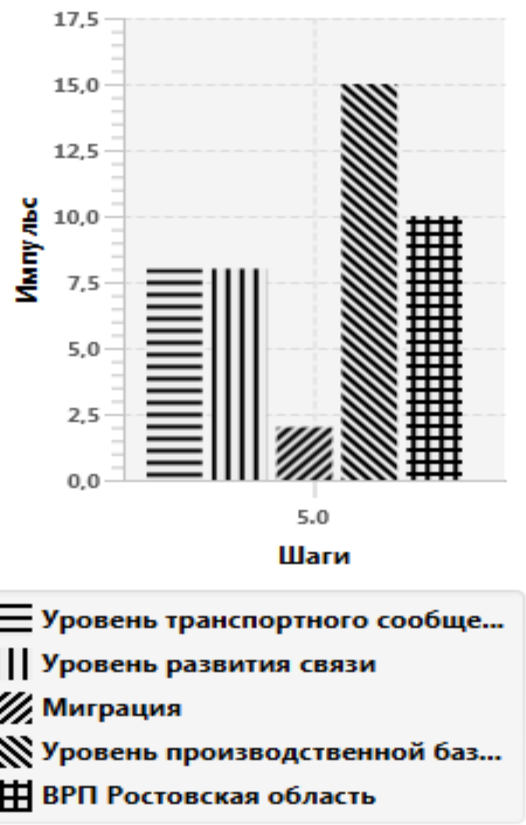
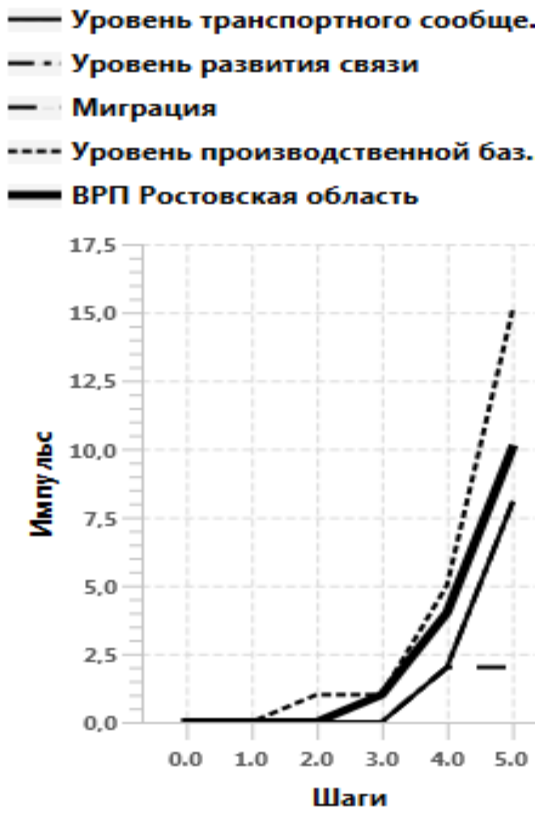
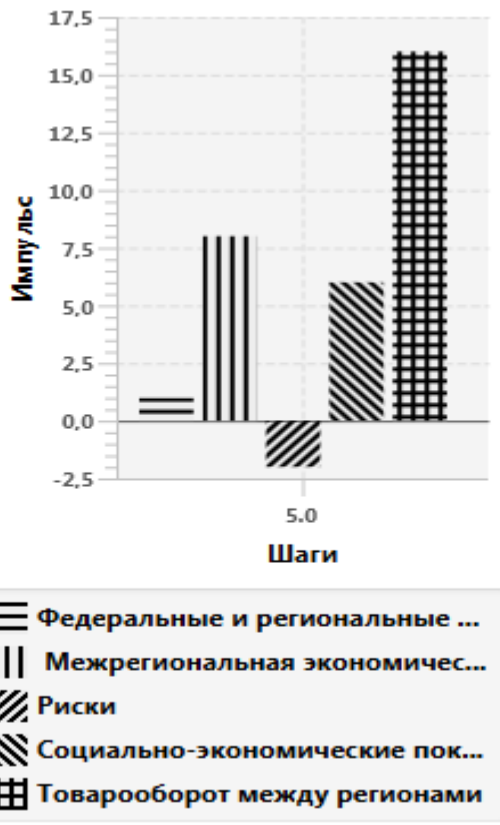
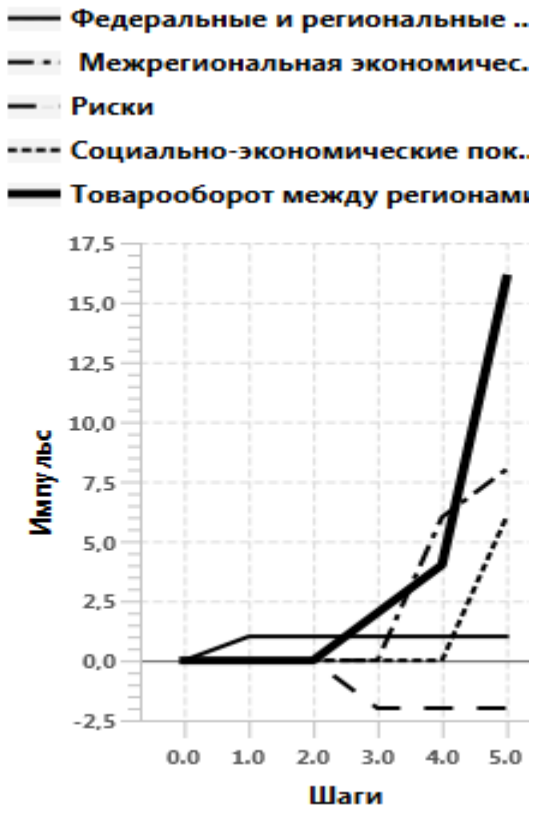


Рисунок Е.9 – Сценарий №4

Сценарий №5. Предположим возможность нарастания рисков системе, пусть  $q_{14} = +1$ ;  $Q_5 = \{ q_1 = 0; \dots q_{14} = +1; \dots q_{17} = 0 \}$

Результаты расчета импульсов на 7 тактах моделирования представлены в табл. Е.4 и на рис. Е.10.

Таблица Е.4. Результаты вычислений импульсов. Сценарий №5

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-23.0	-58.0	-197.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-23.0	-58.0	-197.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	0.0	-2.0	-7.0	-18.0	-65.0	-176.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	0.0	-2.0	-7.0	-18.0	-65.0	-176.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	0.0	-2.0	-5.0	-17.0	-44.0	-132.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	-2.0	-5.0	-17.0	-44.0	-132.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-23.0	-58.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-23.0	-58.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-7.0	-13.0	-51.0	-158.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	-1.0	-3.0	-6.0	-27.0	-82.0	-218.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.0	-14.0	-36.0	-130.0
V12. Уровень развития связи	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.0	-14.0	-36.0	-130.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-7.0	-13.0
V14. Риски	0.0	1.0	1.0	2.0	3.0	8.0	30.0	50.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-7.0	-13.0	-51.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0	-4.0	-16.0	-46.0

