

Торговый баланс территориальной системы

Т. Л. Самков

Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ)
Новосибирский государственный технический университет (НГТУ)

Аннотация: Данная работа является частью цикла статей, отражающих модель АТМО (анализа территориальных мультисекторных объектов). Здесь раннее описанные продуктовый и финансовый компоненты этой модели, реализующие Леонтьевскую схему «затраты–выпуск», дополняются моделью торгового баланса. Она комплексно отображает для каждого сектора региона доли поставок выпускаемой продукции и транзитного импорта в определенной территориальной системе. Данные поставки поддерживаются имеющимися резервами продукции. Далее указанные товарные потоки балансируются поставками в другие, не входящие в эту систему регионы и экспортом зарубеж. Особенностью модели является то, что в ней одновременно учитываются встречные потоки собственной и зарубежной продукции в моделируемый регион со стороны рассматриваемого кластера, образуя при этом показатель ввоза в него. Эта величина используется в блоке производственного баланса, также входящего в модель АТМО, замыкая тем самым комплекс блоков, в неё входящий. В блоке торгового баланса товарные потоки в другие регионы определяются коэффициентами поставок (транзита), в соответствии с которыми распределяется вывоз (импорт) из конкретного региона в кластер регионов для отдельно взятого сектора. Они построены как доли распределения поставок продукции регионального и иностранного производства по регионам соответствующего кластера, базирующиеся на ретроспективном анализе подобных поставок в прошлом. Построены выражения для отражения связи вложений в транспортную инфраструктуру и затрат на межрегиональные поставки с товаров и оборудования. Целевые показатели данного блока определяют развитие системы регионов, направленное на увеличение экспорта продукции, производимой в регионах. Он же, в свою очередь, опирается на условия промышленного роста, обеспечиваемые за счет все более возрастающей потребности в поставках продукции за пределы каждого региона и на экспорт.

Ключевые слова: модель «затраты – выпуск», коэффициенты поставок вывоза и транзита импорта, сектор, транспортные затраты, транспортные тарифы, доля транспортных затрат на единицу вывозимой продукции.

Для цитирования: Самков Т. Л. Торговый баланс территориальной системы // Вестник СибГУТИ. 2025. Т. 19, № 4. С. 63–91. <https://doi.org/10.55648/1998-6920-2025-19-4-63-91>.



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0
License

© Самков Т. Л., 2025

Статья поступила в редакцию 11.08.2025;
переработанный вариант – 21.11.2025;
принята к публикации 01.12.2025.

1. Введение

В статье продолжено описание построенной автором модели АТМО – модели анализа территориальных мультисекторных объектов. Как указывалось в более ранних работах, ранее использовавшееся понятие *отрасль* заменено в цикле данных работ более общим термином *сектор*, определившим как название самой модели, так и отдельных ее модулей.

Кроме того, используется более универсальный префикс *мульти-*, вместо прежнего префикса *меж-*, что также отразилось в наименованиях отдельных частей АТМО. Компонентами этой модели [1, 2] выступают блоки мультисекторных (межотраслевых) *продукционного* и *финансового* балансов, дополняющих друг друга. Описываемый здесь блок торгового мультирегионального (межрегионального) баланса получает входные данные из этих блоков АТМО.

Само функционирование модели АТМО осуществляется в рамках следующей итерации. Для каждого региона, включенного в объект исследования, срабатывают блоки мультисекторных производственного и финансового баланса, задействующих объемы вывоза и импорта с прошлой итерации. И далее идет работа блоков мультисекторных *торгового* и *рентного* балансов – уже для каждого сектора для моделируемой системы регионов с их секторами.

Рентный баланс будет описан в следующей статье, а в блоке **торгового баланса** как раз и происходит определение наилучших для развития регионов объемов поставок вывоза и транзита импорта. Данный функционал реализуется здесь путем анализа и управления структурой распределения указанной продукции по регионам – торговым партнерам. А эта структура определяется набором коэффициентов *поставок вывоза и транзита импорта*. Эти коэффициенты отражают долю поступления конкретного вида продукции из рассматриваемого региона в другие регионы, по отношению к общему объему торгуемого продукта.

На результативность торгового баланса, определяемого максимальным объемом экспортных поставок продукции, направляемой за рубеж, влияют следующие факторы:

- торговые риски – в разрезе объемов резервов продукции;
- торговая политика промышленных и сбытовых предприятий по вывозу своих товаров;
- политика по перепродаже импорта, закупленного регионом;
- транспортные затраты и пропорции вывоза и импорта продукции по регионам;
- потенциал поставок продукции другим регионам (вне территориальной системы);
- прогнозные тенденции по ввозу продукции в регион и ее экспорту зарубеж.

Место, которое занимает **разработанная модель** в общем наборе формальных инструментов, применяемых для анализа и планирования народнохозяйственного комплекса, соответствует последними трендам в *цифровизации экономики*, и в частности, *отрасли связи*.

Данный процесс, инициированный и поддерживаемый правительством РФ, предусматривает, кроме других результатов, следующие характерные черты такой экономики:

- 1) моделирование всех бизнес-процессов, при возможностях прогноза и планирования, реализуемых продвинутым математическим аппаратом с его программным воплощением;
- 2) систематический сбор необходимых для работы бизнес-процессов данных и передача их лицам принимающим решения (ЛПР), с учетом эффекта их своевременного получения.

С точки зрения первого из пунктов выше, построение *торгового баланса* ставит своей целью унификацию компонент модели – это главная ее характеристика. Она состоит в том, что все три блока модели, включая описываемый в статье, имеют аналогичные компоненты в едином шаблоне линейных выражений. Это облегчит программную реализацию на объектно-ориентированном языке, с применением одинаковых методов и классов для расчета параметров различных товарных и денежных потоков на внутри- и межрегиональных уровнях.

Второй пункт связан с работой *телекоммуникационной отрасли*. Здесь нет проблем со скоростью передачи – но, как часть ИТ-инфраструктуры, отрасль связи задействована в сборе информации. Она разрознена как по разным подразделениям внутри фирм, так и по разным дочерним компаниям холдингов, в т.ч. по *отдельным регионам*. Далее происходит заключение договоров о передаче данных, оплата, передача пакетов из корпоративных БД с

их шифрованием (плюс цифровая подпись) и верификация приема. И после этого данные агрегируют в массивы информации под формат БД заказчика. В указанных процессах могут участвовать и информационные посредники – вендоры. Все это создает задержки с получением ЛПР данных, используемых ими при принятии решений. Разработанный блок *торгового баланса* призван снизить потери времени доступа к нужной информации за счет конкретизации всех видов данных, необходимых для управления межрегиональной торговлей. Подготовка к их сбору может идти заранее, и кроме собранной информации, новых ее видов не понадобится.

2. Существующие модели движения межрегиональных потоков продукции

Базовые модели межрегионального баланса, в частности гравитационная модель Леонтьева, приведены в кандидатской диссертации автора [20]. Поэтому, в рамках данного обзора, произведено описание наиболее интересных работ, выполненных относительно недавно, для учета наиболее актуальных тенденций в этой области. При этом основной упор сделан более на учет межрегиональных взаимодействий в компонентах тех или иных моделей, чем на сам вид соотношений, их формирующих.

В работе [3] для идентификации потенциала региона в межрегиональной торговле (на примере США) используется индекс локализации (ИЛ). Индекс локализации (ИЛ) показывает, во сколько раз концентрация анализируемого явления (его абсолютных объемов) в регионе больше или меньше, чем в среднем по стране. Специально для сравнения регионов разработана модифицированная формула расчета данного показателя при рассмотрении оборота межрегиональной торговли (т. е. суммы вывоза и ввоза по каждому региону). Эта методология позволяет выявить особенности торговли регионов. При их анализе и накоплении первичных и расчетных данных формируется базис для создания более детальных и комплексных моделей, которые бы точнее описывали систему межрегиональных товаропотоков.

Наряду с совершенствованием системы региональных прогнозов [4], статистика внутренних межрегиональных перевозок может быть использована и для построения статической модели, отражающей взаимозависимость региональной динамики производства. В основе этой модели лежит матрица межрегионального обмена промежуточной продукцией. Ее элементы отражают стоимостные объемы перевозок грузов из одного региона в другой, задействованных в промежуточном потреблении. Для этого матрицы межрегиональных грузовых перевозок по отдельным видам грузов свернуты одну стоимостную матрицу путем умножения объемов перевозок между конкретными регионами на их стоимость.

Часто рассматривается вопрос [5] количественного определения параметров связей регионов. Одним из способов осуществления данной методологии является поиск индекса развития межрегиональных взаимодействий. С помощью построения данного индекса для субъектов РФ количественно оценивается интенсивность воздействия, оказываемого основными характеристиками экономического потенциала регионов РФ друг на друга в течение определенного времени. Для этого используется преобразованная гравитационная модель, где составляющие экономического потенциала региона прямо пропорциональны и обратно пропорциональны расстоянию между ними. Коэффициент (константа) взаимодействия здесь принимается равной единице из-за трудности его определения.

Другим способом определения степени межрегионального взаимодействия является построение матрицы межрегиональных взаимодействий (МВЗ) на основе данных национальной таблицы «затраты-выпуск». В основе вычислений по «регионализации» используется исходная таблица затраты-выпуск (ТЗВ) видов экономической деятельности (ВЭД) и расчеты коэффициентов локализации отдельных ВЭД. Регионализация проводится не на уровне регионов, а на уровне федеральных округов (ФО), которые в перспективе могут выступать уровнем согласования национальных и региональных пространственных решений.

Полученные симметричные матрицы локационных коэффициентов по ФО суммируются для получения общей национальной матрицы. Далее формируются модифицированные матрицы промежуточного потребления по ВЭД для каждого ФО. Для этого перемножаются коэффициенты локализации отраслей (ВЭД) как производителей и потребителей в определенном федеральном округе и соотносятся с их суммой по всем федеральным округам. Далее это значение уточняет элемент укрупненной национальной матрицы ТЗВ. И поскольку в рамках ФО производителями и потребителями основного объема продукции являются все его регионы, то данные компоненты могут уточнить их взаимные поставки друг другу.

Интересной [6] является модель, где вместо балансового выражения поведения отраслей в межрегиональном обмене, используется схема положения (расстояния) предприятий отрасли относительно региона. В модели использовался подход расширенной производственной функции, где наряду с активами предприятия и зарплатой вводились переменные расстояния до региональной столицы как центра агломерационных сил. При этом контролировалась форма собственности, возраст фирмы и отраслевая принадлежность, зависимой переменной выступала прибыль предприятия. Модель можно обобщить и на территориальный объект типа ФО, где роль регионального центра играет административная или экономическая столица округа, на основе чего можно оценить межрегиональные связи.

Для конкретизации связей субъектов федерации в рамках системы межрегиональной торговли вводится понятие ИСЭ – индекс сложности экономики [7]. Здесь под сложностью экономики понимается мера взаимозависимости предприятий, показывающая «объем мобилизуемых обществом знаний». И сложность понимается не просто как уровень диверсифицированности экономики территории, но как уровень отраслевого взаимосвязанного разнообразия. Расчет ИСЭ производится в три шага для каждого момента времени.

На **1-ом шаге** для каждого региона определяются ВЭД, имеющие сравнительные преимущества на основе расчета *коэффициентов локализации*. Данные коэффициенты находят как отношение, где в числителе находится удельное число занятых в конкретной отрасли в регионе к его общему числу работников. В знаменателе же стоит вес суммарного количества занятых в данной отрасли по стране в общей занятости в целом.

На **2-ом шаге** формируется матрица, строками которой являются регионы, столбцами – виды экономической деятельности. Элемент матрицы равен «1», если в регионе коэффициент локализации отрасли больше порогового значения, и равен «0» иначе. Кроме этого формируется дополнительная бинарная матрица, элемент которой равен «1», если число занятых в регионе в определенной отрасли входят в определенную долю занятых по стране.

Далее формируется *итоговая матрица* путем поэлементного умножения компонент указанных выше двух матриц, на основе которой формируются:

- вектор *разнообразия отраслей* (сколько отраслей специализации в каждом регионе);
- вектор *распространения отраслей* (число регионов, занятых в каждой отрасли).

На **3-м шаге** – для каждого региона рассчитывается ИСЭ. Для этого на базе *итоговой матрицы* и вектора *распространения отраслей* ищут элементы *переходной матрицы* как суммы элементов *итоговой матрицы* в квадрате, взвешенных компонентами вектора *распространения отраслей*. Матрица сложности это итог матричного умножения обратной диагональной матрицы на основе вектора *разнообразия отраслей* и *переходной матрицы*.

После расчета ИСЭ строится граф *связности отраслей национальной экономики*. С помощью него показаны самые сильные связи между отраслями экономики. Вершинами графа являются виды деятельности согласно ОКВЭД, а ребрами – «расстояния» между ними. «Расстояние» между отраслями измеряется на основе итоговой матрицы. Это минимум между условной вероятностью наличия преимущества в конкретном ВЭД с учетом того, что территория специализируется и в этом ВЭД, и условной вероятностью специализации в

другом ВЭД при специализации этом ВЭД. Чем выше значение «расстояния» между отраслями, тем сильнее они связаны вне зависимости от их локализации в одном или нескольких регионах.