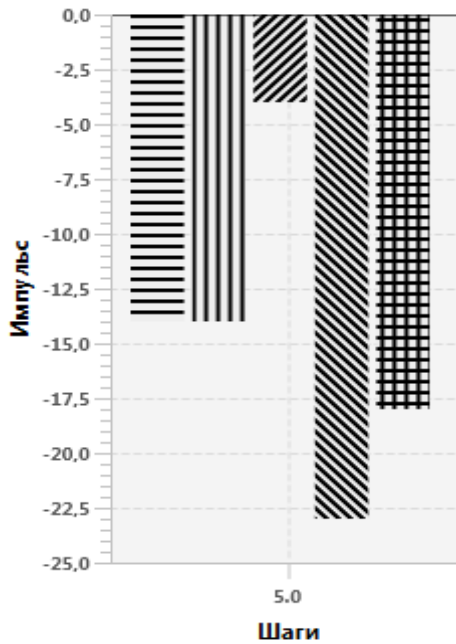
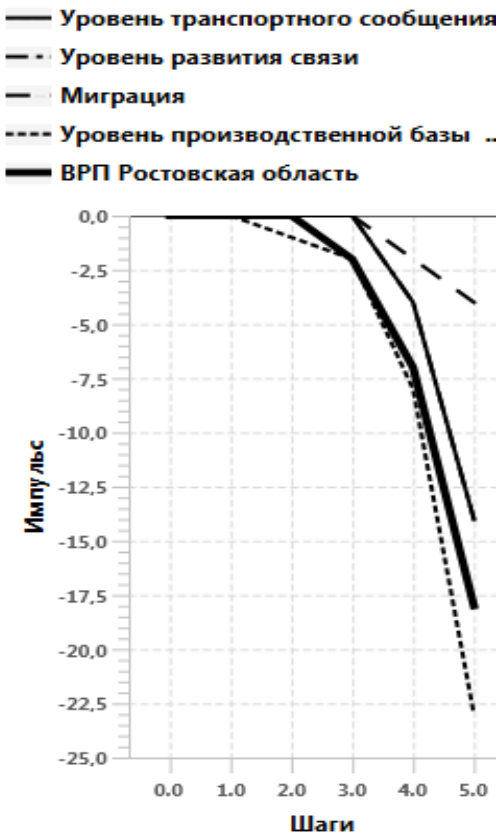
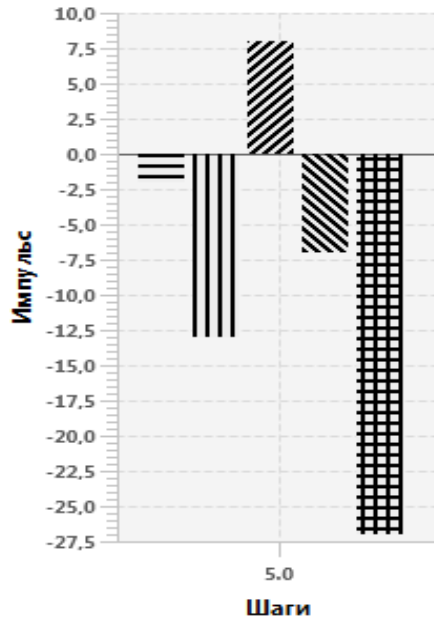
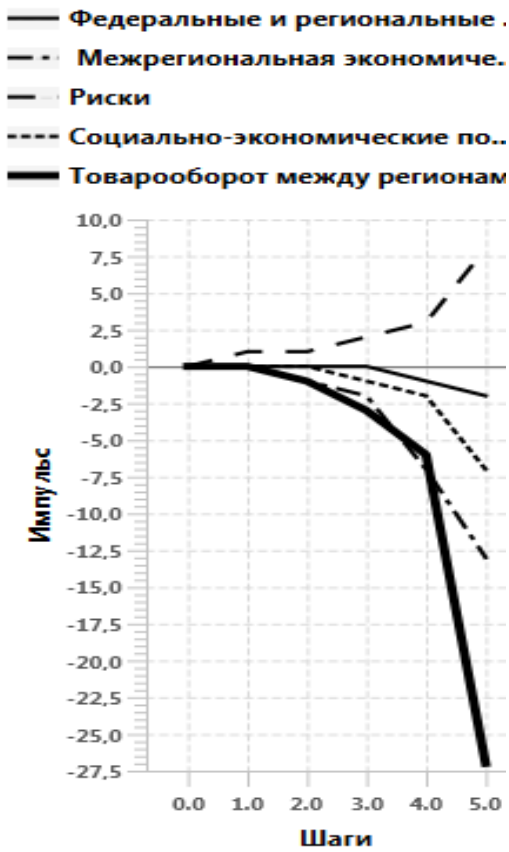
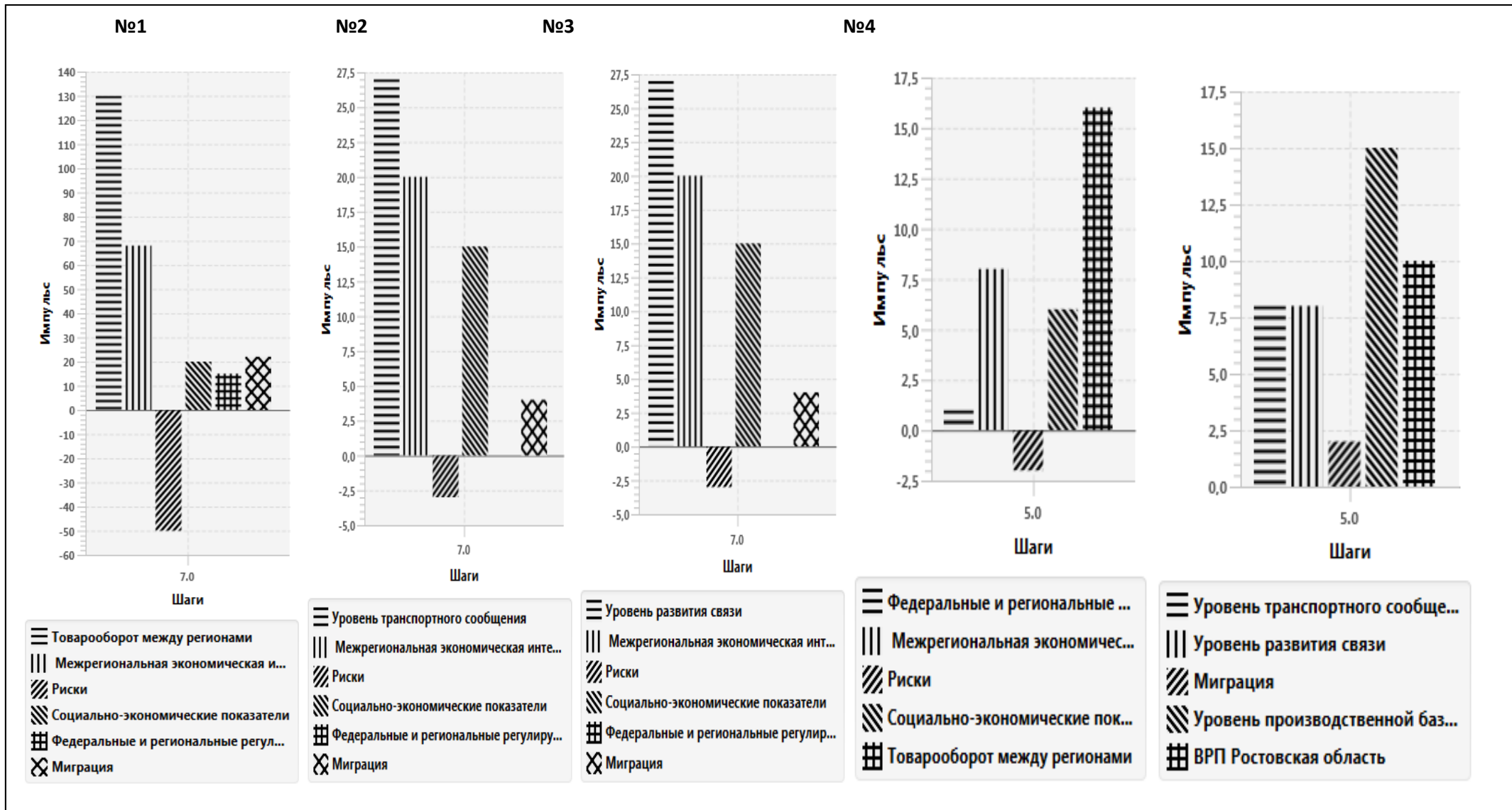