Продолжением этой темы может служить работа [8], где автором, в рамках гравитационной модели продовольственного обеспечения, предлагается использование и расчет показателя продовольственного потенциала межрегионального обмена. Его находят как отношение выбранного показателя экономической массы (производства сельскохозяйственной продукции) к расстоянию между регионами (областями, федеральными округами).

Продовольственный потенциал региона-получателя это сумма объемов продовольствия, возможных к получению из других регионов. Определив список регионов – потенциальных получателей продовольствия, строят, зная регионы-поставщики, гравитационную модель межрегионального взаимодействия субъектов РФ по поставкам зерна по показателям его производства в самодостаточных регионах и потребления в дефицитных регионах.

С целью углублённого анализа межрегиональных связей большие перспективы имеет их сетевой анализ [9]. Исследование структуры взаимодействий в ЕС особенно важно, так как их сила и слабость свидетельствуют о степени внутренней связанности и интенсивности интеграции ее членов. Сетевой анализ также показывает изоляцию ряда регионов от взаимодействий. Данный подход выделяет группировки наиболее тесно связанных территорий. Возможность найти эти ключевые «связки» регионов может помочь в улучшении государственной пространственной политики и в выборе оптимальной стратегии развития межрегионального сотрудничества. Расчёт показателей агрегированного анализа межрегиональных связей ЕС идет по графу с числом вершин, равным количеству регионов.

На **первом этапе** находится плотность связей как отношение удвоенного общего числа связей в графе межрегиональных взаимодействий, нормированного числом вершин в графе.

Второй этап – это расчёт коэффициента взаимности межрегиональных связей как отношения билинейного суммирования числа коэффициентов в строках и столбцах межрегионально-межсекторальной таблицы связей регионов, деленного на число вершин в графе.

Третий этап – это поиск показателя центральности взаимодействий в виде суммы среднегеометрических значений коэффициентов в строках и столбцах межрегионально-межсекторальной таблицы сил региональных связей, отнесенного к числу вершин в графе.

В следующем пуле настоящего обзора приведены актуальные отечественные модельные разработки, связанные с деятельностью ИЭиОПП СО РАН в этой области. Здесь надо отметить, что только в данной организации, под руководством Суслова В.И., осуществляются, прежде и сейчас, наиболее масштабные отечественные исследования в области межрегионального анализа межотраслевой экономики. Поэтому, приведенные ниже модели и методологии, отражающие указанную предметную область, представляют собой наиболее глубокое и подробное модельное отображение межрегиональных отношений. Если добавить к этому актуальность созданных институтом моделей, постоянно обновляемых методически в последние годы, то основной упор в обзоре последних российских межрегиональных разработок модели «Затраты-выпуск», в отсутствии значимых конкурентов, сделан именно на них

В [10] система из нескольких регионов представлена оптимизационной мультирегиональной межотраслевой моделью (ОММ), которая составляет основу метода. Используемая версия ОММ реализована в полудинамической постановке и представлена как совокупность ряда сложных структур для каждого из регионов. Этими структурами являются:

- технологическая матрица затрат;
- матрица способов ввоза в регион;

- матрица способов вывоза из региона;
- вектор ограничений на ресурсы;
- вектор структуры затрат на цели региона (отраслевой структуры текущего спроса домохозяйств и государства).

Технологическая матрица затрат региона имеет блочную структуру, образованную:

- подматрицей технологических коэффициентов затрат на поддержание объемов выпуска на уровне базового года, с размерностью, равной числу видов деятельности;
- подматрицей технологических коэффициентов затрат на обеспечение прироста выпуска за период прогноза;
- подматрицей связей инвестиций базового и последнего года периода прогноза;
- подматрицей связей инвестиций последнего года периода прогноза и потребностями в инвестициях за весь период;
- векторами коэффициентов капиталоемкости для поддержания объемов выпуска на уровне базового года и обеспечение прироста выпуска за период прогноза;
- векторами коэффициентов трудоемкости производства для поддержания объемов выпуска на уровне базового года и обеспечение прироста выпуска за период прогноза.

Способы ввоза и вывоза из региона описываются матрицами, чья размерности определяется числом общих и транспортабельных видов продукции. В ней учитываются коэффициенты материальных затрат на ввоз и вывоз продукции из региона.

Важной в модельном плане является работа [11], в которой отражены стадии эволюции региональной и общероссийской модели ОМММ к ее межрегиональным разновидностям:

- статическая межотраслевая модель базового года;
- статическая межрегиональная межотраслевая модель;
- оптимизационная динамическая межотраслевая модель;
- оптимизационная межрегиональная межотраслевая модель в полудинамической постановке;
- полудинамическая оптимизационная межрегиональная межотраслевая модель.

Указанные модели, при всех различиях, имеют ряд общих черт:

объединение в одном балансовом уравнении как особенностей внутрирегионального производства, так и межрегиональных поставок;

- недостаточное внимание, уделяемое сквозным поставкам продукции и торговле;
- учет динамики производства в самом балансовом уравнении, а не отдельно;
- отказ от введения коэффициентов связи внешних поставок одного региона с таковыми у других регионов;
- сложное описание способов поставок продукции отраслей и их транспортабельности.

Выше перечисленное осложняет восприятие и анализ этих модельных инструментов. Особняком стоят еще две характеристики данного семейства моделей, к ним относятся:

- описание межрегиональных связей только смежных регионов с суммированием их для отражения не соседних территориальных субъектов;
- допуск операций по экспорту-импорту только для приграничных областей.

Однако одна из последних модификаций полудинамической межрегиональной ОМММ лишена указанных двух недостатков и, является плодом многолетних усилий специалистов ИЭиОПП в построении таких моделей. Кроме того, заявляется ее пригодность для решения двойственной задачи математического программирования по поиску финансовых аспектов межрегиональных отношений через поиск оптимальных цен поставляемых товаров.

В силу того, что данные характеристики перекликаются с принципами, заложенными в блок мультисекторного баланса АТМО, рассмотрим указанную модификацию – новую запись «нелинейной» постановки оптимизационной межрегиональной межотраслевой модели.

В модели задействован ряд показателей (объемы для отраслей в выбранных регионах):

- производства на старых (имеющихся до начала планового периода) мощностях;
- производства на новых (вновь вводимых) мощностях;
- инвестиций (капиталообразующая продукция) в последнем году планового периода;
- межрегиональных перевозок (для каждой пары регионов);
- попарных перевозок продукции из одного региона в другой, каждому виду перевозимых товаров назначен набор переменных – по каждому типу транспортных связей;
- конечного потребления по системе в целом и в каждом регионе.
- импорта в конкретный регион с определенного внешнего рынка;
- экспорта из конкретного региона на определенный внешний рынок;
- международного транзита с одних внешних рынков в другие (учитываемых в модели).