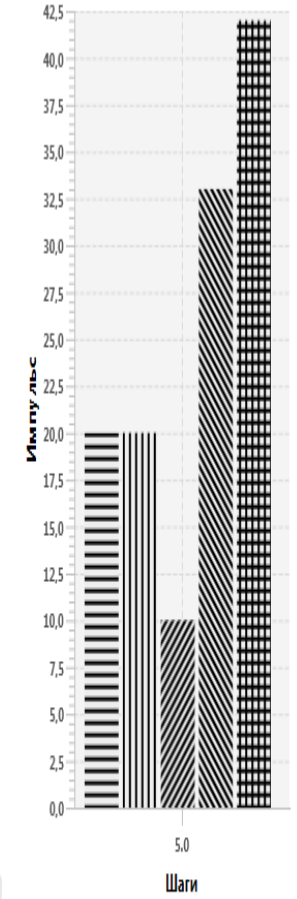
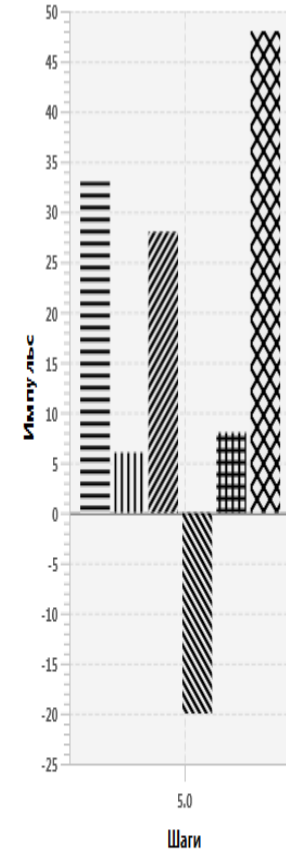
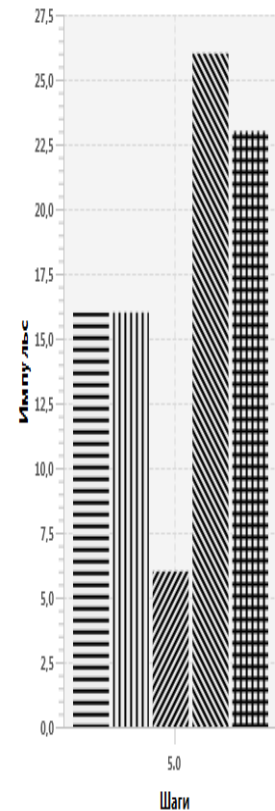
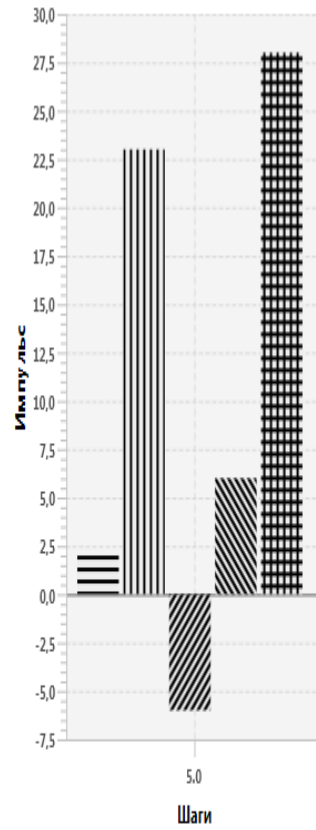
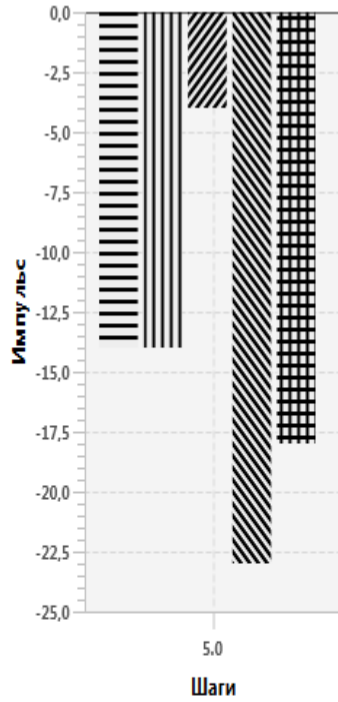
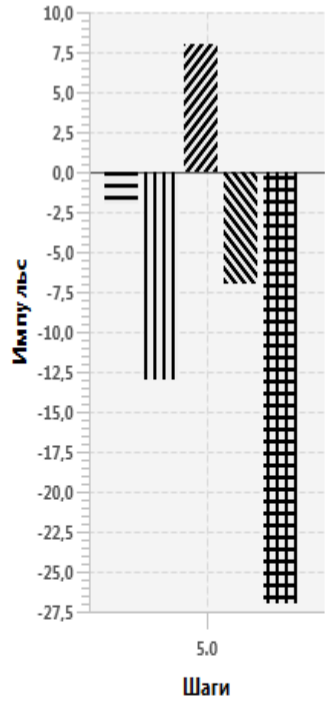
Рисунок Е.10 – Результаты импульсного моделирования на 7 тактах

Таблица Е.5. Сопоставление сценариев развития ситуаций

	№1			№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
Шаг Вершина	5.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	11.0	37.0	76.0	37.0	37.0	125.0	-197.0	201.0	315.0	66.0	257.0	389.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	11.0	37.0	76.0	37.0	37.0	125.0	-197.0	201.0	315.0	66.0	257.0	389.0
V2. ВРП Ростовская область	13.0	25.0	106.0	25.0	25.0	104.0	-176.0	210.0	312.0	34.0	247.0	362.0
V3. ВРП Краснодарский край	13.0	25.0	106.0	25.0	25.0	104.0	-176.0	210.0	312.0	34.0	247.0	362.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	4.0	28.0	68.0	28.0	28.0	76.0	-132.0	144.0	256.0	33.0	212.0	312.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	4.0	28.0	68.0	28.0	28.0	76.0	-132.0	144.0	256.0	33.0	212.0	312.0
V8. Население Ростовской области	2.0	11.0	37.0	11.0	11.0	33.0	-58.0	70.0	125.0	10.0	102.0	147.0
V9. Население Краснодарского края	2.0	11.0	37.0	11.0	11.0	33.0	-58.0	70.0	125.0	10.0	102.0	147.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	15.0	20.0	68.0	20.0	20.0	98.0	-158.0	166.0	220.0	36.0	169.0	260.0
V10. Товарооборот между регионами	12.0	43.0	130.0	43.0	43.0	126.0	-218.0	256.0	446.0	36.0	364.0	532.0
V11. Уровень транспортного сообщения	8.0	26.0	50.0	27.0	26.0	84.0	-130.0	134.0	208.0	48.0	172.0	261.0
V12. Уровень развития связи	8.0	26.0	50.0	26.0	27.0	84.0	-130.0	134.0	208.0	48.0	172.0	261.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	1.0	0.0	15.0	0.0	0.0	9.0	-13.0	24.0	28.0	4.0	21.0	28.0
V14. Риски	-4.0	-3.0	-50.0	-3.0	-3.0	-28.0	50.0	-78.0	-122.0	4.0	-92.0	-128.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	15.0	20.0	15.0	15.0	28.0	-51.0	48.0	98.0	17.0	85.0	128.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	4.0	4.0	22.0	4.0	4.0	30.0	-46.0	52.0	66.0	12.0	51.0	74.0



№5



- ▬ Федеральные и региональные...
- ▬ Межрегиональная экономиче...
- ▬ Риски
- ▬ Социально-экономические по...
- ▬ Товарооборот между регионами

- ▬ Уровень транспортного сообщения
- ▬ Уровень развития связи
- ▬ Миграция
- ▬ Уровень производственной базы ...
- ▬ ВРП Ростовская область

- ▬ Федеральные и региональные регулирую...
- ▬ Межрегиональная экономическая интегра...
- ▬ Риски
- ▬ Социально-экономические показатели
- ▬ Товарооборот между регионами