Основа модели – это неравенство, что указывает здесь на неравновесность межрегионального баланса. В данном выражении, отражающем перетоки продукции, в правой части стоят приrostы запасов и потери с обратным знаком. Эти ограничения имеют естественный смысл: использовать продукцию или ресурсы можно не больше, чем их имеется:

В этом выражении используются следующие параметры для каждого региона:

- коэффициенты технологических способов производства продукции и услуг на старых производственных мощностях;
- аналогичные коэффициенты для новых, приростных производственных мощностей (компонент, соответствующих конкретной отрасли несколько – по числу приростных способов с падающей эффективностью, так, что величины сверхприбылей по ним сокращаются);
- коэффициенты способов производства и использования инвестиций, или способов линеаризации нелинейного закона роста инвестиций в конкретном регионе;
- коэффициенты транспортных способов для перевозок в другие регионы (отражают типы транспортной связи и номер отрасли, производящей транспортабельную продукцию);
- коэффициенты транспортных способов импорта продукции со всех внешних рынков.

В [12] утверждается, что в развитии региональной экономики решающее значение имеют не специфически региональные, а народнохозяйственные факторы, поэтому региональный прогноз, осуществленный в отрыве от них, отличается более низким качеством. При построении информационной базы модели большое значение имеют гипотезы о перспективных изменениях коэффициентов материоемкости, трудоемкости и капиталоемкости, объемов экспорта и импорта. Поэтому целесообразно «экстерриториальные» проблемы отрабатывать на «точечной» модели (не деля страны на регионы), которая является упрощенным аналогом межрегиональной межотраслевой модели. Общая последовательность работы модельного комплекса имеет циклический вид, с возможностью возврата на предыдущие этапы.

Процесс запускается с использования межотраслевого баланса (МОБ) России некоторого базового года, после чего происходит переход к построению региональных балансов этого же года. Для этого ранее построенная МОБ по РФ декомпозируется на частичные, отражающие процессы в экономиках субъектов федерации. Указанное дает возможность реализовать затем межрегиональную межотраслевую модель, содержащую в себе прогнозные МОБы регионов уже за требуемый год. Для обеспечения их точности, параллельно с построением указанной выше модели, разрабатываются базовые предпосылки на прогнозный период, которые, в свою очередь, оказывают влияние на формирование «точечной» межотраслевой динамической модели. И далее формируется несколько МОБ РФ,

соответствующих каждому году прогноза развития российской экономики. Расчеты по каждому из них способствуют повторной разработке базовых предпосылок по прогнозу, рекурсивным образом влияющих на эксплуатацию ранее разработанной межрегиональной межотраслевой модели. Все эти базовые предпосылки не только влияют на соответствующие модели, но и постоянно изменяются в ходе данного процесса под воздействием обратных связей, идущих от них.

При этом указывается, что при построении моделей межрегионального баланса и измерении степени взаимодействия регионов нельзя довольствоваться только эконометрическими моделями, в силу вариативности трендов, ими описываемых. Необходимо сочетать этот инструмент с моделированием базовых эффектов, свойственных регионам и их расположению.

В [13] показано, что за пределами подкласса моделей с условным центром, а именно, для полноразмерного варианта ОМММ с открытым внешним рынком, степень открытости многорегиональной экономики существенно влияет на межрегиональную интеграцию. Для формализации исследования взаимозависимости данных свойств вводится ряд метрик.

1. Степень неэквивалентности межрегионального и внешнеторгового обмена, с учетом суммарного сальдо обмена региона r с другими регионами и внешним рынком.

2. Степень блокируемости- a , величина относительного прироста целевых показателей выделившихся в коалицию регионов, с выбором в качестве индикатора максимального из них (по всем блокирующими коалициям).

3. Степень блокируемости- b количество коалиций, блокирующих это состояние.

Авторы считают, что наличие устойчивой формы зависимости метрик равновесности и блокируемости от параметра открытости с целыми областями, которые можно считать «хорошими» по значениям этих метрик, вынуждает, в случае открытой экономики, скорректировать методологию работы с равновесностью и блокируемостью.

Часто заявляется и принимается общепринятым, что основным препятствием [14] на пути применения пространственных моделей «затраты-выпуск» в России является отсутствие официальных региональных таблиц распределения и использования товаров и услуг. Их расчет приходится осуществлять исходя из ограниченного набора прямых и косвенных показателей, которые позволяют определить пространственные структуры производства, потребления, накопления основного капитала и т.п. с точностью, достаточной для дальнейшего использования в информационном наполнении межрегиональных межотраслевых моделей. Большинство таблиц данных имеются в стоимостном выражении, что вносит неточности в построенные на их основе модели межотраслевого и межрегионального балансов.

В силу указанного, в настоящее время при долгосрочном прогнозировании пространственной экономики последовательно детализируются страновые и региональные балансы.

Выбрано 46 видов экономической деятельности из списка ОКВЭД-2 и ряд крупных регионов РФ. Идея алгоритма пространственная развёрстка национальной таблицы «затраты-выпуск» с дальнейшими дополнениями. Он реализуется в рамках следующих этапов.

1. Промежуточные расчёты – распределение национальных показателей МОБ (объемов выпуска, потребления домохозяйств, инвестиций в основной капитал, экспорта и импорта и т. д.) пропорционально имеющимся прямым и косвенным данным. На этом этапе при начальной оценке распределения по отраслям регионального промежуточного потребления для всех регионов используются общероссийские показатели материалоемкости.

2. Балансировка региональных таблиц распределения товаров и услуг – корректировка невязок, возникших в результате этапа 1.

3. Оценка итогов межрегиональной торговли – расчёт значений вывоза-ввоза по регионам, а также объемов транспортных работ (перевозок, разгрузки-погрузки и т. д.).

4. Построение региональных таблиц «затраты-выпуск»⁷ финальная балансировка с контролем окаймляющих итогов.

Гравитационная модель В. Леонтьева для описания связей регионов может применяться и в лог-линейной форме [15] для межстрановой торговли, с обобщением ее также и на межрегиональные отношения. Модель представляет собой выражение, где поток продукции из i -ой страны (региона) в j -ую страну (регион) в левой части балансируется суммой ВВП (ВРП) соответствующих i -го и j -го субъектов и разностью расстояния между ними.

Все указанные показатели представлены в логарифмической форме, масштабированной соответствующими коэффициентами. Оценивание коэффициентов в этом выражении, в применении к регионам Дальнего Востока, осуществлялось МНК с учетом особенностей торговли.