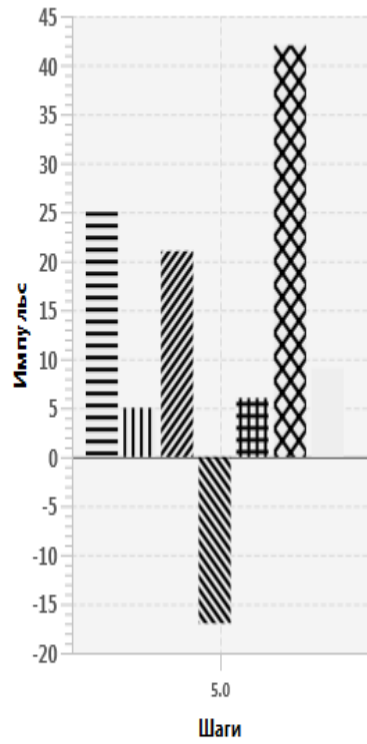
- ▬ Уровень транспортного сообщения
- ▬ Уровень развития связи
- ▬ Миграция
- ▬ Уровень производственной базы Краснода...
- ▬ ВРП Краснодарский край

- ▬ Уровень производственной базы Рост...
- ▬ Федеральные и региональные регулир...
- ▬ Межрегиональная экономическая инт...
- ▬ Риски
- ▬ Социально-экономические показатели
- ▬ Товарооборот между регионами

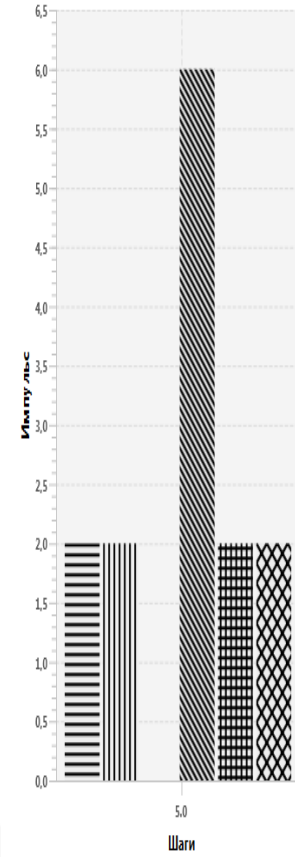
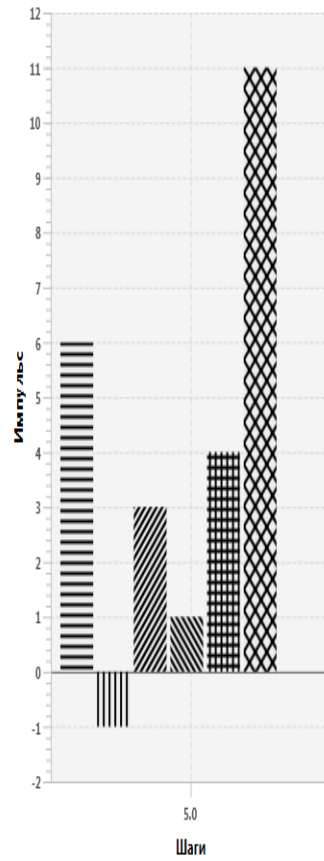
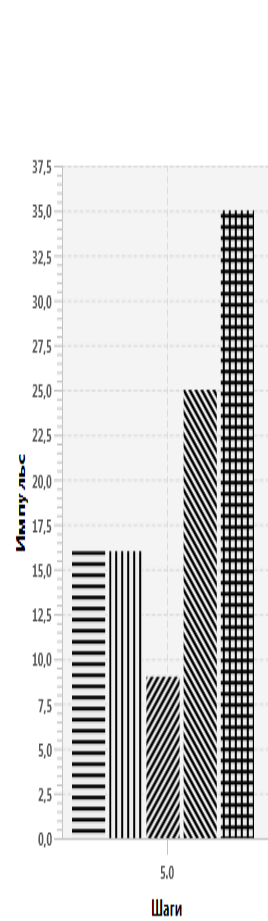
- ▬ Уровень транспортного сообщения
- ▬ Уровень развития связи
- ▬ Миграция
- ▬ Уровень производственной базы Крас...
- ▬ ВРП Краснодарский край



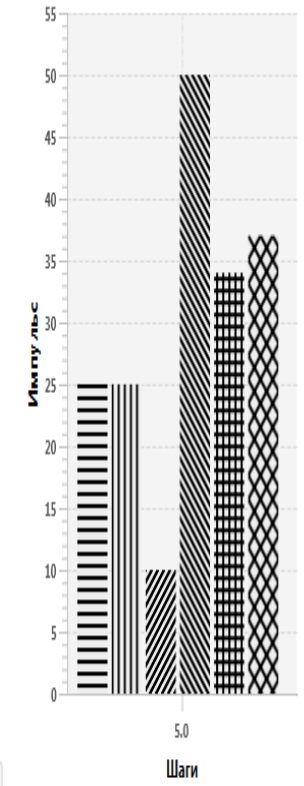
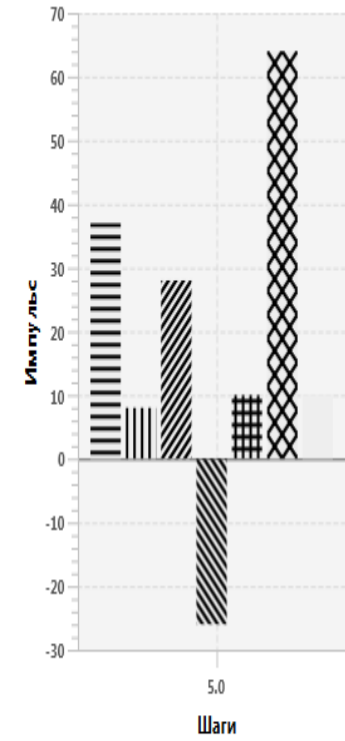
№8



№9



№10



- ▨ Уровень производственной базы Рост...
- ▨ Федеральные и региональные регулир...
- ▨ Межрегиональная экономическая инт...
- ▨ Риски
- ▨ Социально-экономические показатели
- ▨ Товарооборот между регионами
- ▨ Миграция

- ▨ Уровень транспортного сообщения
- ▨ Уровень развития связи
- ▨ Миграция
- ▨ Уровень производственной базы Красн...
- ▨ ВРП Краснодарский край

- ▨ Уровень производственной базы Ростовской обл...
- ▨ Федеральные и региональные регулирующие систе...
- ▨ Межрегиональная экономическая интеграция
- ▨ Риски
- ▨ Социально-экономические показатели
- ▨ Товарооборот между регионами
- ▨ Миграция

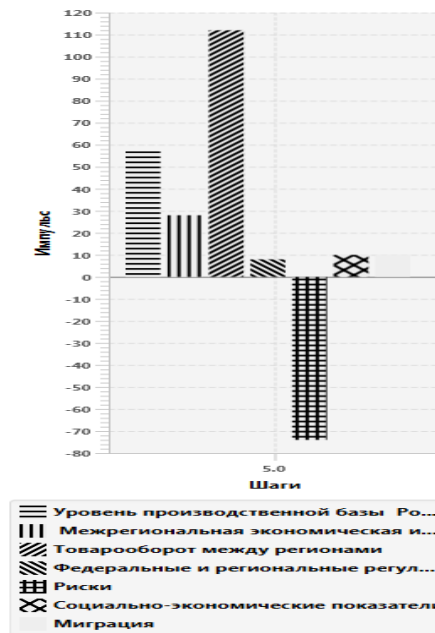
- ▨ Уровень транспортного сообщения
- ▨ Уровень развития связи
- ▨ Миграция
- ▨ Уровень производственной базы Краснодарского к...
- ▨ ВРП Ростовская область
- ▨ ВРП Краснодарский край

- ▨ Уровень производственной базы Росто...
- ▨ Федеральные и региональные регулир...
- ▨ Межрегиональная экономическая интег...
- ▨ Риски
- ▨ Социально-экономические показатели
- ▨ Товарооборот между регионами
- ▨ Миграция

- ▨ Уровень транспортного сообщения
- ▨ Уровень развития связи
- ▨ Миграция
- ▨ ВРП Ростовская область
- ▨ Конечное потребление Ростовской обла...
- ▨ Уровень производственной базы Росто...

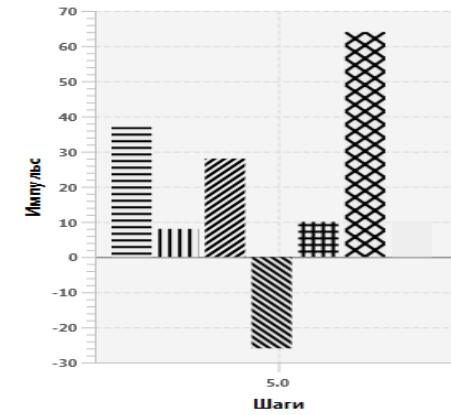
Таблица Е.6. Сравнение данных 10 сценариев с весом связей  $e_{16}=4$  и  $e_{17}=5$  и без весов

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	1.0	1.0	5.0	35.0	57.0	283.0	1257.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	1.0	1.0	5.0	51.0	77.0	371.0	1873.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	66.0	214.0	626.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	82.0	250.0	734.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	50.0	120.0	612.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	66.0	156.0	720.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	35.0	57.0	283.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	51.0	77.0	371.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	272.0	488.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	4.0	6.0	18.0	112.0	258.0	1048.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	149.0	465.0
V12. Уровень развития связи	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	149.0	465.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0
V14. Риски	0.0	0.0	-2.0	-2.0	0.0	-74.0	-96.0	-296.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	272.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10.0	86.0	134.0





Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0	389.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0	389.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	50.0	130.0	362.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	1.0	6.0	12.0	50.0	130.0	362.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	34.0	84.0	312.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	2.0	14.0	34.0	84.0	312.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	19.0	37.0	147.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	128.0	260.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	4.0	6.0	18.0	64.0	150.0	532.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	101.0	261.0
V12. Уровень развития связи	0.0	1.0	1.0	3.0	13.0	25.0	101.0	261.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0
V14. Риски	0.0	0.0	-2.0	-2.0	0.0	-26.0	-36.0	-128.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.0	28.0	128.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10.0	38.0	74.0



▨	Уровень производственной базы Росто...
▤	Федеральные и региональные регулирую...
▧	Межрегиональная экономическая интег...
▩	Риски
▪	Социально-экономические показатели
▫	Товарооборот между регионами
■	Миграция

Сценарий №2. Предположим, что растет уровень транспортного сообщения: воздействующий импульс  $q_{11} = +1$ ; вектор воздействий  $Q_2 = \{q_1 = 0; \dots; q_{11} = +1; \dots; q_{17} = 0\}$ .

Результаты расчета импульсов на 9 тактах моделирования представлены в табл. Е.7 и на рис. Е.12.

Таблица Е.7

Модель G3. Результаты импульсного моделирования по сценарию №2

Шаг	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
Вершина								
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0	37.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0	37.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0	13.0	25.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0	13.0	25.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	28.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	28.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	15.0	20.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	8.0	12.0	43.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	9.0	27.0
V12. Уровень развития связи	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	8.0	26.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0
V14. Риски	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-3.0	-4.0	-3.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	15.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0

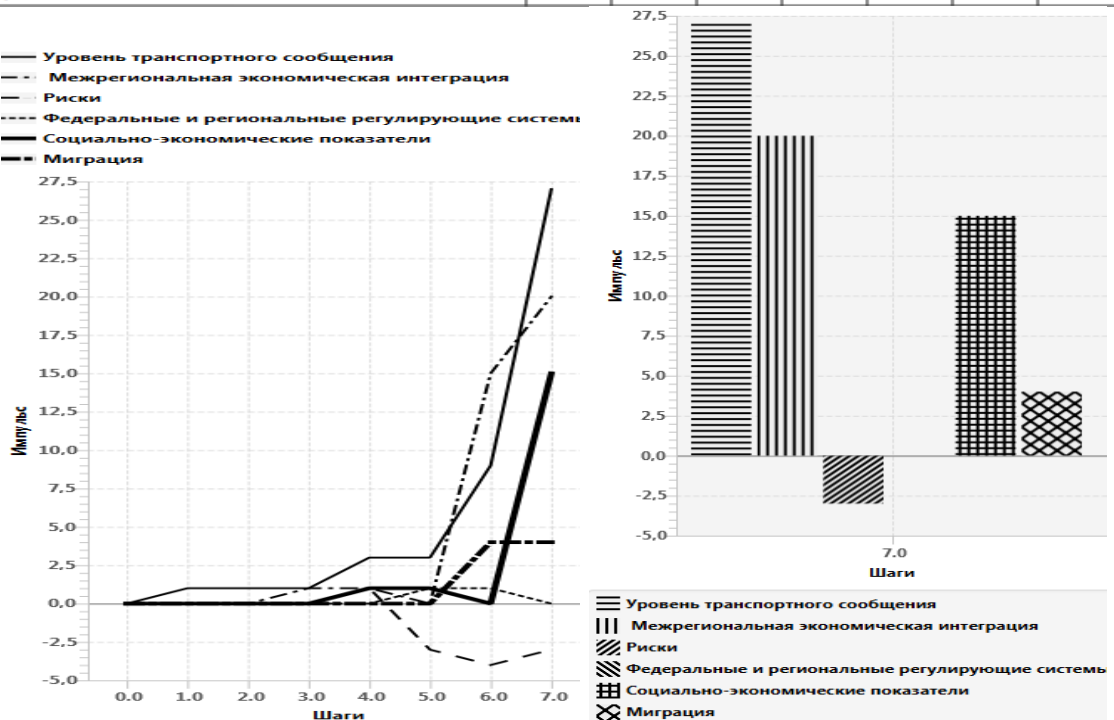


Рисунок Е.12 – Модель G3. Сценарий №2

Сценарий №3. Предположим, что растет уровень связи: воздействующий импульс  $q_{12} = +1$ ; вектор воздействий  $Q_3 = \{q_1 = 0; \dots q_{12} = +1; \dots q_{17} = 0\}$ .

Результаты расчета импульсов на 7 тактах моделирования представлены в табл. Е.8 и на рис. Е.13.

Таблица Е.8–Модель G3. Результаты импульсного моделирования по сценарию №3

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0	37.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0	37.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0	13.0	25.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0	13.0	25.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	28.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	28.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	11.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	15.0	20.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	8.0	12.0	43.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	8.0	26.0
V12. Уровень развития связи	0.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	9.0	27.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0
V14. Риски	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-3.0	-4.0	-3.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	15.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0