Они показали предсказуемое значение эластичности торговли по валовому региональному продукту (ВРП) территории-партнера, близкое к единице. Крайне высоким по сравнению с большинством моделей международной торговли является значение эластичности торговли по расстоянию, что объясняется недостаточностью транспортной инфраструктуры на Дальнем Востоке, более высокими затратами на поиск информации, заключение сделок, исполнение контрактов и другими трудностями, связанными с дистанционной торговлей.

К масштабным разработкам в области анализа межрегиональных пропорций относится работа [16], где разработана и представлена методология построения полных региональных таблиц «затраты-выпуск» для субъектов РФ. В отличие от большинства существующих подходов, ограничивающихся регионализацией только первого квадранта таблиц, предложенный метод охватывает все три квадранта: промежуточное потребление, конечное использование и валовую добавленную стоимость. В рамках исследования сформированы полные межотраслевые таблицы для 85 регионов и 8 федеральных округов. Разработанный подход обеспечивает согласованность потоков продукции между промежуточным и конечным использованием, а также учет межрегиональной и международной торговли.

В практике межрегионального анализа довольно часто [17] используется понятие связности А. Г. Гранберга – это «условия мобильности товаров, услуг, капитала и людей, определяемые развитием транс портных и коммуникационных сетей». В рамках предлагаемого подхода дополнительно осмысливают как функциональную роль транспорта, так и возможные метрики его эффективности. Согласно этому подходу были предложены метрики интегральных общественных издержек обеспечения транспортной связности как объемы добавленной стоимости с учетом услуг транспорта, за вычетом чистого экспорта. Это метрики:

- вектора отраслевых соотношений ВДС и выпуска;
- матрицы полных затрат, заданная матрицей промежуточного потребления;
- вектора внутреннего конечного спроса на транспортные услуги;
- матрицы полных затрат исходного МОБ;
- вектора флагов (1/0) отраслей транспорта;
- вектора экспорта исходного МОБ;
- вектора прямых закупок нерезидентов на внутреннем рынке;
- вектора прямых закупок резидентов за рубежом.

Повышенные издержки являются закономерным следствием интенсивной транспортной работы, связанной с перевозкой тяжелых грузов в отдаленные регионы.

По итогам сделанного обзора, можно констатировать, что сфере построения и применения такого рода инструментария в России всего две проблемы, и обе фундаментальные.

Первая состоит в том, что исследования проводить в этой области просто некому. Несколько лет назад, в интервью, данном одним из членов научного коллектива уже

упомянутого в обзоре Суслова В. И., было сказано, что команда исследователей формируется только за счет работников пенсионного и пред пенсионного возраста. Молодых же сотрудников, имеющих возможность собирать и обрабатывать большие массивы данных для комплексного межотраслевого межрегионального анализа, и создавать необходимое ПО, не хватает. Это имеет место для многих научных коллективов, работающих по этой сфере, например ЦЭМИ.

Указанное происходит вследствие другой фундаментальной проблемы – отсутствию адресатов работ по межотраслевой, и особенно межрегиональной тематике – а следовательно и крупных постоянных заказов на ее выполнение с соответствующей зарплатой частью для исполнителей. Ранее, в времена СССР существовал всем известный Госплан, деятельность которого по выработке пятилетних планов по функционированию экономики, с четкими указаниями по объемам производства для каждого предприятия. И при всех недостатках советского планирования работы народного хозяйства, первые 3-4 пятилетки, прошедшие после завершения ВОВ, показали адекватность этих планов, способствовали восстановлению Советского Союза после войны и выходу его в мировые лидеры. Все это стало возможным благодаря применению моделей МОБ, на расчеты по которым эти планы опирались.

В настоящий момент Госплан, как и соответствующие министерства, реализующие его указания, ликвидированы. И даже если бы их рудимент сохранился, технология применения межотраслевых пропорций в предшествующие десятилетия, рассматривавшие страну как некий «макрорегион» с полным набором отраслей, причем управляемый директивно, устарела.

Сейчас же для планирования экономики, необходимы двухуровневая схема моделирования «регион-территория» и индикативная схема реализации межотраслевых рекомендаций.

Первая указанная компонента планирования исходит из того, что именно в рамках региона, в результате межотраслевого взаимодействия выясняется, какой продукции в нем производится много или мало, а какая вообще отсутствует, как указанные пробелы восполняются сбытовыми сетями, и, кто собственники отраслевых предприятий. Указанный набор характеристик, формально описанный для каждого региона, определяет, на уже межрегиональном уровне, направление, объемы и собственников потоков продукции между субъектами РФ. Вторая же компонента планирования обусловлена независимостью рыночных игроков от государства и его директив. И соблюдение желательных межотраслевых межрегиональных пропорций нужно реализовать неявно, посредством системы определенных поощрений.

При этом успешно действующая практика выработки и реализации межотраслевых межрегиональных планов развития народного хозяйства отсутствует – стратегии деятельности одной или нескольких отраслей промышленности принимаются спонтанно. Именно этим объясняются достаточно скромные результаты импортозамещения, наблюдавшиеся сейчас.

Отметим, что дажеrudиментарные такие попытки, например комплексное развитие индустрии строительства путей для высокоскоростного железнодорожного движения и соответствующего подвижного состава, осуществляющегося в последние годы «Уралвагонзводом», «Тверскими вагонами» и другими компаниями, дали возможность реализовать принятую сейчас программу развития ВСМ до Санкт-Петербурга, Адлера, Екатеринбурга и Минска.

В силу выше изложенного предлагается ряд общих рекомендаций по реализации результатов межотраслевого межрегионального планирования деятельности экономики России:

1. Создать федеральный научный центр, планирующий на основе нескольких методологий, деятельность отраслей экономики РФ вплоть до показателей отдельных компаний.

2. Организовать некий «экономический комитет» со статусом особого ведомства в составе правительства, который предлагал бы государственным и частным корпорациям следовать тем рекомендациям, что вырабатываются выше указанным центром. При этом сотрудничающие в этом контексте предприятия должны стимулироваться – получать налоговые преференции, льготные банковские кредиты, долговременные инвестиционные программы.

3. Постановка задачи

Мультирегиональный торговый баланс модели АТМО призван решить актуальную проблему современной российской экономики, заключающейся в поиске и сотрудничестве с поставщиками отечественных сырья и комплектующих в рамках программ импортозамещения.

Если рассматривать движение товарных потоков в рамках национальной экономики, то указанные выше задачи разрешаются через взаимные поставки продукции регионами. При этом необходимо разделять товары, производимые на территории самого региона, и импортированные, для которых данный регион является только транзитным хабом.