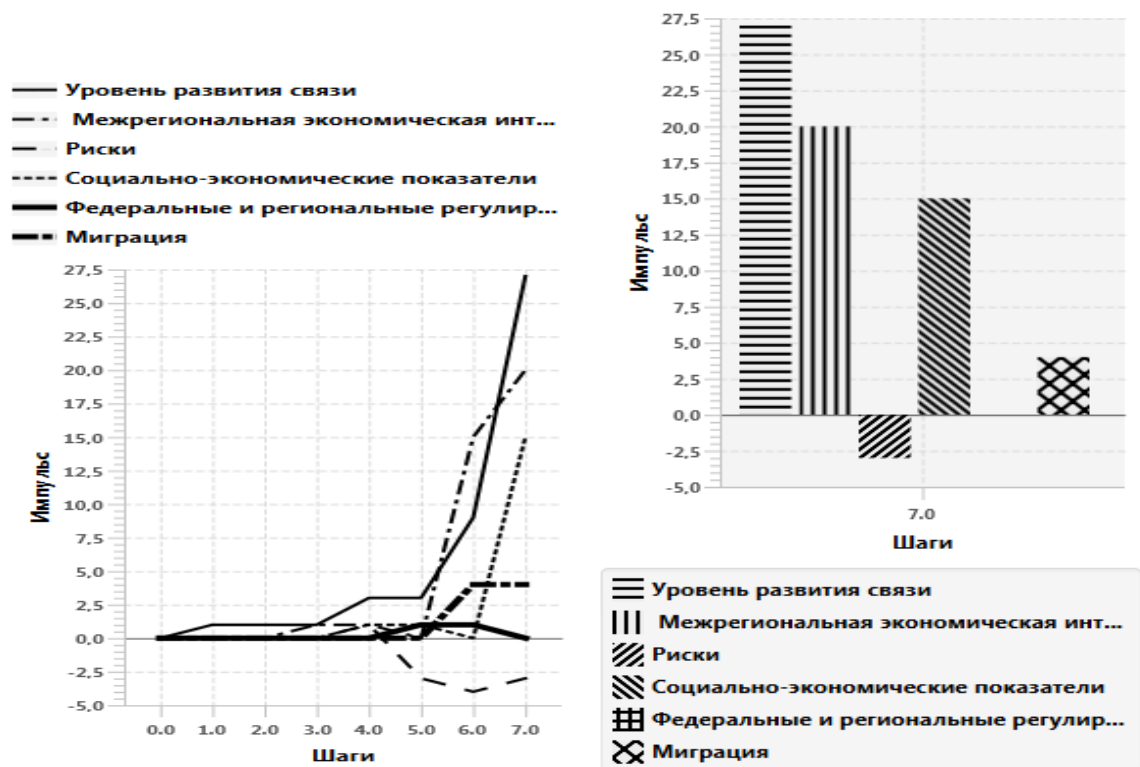


Рисунок Е.13 – Модель G<sub>3</sub>. Сценарий №3

Сценарий №5. Предположим возможность нарастания рисков в системе, пусть  $q_{14} = +1$ ;  $Q_5 = \{q_1 = 0; \dots q_{14} = +1; \dots q_{17} = 0\}$

Результаты расчета импульсов на 7 тактах моделирования представлены в табл. Е.9 и на рис. Е.14.

Таблица Е.9 – Модель G3. Результаты импульсного моделирования по сценарию №5

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-23.0	-58.0	-197.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-23.0	-58.0	-197.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	0.0	-2.0	-7.0	-18.0	-65.0	-176.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	0.0	-2.0	-7.0	-18.0	-65.0	-176.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	0.0	-2.0	-5.0	-17.0	-44.0	-132.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	-2.0	-5.0	-17.0	-44.0	-132.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-23.0	-58.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-8.0	-23.0	-58.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-7.0	-13.0	-51.0	-158.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	-1.0	-3.0	-6.0	-27.0	-82.0	-218.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.0	-14.0	-36.0	-130.0
V12. Уровень развития связи	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.0	-14.0	-36.0	-130.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-7.0	-13.0
V14. Риски	0.0	1.0	1.0	2.0	3.0	8.0	30.0	50.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-7.0	-13.0	-51.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0	-4.0	-16.0	-46.0

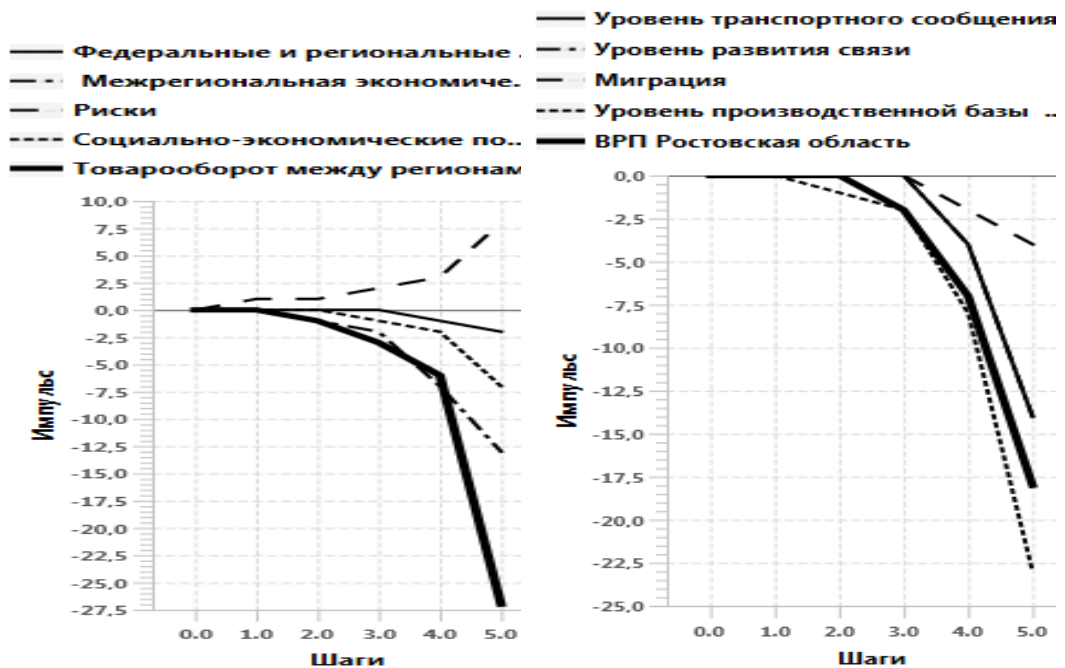


Рисунок Е.14 – Модель G3. Сценарий №5

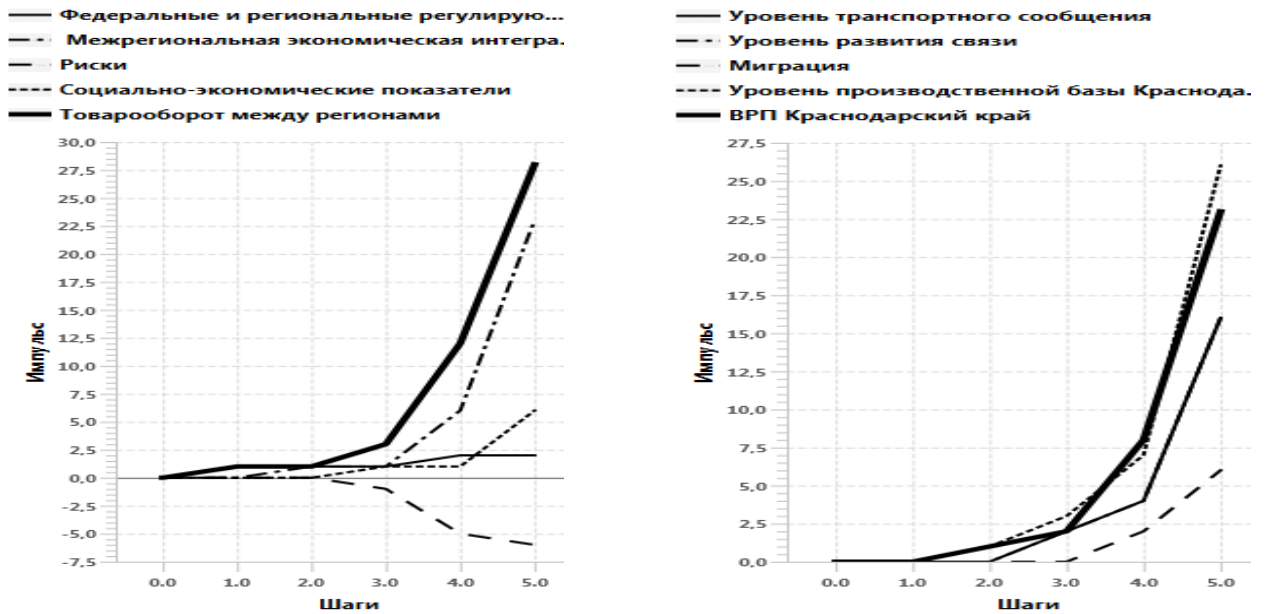
### Внесение возмущений в две вершины.