Разрабатываемые ранее модели в данной области не вполне удовлетворяют требованиям детализации описания межрегиональных товарных потоков. В частности, это заключается в:

- отсутствии разграничения собственной и импортированной продукции, поступающей из конкретного региона в другой;
- представление долей ввезенной из другого региона продукции в общей, используемой в регионе - получателе как некой характеристики обусловленной априорно предполагаемой закономерностью, например на основе гравитационного закона, при отрицании более технологичных подходов к их получении, к примеру на основе регрессионного или экспертного анализа;
- принижение роли сбытовых сетей в межрегиональной торговле;
- недостаточное внимание к наличию запасов товаров, гарантирующих надежность межрегиональных поставок во внештатных ситуациях.

Построенный блок мультирегионального торгового баланса нацелен на устранение пробелов в имеющихся межрегиональных балансовых моделях для более точного отражения межрегиональных связей секторов региона.

В работе рассматривается *территориальная система* из m регионов с n секторами (одинаковыми для всех регионов) – это может быть федеральный округ, произвольная группа регионов, объединенных устойчивыми хозяйственными связями или все регионы РФ. Каждый сектор моделируется на основе 456 видов экономической деятельности из ОКВЭД, отражая работу промышленных и сбытовых компаний, задействованных в сфере соответствующих разделов ОКВЭД.

Целью, поставленной в статье, является моделирование встречных товарных потоков, инициированных межрегиональной торговлей, в т. ч. сопутствующих показателей – в рамках исходящего и входящего движения продукции для каждого i -го сектора, $i = 1, \dots, n$.

В рамках расчетов по общей модели АТМО в блоке производственного и финансового балансов [1, 2] на первом этапе получаются очередные объемы продукции i -го сектора и для всех регионов $r = 1, \dots, m$ рассматриваемой территориальной системы:

- выпуска $x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^m$ (производственный баланс);
- ввоза $x^{(v)}_i, x^{(v)}_i, \dots, x^{(v)}_i$ (производственный баланс);
- оптовых цен поставок между регионами (финансовый баланс) $p^{(c)}_i, p^{(c)}_i, \dots, p^{(c)}_i$, (для простоты опускается временной индекс t).

Используя набор определенных моделью показателей (рис. 2), нужно найти наборы оптимальных значений для продукции i -го сектора:

вывоза (произведенной внутри регионов продукции) $z_i^1, z_i^2, \dots, z_i^m$;

импорта (транзита импортной продукции через регионы) $z^{(v)}_i, z^{(v)}_i, \dots, z^{(v)}_i$; при которых поставки продукции на экспорт $u^{(e)}_i, u^{(e)}_i, \dots, u^{(e)}_i$ росли (способствуя этим интенсификации внутренних связей экономики за счет собственных ресурсов), и удовлетворяли набору условий развития экономики региона в разрезе каждого сектора.

Каждая из указанных поставок $u^{(e)}_i$ является балансирующей величиной в своем уравнении, которое отражает для r -го региона:

распределение своей продукции z_i^r согласно:

- коэффициентам q_i^{rh} – долям поставок своего вывоза в регионы $h = 1, \dots, m$;
- коэффициентам $d^{(c)}_i^{rh}$ – оценкам автономности по вывозу в регионы $h = 1, \dots, m$;

распределение импортированной продукции $z^{(v)}_i$ в соответствии с:

- коэффициентами o_i^{rh} – долями поставок зарубежного импорта в регионы $h = 1, \dots, m$;
- коэффициентами $d^{(z)}_i^{rh}$ – оценкам автономности по импорту в регионы $h = 1, \dots, m$;

объем поставок в прочие регионы $y^{(we)}_i$, вне рассматриваемой территориальной системы.

Таким образом, экспорт зарубеж $u^{(e)}_i$, также называемый здесь индикатором *экспортного развития*, имеет следующий вид (с оптимизируемыми переменными z_i^r и $z^{(v)}_i$):

$$u^{(e)}_i = f(z_i^r, z^{(v)}_i, q_i^{rh}, d^{(c)}_i^{rh}, o_i^{rh}, d^{(z)}_i^{rh}, y^{(we)}_i). \quad (1)$$

Указанная функция строится первоначально как линейная форма (сумма произведений вывоза и импорта на свои доли распределения их по регионам за вычетом экспортов).

Поиск наилучших значений переменных в (1) представляется изначально как квазидинамическая задача многокритериальной оптимизации по критериям $u^{(e)}_i$. Она является частью 4-ех последовательно решаемых статических задач, также называемых *этапами*, соответствующими 4-ем блокам модели АТМО. Решение всех этих задач, формирует очередную итерацию, за ряд которых осуществляется работа с моделью АТМО. Поэтому оптимизация критерииев (1) зависит от параметров, найденных на предыдущих этапах, в т. ч. от оптимизируемых переменных на предыдущих итерациях (т.е. за прошлые периоды времени t), что придает ей нелинейный характер.

При большом количестве переменных, отражающих наличие множества регионов в указанной выше задаче оптимизации, ее решение весьма сложно с методологической точки зрения. И даже если оно будет получено, это решение будет трудно выполнимым, в силу отсутствия механизмов его практической реализации. Они применимы в централизованной экономике, с директивными указаниями, задающими поведение каждого предприятия, или их группы в рамках региона.

Однако рыночная экономика, в которой решается эта задача, предполагает индикативное управление ею путем задания стартовых условий поведения изучаемых объектов. И далее отслеживаются их траектории, с выбором наилучших параметров условий, обеспечивающих соблюдение интересов этих объектов, и государства, создающего данные условия.

В силу этого, задача оптимизации, описанная выше, заменяется на другую, с точки зрения достижения участниками межрегиональной торговли своих целей, задачу. Для реализации решения, соответствующих возможностям автора, делается ряд допущений, сводящих начальную задачу к более простой. Это задача получения равновесного состояния, определяемого стратегиями регионов. Вместо максимизации критерииев роста экспорта зарубеж (каждого региона), ставим задачу постепенного (пошагового) наращивания за заданный период для всех регионов уровней этого критерия, с учетом общесистемных критерииев в постановке Гермейера-Вателя. Раскрытие понятия состояния равновесия для данной задачи, и его использование, будет дано ниже.

В итоге задача оптимизации сводится к конфликту многих противников, моделируемая, с учетом ее динамического и пошагового характера, с помощью аппарата дифференциальных игр. Сам конфликт состоит в следующем. Каждая строка системы уравнений любого торгового

баланса соответствует конкретной ценовой группе по ценам $p^{(e)}_i r$. Если r -ый регион поставит цель нарастить объем вывоза своей продукции z_i^r (для роста своих поставок зарубеж $u^{(e)}_i r$), то во всех остальных уравнениях возрастет компонента ввоза $q_i^{rh} \cdot d^{(e)}_i r \cdot z_i^r$, $h = 1, \dots, m$, $h \neq r$.