Сценарий №6. Пусть растет товарооборот, воздействующий импульс  $q_{10} = +1$ ; Федеральные и региональные регулирующие системы ведут разумную межрегиональную политику по поддержке межрегиональных отношений, управляющий импульс  $q_{13} = +1$ ; вектор воздействий  $Q_6 = \{q_1 = 0; \dots; q_{10} = +1; \dots; q_{13} = +1; \dots; q_{17} = 0\}$

Результаты расчета импульсов на 7 тактах моделирования представлены в табл. Е.10 и на рис. Е.15.

Таблица Е.10 – Модель G3. Результаты импульсного моделирования по сценарию №6

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	0.0	1.0	3.0	7.0	26.0	70.0	201.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	3.0	7.0	26.0	70.0	201.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	1.0	2.0	8.0	23.0	67.0	210.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	1.0	2.0	8.0	23.0	67.0	210.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	0.0	2.0	5.0	16.0	56.0	144.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	2.0	5.0	16.0	56.0	144.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	7.0	26.0	70.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	7.0	26.0	70.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	1.0	1.0	6.0	23.0	48.0	166.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	1.0	1.0	3.0	12.0	28.0	91.0	256.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0	16.0	46.0	134.0
V12. Уровень развития связи	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0	16.0	46.0	134.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	7.0	24.0
V14. Риски	0.0	0.0	0.0	-1.0	-5.0	-6.0	-23.0	-78.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	6.0	23.0	48.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	6.0	14.0	52.0

Рисунок Е.15 – Модель  $G_3$ . Сценарий №6

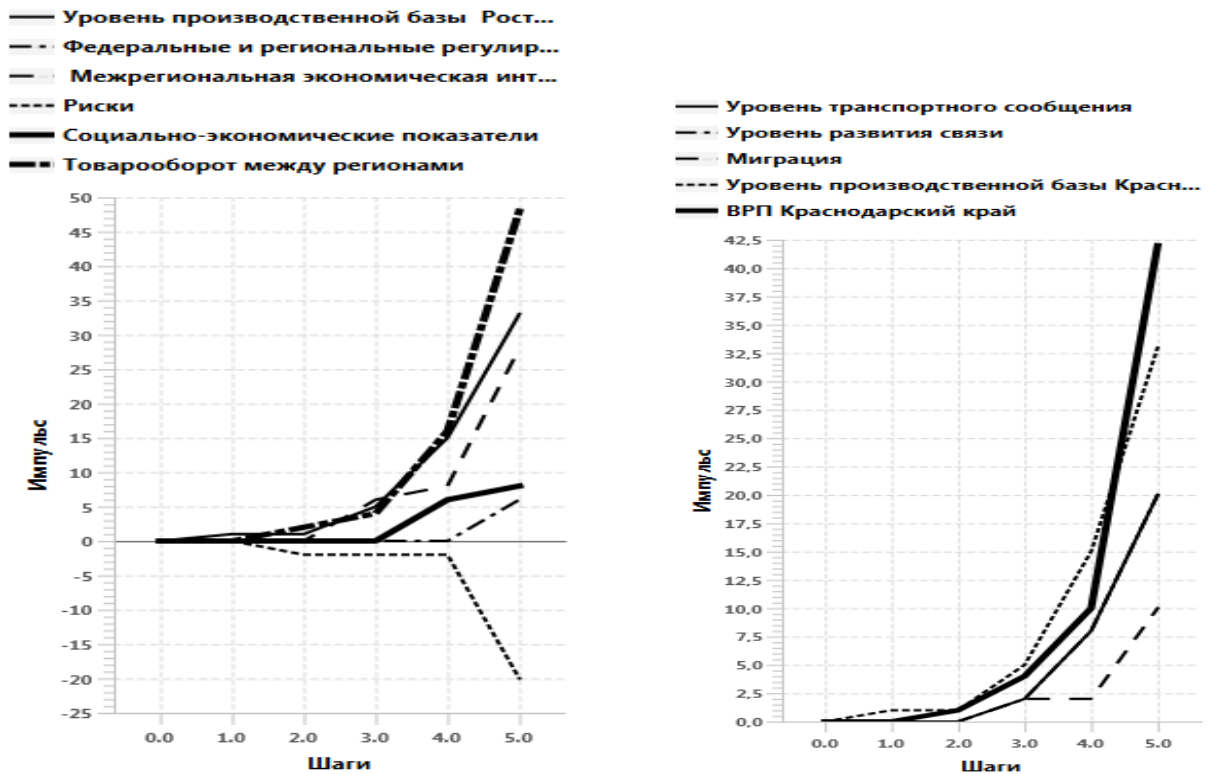
Сценарий №7. Пусть растут уровни производственной базы Ростовской области и Краснодарского края, управляющие импульсы  $q_6=+1$  и  $q_7=+1$ ; вектор воздействий  $Q_7 = \{q_1 = 0; \dots q_6 = +1; q_7 = +1; \dots q_{17} = 0\}$

Результаты расчета импульсов на 7 тактах моделирования представлены в табл. Е.11 и на рис. Е.16.

Таблица Е.11 – Модель  $G_3$ . Результаты импульсного моделирования по сценарию №7

Шаг	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
V6. Уровень производственной базы Ростовской области	0.0	1.0	1.0	5.0	15.0	33.0	125.0	315.0
V7. Уровень производственной базы Краснодарского края	0.0	1.0	1.0	5.0	15.0	33.0	125.0	315.0
V2. ВРП Ростовская область	0.0	0.0	1.0	4.0	10.0	42.0	104.0	312.0
V3. ВРП Краснодарский край	0.0	0.0	1.0	4.0	10.0	42.0	104.0	312.0
V4. Конечное потребление Ростовской области	0.0	0.0	1.0	2.0	12.0	28.0	76.0	256.0
V5. Конечное потребление Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	2.0	12.0	28.0	76.0	256.0
V8. Население Ростовской области	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	15.0	33.0	125.0
V9. Население Краснодарского края	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	15.0	33.0	125.0
V1. Межрегиональная экономическая интеграция	0.0	0.0	0.0	6.0	8.0	28.0	98.0	220.0
V10. Товарооборот между регионами	0.0	0.0	2.0	4.0	16.0	48.0	126.0	446.0
V11. Уровень транспортного сообщения	0.0	0.0	0.0	2.0	8.0	20.0	84.0	208.0
V12. Уровень развития связи	0.0	0.0	0.0	2.0	8.0	20.0	84.0	208.0
V13. Федеральные и региональные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	8.0	28.0
V14. Риски	0.0	0.0	-2.0	-2.0	-2.0	-20.0	-28.0	-122.0
V15. Социально-экономические показатели	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	8.0	28.0	98.0
V16. Географическое положение	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V17. Миграция	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10.0	30.0	66.0



Рисунок Е.16 – Модель G<sub>3</sub>. Сценарий №7

Проанализируем полученные результаты, составим табл. Е.24

Таблица Е.12 – Сопоставление результатов импульсного моделирования на 7 шаге моделирования, Сценарии №6 и №7

Факторы	Сценарий №6, Товарооборот, Федеральные регулирующие системы: $q_{10}=+1; q_{13}=+1$	Сценарий №7, Уровни производств. базы Ростовской области и Краснодарского края: $q_6=+1; q_7=+1$
$V_1$ Межрегиональная экономическая интеграция	166	220
$V_{15}$ Социально-экономические показатели	48	98
$V_{14}$ Риски	-78	-122

Как видно по табл. Е.12, развитие производственной базы регионов вносит самый существенный вклад в развитие межрегиональной экономической интеграции, что приводит к улучшению социально-экономических показателей и к существенному снижению рисков.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 3 1 – Фактические данные, характеризующие факторы-драйверы интеграционных процессов Ростовской области с регионами партнерами ЮФО