На практике это означает, что возможный дефицит товаров вывоза z_i^r в одной ценовой группе компенсируется счет суммарного предложения выпущенной и вывезенной продукции z_i^h из других регионов. Фактически, более дорогие товары замещаются более дешевыми, в случае большей востребованности первых за пределами региона. Во втором варианте более дешевый товар уходит за пределы региона в случае роста благосостояния его населения, предпочитающего продукцию более высокого уровня. Возможно и смешанное поведение.

В результате роста данных компонент другие регионы, соблюдая раннее достигнутый баланс, вынуждены сами наращивать объемы вывоза своей продукции z_i^h , $h = 1, \dots, m$, $h \neq r$. Это, в свою очередь, вызовет рост компонент, ответственных за ввоз в эти регионы, в соответствии с тем же принципом замещения продукции одной ценовой группы товарами из другой. Указанное же неизбежно вызовет рост компонент поставок вывоза r -го региона в другие, в соответствующем уравнении – с отрицательными знаками – и далее общий вывоз z_i^r уменьшиться настолько, что в итоге может привести к сокращению целевого показателя поставок зарубеж $u^{(e)}_i r$.

Тоже самое имеет место и для транзита импорта $z^{(v)}_i r$. Данный конфликт во многом подобен конфликту секторов (отраслей) в рамках проблемы продуктивности в рамках классической модели МОБ Леонтьева. И, так же как и в указанной методологии, это противоречие разрешимо через изменение структуры связей субъектов соответствующей системы, которые здесь моделируются для вывоза и импорта коэффициентами поставок и транзита q_i^{rh} и o_i^{rh} .

К потокам выше добавлен процесс, формирующий ввоз $x^{(v)}_i r$ в регион r за счет резерва продукции для межрегиональной торговли $v^{(e)}_i r$, а также параметров $b^{(e)}_i r$ и $c^{(e)}_i r$ задающих уже потребление ввоза и импорта этим регионом. При этом, в резерв входят известные неиспользованные остатки поставок вывоза и транзита импорта региона и его прямой импорт $z^{(imp)}_i r$, непосредственно используемого в регионе в отличие от транзитного импорта $z^{(v)}_i r$ для перепродажи. Поэтому, учитывая указанное выше, так как объем ввоза $x^{(v)}_i r$ уже найден, также осуществляется поиск значений переменной прямого импорта $z^{(imp)}_i r$, что имеет большое значение для решения задачи импортозамещения.

Общесистемно, описанные выше потоки можно представить следующей схемой (рис. 2).

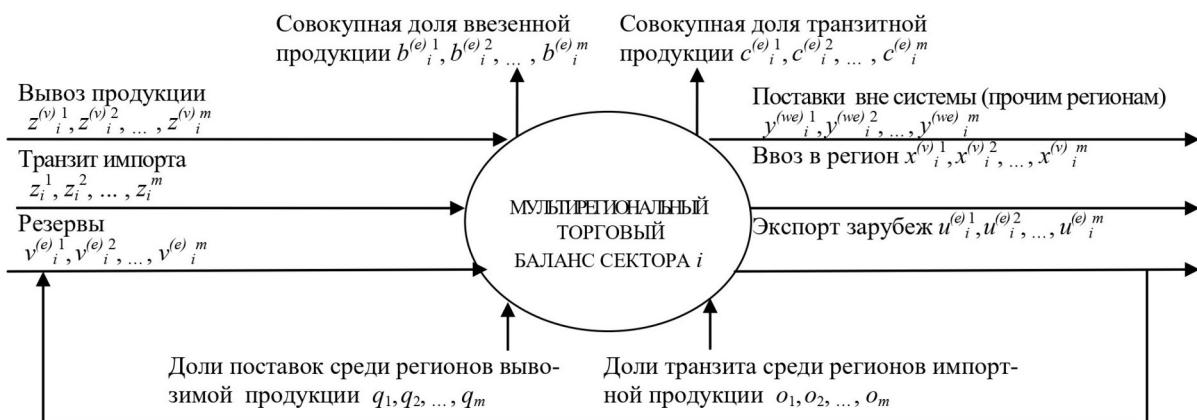


Рис. 2. Схема распределения продукции сектора i в территориальной системе, уровень 0

Механизм торговых взаимосвязей, способствующий достижению целей, поставленных в работе, основывается на следующем балансе для любого региона *территориальной системы*.

Источником поставляемой продукции конкретного сектора являются вывоз своих и транзит зарубежных товаров. Они балансируются продажами продукции вне

рассматриваемой территориальной системы и ее экспортом – это в отношении той продукции, что осталась после ее транспортировки в регионы этой системы.

Входные факторы здесь – это валовые поставки вывоза и транзит импорта продукции между регионами. При этом регион может закупать ее в одном регионе, а сбывать в другом. Такие поставки (транзит) мы назовем *сквозными*. Существует опасность дефицита продукции, покрываемые резервами продукции, также являющихся входным фактором.

В качестве цели региона (итогов деятельности) выступают планируемый экспорт зарубеж (из системы). На выходе балансового соотношения для торговли региона получаем поставки другим регионам, не входящим в исследуемую территориальную систему. Оставшаяся продукция идет зарубеж за исключением той ее доли, которая направляется в резервы для следующего периода планирования. Это создает контур обратной связи, закольцованный на фактор резервов продукции. Здесь также есть дополнительный фактор – ввоз в каждый регион на основе вывоза и импорта из всех остальных регионов (внутрь элементов системы).

Параметрами, определяющими структуру потоков продукции, инициируемых этими входными факторами и результат в виде выходных, являются коэффициенты поставок и транзита – пропорции распределения вывоза и импорта продукции между регионами.

Диаграмму выше декомпозируем как граф, соединяющий ряд регионов (рис. 3).