	Краснодарский край	Республика Калмыкия	Республика Адыгея	Астраханская область	Волгоградская область	Ростовская область
Транспортное обеспечение						
Железнодорожный	Густота железнодорожных путей: 283 км на 10000 кв.км. Эксплуатационная длина железнодорожных путей: 2140 км [101,102]	Густота железнодорожных путей: 22 км на 10000 кв.км. Эксплуатационная длина железнодорожных путей: 165 км [101,102]	Густота железнодорожных путей: 205 км на 10000 кв.км. Эксплуатационная длина железнодорожных путей: 160 км [101,102]	Густота железнодорожных путей: 128 км на 10000 кв.км. Эксплуатационная длина железнодорожных путей: 629 км [101,102]	Густота железнодорожных путей: 143 км на 10000 кв.км. Эксплуатационная длина железнодорожных путей: 1617 км [101,102]	Густота железнодорожных путей: 182 км на 10000 кв.км. Эксплуатационная длина железнодорожных путей: 1841 км [101,102]
Автомобильный	Густота автомобильных дорог с твердым покрытием: 447 км на 1000 кв.км Грузооборот 6541 млн-т. [101,102]	Густота автомобильных дорог с твердым покрытием: 47 км на 1000 кв.км Грузооборот 73 млн-т. [101,102]	Густота автомобильных дорог с твердым покрытием: 563 км на 1000 кв.км Грузооборот 528 млн-т. [101,102]	Густота автомобильных дорог с твердым покрытием: 88 км на 1000 кв.км Грузооборот 371 млн-т. [101,102]	Густота автомобильных дорог с твердым покрытием: 141 км на 1000 кв.км Грузооборот 1971 млн-т. [101,102]	Густота автомобильных дорог с твердым покрытием: 261 км на 1000 кв.км Грузооборот 5923 млн-т. [101,102]
Речной	Речные порты: Краснодар [104]	Нет [104]	Нет [104]	Речные порты: Ахтубинск [104]	Речные порты: Волгоград, Волжский, Камышин, Татянка, Калач-на-Дону, причал Волгоградского элеватора [104]	Речные порты: Усть-Донецкий, Волгодонск, причал Семикаракорск, причал Багаевский, причал Николаевское, Багаевская переправа [104]
Морской	Морские порты: Ейск, Темрюк, Кавказ, Тамань, Новороссийск, Геленджик, Туапсе, Сочи [104]	Нет [104]	Нет [104]	Морские порты: Астрахань [104]	Нет [104]	Морские порты: Ростов-на-Дону, Азов, Таганрог [104]
Воздушный	Аэропорты - 5 Анапа, Геленджик, Геленджик (Бухта), Краснодар (Пашковский), Сочи [104]	Аэропорты - 1, Элиста [104]	Нет [104]	Аэропорты - 1, Астрахань [104]	Аэропорты - 1, Волгоград [104]	Аэропорты - 2, Ростов-на-Дону, Таганрог (Южный) [104]
Состояние дорог	Высокая дорожная опасность (коэф. 2,14) [106]	-	-	Недостаточная безопасность (коэф. 1,37) [106]	Недостаточная безопасность (коэф. 1,62) [106]	Недостаточная безопасность (коэф. 1,64) [106]
Энергетическая система (электроэнергия)	Дефицит собственной электроэнергии, импорт из других регионов [109]	Дефицит собственной электроэнергии, импорт из других регионов [107]	Дефицит собственной электроэнергии, импорт из других регионов [108]	Расширенное производство электроэнергии, экспорт в другие регионы [110]	Расширенное производство электроэнергии, экспорт в другие регионы [111]	Расширенное производство электроэнергии, экспорт в другие регионы [112]



Число подключенных абонентских устройств подвижной радиотелефонной связи на 1000 человек населения, шт	2443,5 [105]	1564,6 [105]	1154,5 [105]	1809,5 [105]	1739,6 [105]	1868,9 [105]
Число пунктов коллективного доступа (ПКД), имеющих выход в сеть Интернет	390 [102]	96 [102]	53 [102]	159 [102]	451 [102]	420 [102]
Число активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет, тыс. В том числе:	943,3 [102]	26,8 [102]	31,7 [102]	136,5 [102]	378,4 [102]	684,1 [102]
Физ. Лица	902,9 [102]	25,0 [102]	30,1 [102]	129,4 [102]	358,5 [102]	649,5 [102]
Юр. Лица	40,4 [102]	1,7 [102]	1,7 [102]	7,1 [102]	19,9 [102]	34,6 [102]
Число активных абонентов подвижной радиотелефонной связи, использующих услуги доступа в Интернет, тыс.	4989,1 [102]	190,7 [102]	326,8 [102]	738,6 [102]	1721,5 [102]	3069,4 [102]
Ценовое поле	Индекс потребительских цен (декабрь к декабрю предыдущего 2014 года): 112,7% Индекс цен промышленных товаров (декабрь к декабрю предыдущего года): 116,6% [101, 102]	Индекс потребительских цен (декабрь к декабрю предыдущего 2014 года): 111,4% Индекс цен промышленных товаров (декабрь к декабрю предыдущего года): 100,1% [101, 102]	Индекс потребительских цен (декабрь к декабрю предыдущего 2014 года): 112,6% Индекс цен промышленных товаров (декабрь к декабрю предыдущего года): 115,2% [101, 102]	Индекс потребительских цен (декабрь к декабрю предыдущего года): 112,6% Индекс цен промышленных товаров (декабрь к декабрю предыдущего года): 98,1% [101, 102]	Индекс потребительских цен (декабрь к декабрю предыдущего 2014 года): 113,2% Индекс цен промышленных товаров (декабрь к декабрю предыдущего года): 109,6% [101, 102]	Индекс потребительских цен (декабрь к декабрю предыдущего 2014 года): 112,1% Индекс цен промышленных товаров (декабрь к декабрю предыдущего года): 110,7% [101, 102]

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

**Акт сдачи-приемки оказанных услуг  
по государственному контракту от 04.09.2019 № 85**

Министерство экономического развития Ростовской области, именуемое в дальнейшем «Заказчик», в лице Дорошенко Евгения Сергеевича, действующего на основании указа Губернатора Ростовской области от 26.03.2018 № 18, приказа министерства экономического развития Ростовской области от 06.11.2019. № 204-л, с одной стороны, и федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет», именуемое в дальнейшем «Исполнитель», в лице проректора по общим вопросам Мозгового Андрея Владимировича, действующего на основании доверенности от 19.02.2019 № 12-06-27, с другой стороны, именуемые в дальнейшем «Стороны» составили настоящий Акт о нижеследующем:

Исполнителем оказаны услуги по ведению, доработке, пополнению базы данных «Товарообмен Ростовской области с субъектами Российской Федерации» (далее – услуги) в соответствии с техническим заданием (Приложение № 1 к Контракту).

№ п/п	Наименование оказанных услуг	Ед. изм.	Цена за единицу	Количество	Стоимость (руб.)
1.	Услуги по ведению, доработке, пополнению базы данных «Товарообмен Ростовской области с субъектами Российской Федерации»	Усл. ед.	117 500,0	1	117 500,0

Всего по состоянию на 25 октября 2019 г. оказано услуг на сумму 117 500 (сто семнадцать тысяч пятьсот) рублей.

К оплате по настоящему акту подлежит 117 500 (сто семнадцать тысяч пятьсот) рублей.

Услуга выполнена полностью и в обозначенный в контракте срок. Стороны взаимных претензий не имеют.

Настоящий Акт составлен в 2 (двух) экземплярах, имеющих равную юридическую силу, хранящихся по одному у каждой из Сторон.

**ЗАКАЗЧИК**

Заместитель министра  
экономического развития  
Ростовской области  
Е.С. Дорошенко

15 октября 2019 г.  
МП


**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

Проректор по общим вопросам  
Донского государственного  
технического университета

А.В. Меньшова