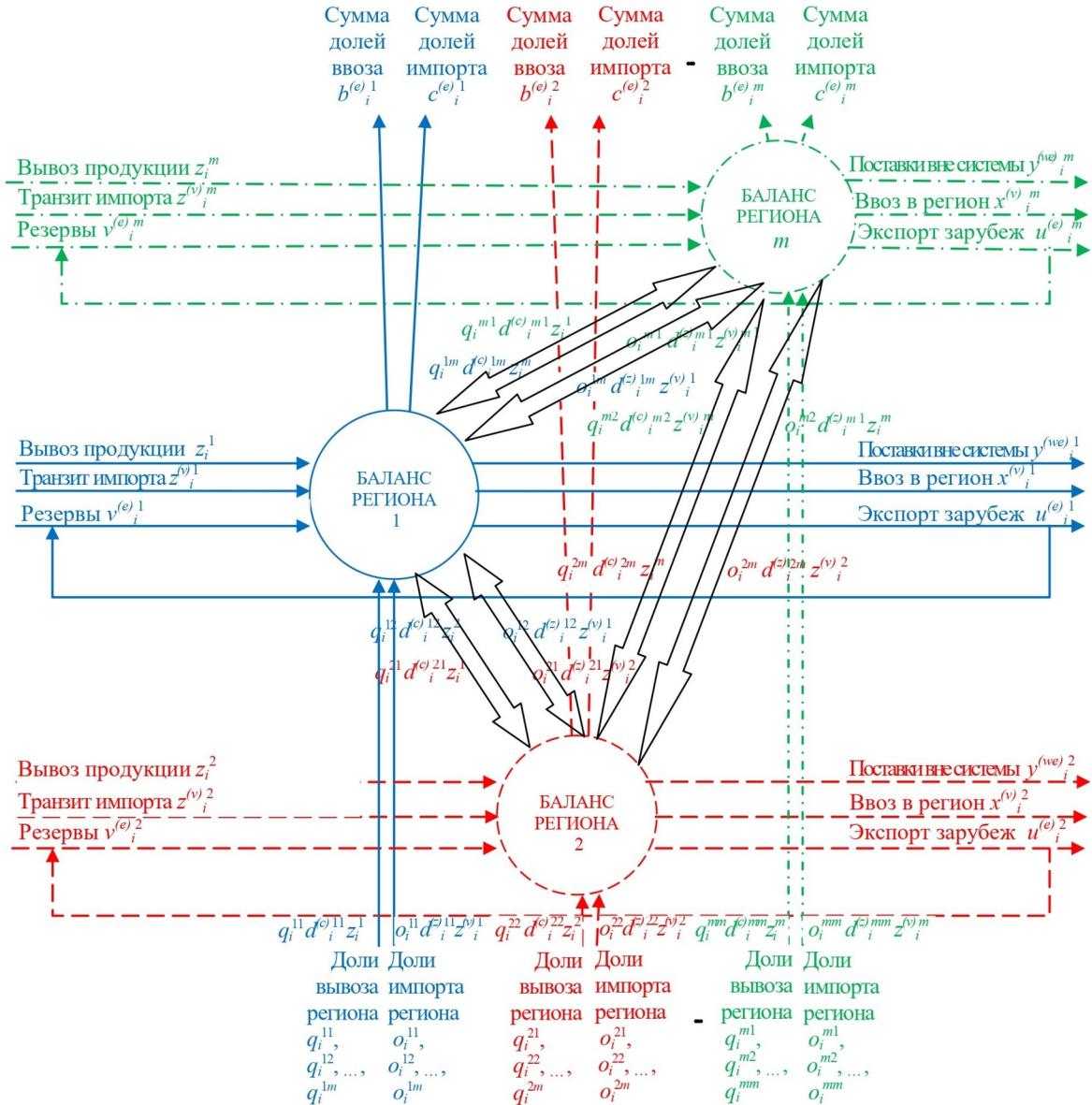


Рис. 3. Схема распределения продукции сектора i в территориальной системе, уровень 1

Есть встречные поставки (транзит) товаров одного сектора, так как вывозимая продукция, в силу его укрупнения, может не совпадать по номиналу с ввезенной. И даже при совпадениях, взаимная торговля часто идет в разных ценовых группах. Обмен проходит у соседних регионов и напрямую, при этом перекупка собственных и импортированных товаров не исключена.

Одновременно, в рамках торговой политики данного сектора, в регион осуществляется ввоз его продукции из всех остальных регионов территориальной системы. Общий объем этой продукции формирует ввоз товаров отдельного сектора, выполняющий роль балансирующего показателя. Также этот показатель идет, как переменная на следующей итерации, в левую часть уже упомянутого производственного баланса [1].

Структура торговых отношений, определяемая долями поставок q_i^{rh} (вывоза) и транзита o_i^{rh} (импорта) представима в виде системы уравнений, где эти доли играют роль коэффициентов, за счет чего formalизован процесс решения поставленной в начале статьи задачи.

4. Строение торгового баланса модели АТМО

Мультирегиональный торговый баланс i -го сектора m регионов представим в виде следующего матричного выражения с временным детерминантом t :

$${}^t V^{(epc)}_i + {}^t Q^{(v)}_i {}^t Z^{(pc)}_i + {}^t O^{(v)}_i {}^t Z^{(vpz)} = {}^t Y^{(wepc)}_i + {}^t X^{(vpc)}_i + {}^t U^{(epc)}_i, \quad (2)$$

или в материальных единицах измерения с учетом их денежных мультипликаторов:

$${}^t V^{(e)}_i {}^t P^{(c)}_i + {}^t Q^{(v)}_i {}^t Z_i {}^t P^{(c)}_i + {}^t O^{(v)}_i {}^t Z^{(v)}_i {}^t P^{(c)}_i = {}^t Y^{(we)}_i {}^t P^{(c)}_i + {}^t X^{(v)}_i {}^t P^{(c)}_i + {}^t U^{(e)}_i {}^t P^{(c)}_i, \quad (3)$$

где

${}^t P^{(c)}_i$ – диагональная матрица оптовых цен поставок (между регионами);

${}^t Z_i^T$ – транспонированный вектор поставок вывоза продукции регионами;

${}^t Z^{(v)}_i^T$ – транспонированный вектор транзита импорта продукции регионами;

${}^t V^{(e)}_i$ – вектор резервов продукции для стабильности поставок между регионами;

${}^t Y^{(we)}_i$ – вектор поставок вне территориальной системы (прочим регионам);

${}^t X^{(v)}_i$ – вектор ввоза продукции в регион (сумма поставок из всех регионов и импорт);

${}^t U^{(e)}_i$ – вектор экспорта продукции региона зарубеж (без промежуточных остановок).

${}^t Q^{(v)}_i$ – матрица коэффициентов поставок, отражающих долевое распределение вывоза региона в другие регионы на базе следующего показателя:

$$q^{(0) rh}_i = \frac{z_i^{rh} \cdot p^{(c) r}_i}{z_i^r \cdot p^{(c) r}_i} = \frac{z^{(spc) rh}_i}{z^{(pc) r}_i}, \quad (4)$$

это базовый коэффициент поставок – средний объем поставок продукции сектора i , вывозимой регионом r в h -ый (z_i^{rh}), отнесенный к общему его вывозу z_i^r в оптовых ценах $p^{(c) r}_i$;

${}^t O^{(v)}_i$ – матрица коэффициентов транзита, отражающих долевое региональное распределение транзитного импорта региона на базе следующего показателя:

$$o^{(0) rh}_i = \frac{z^{(v) rh}_i \cdot p^{(c) r}_i}{z^{(v) r}_i \cdot p^{(c) r}_i} = \frac{z^{(spv) rh}_i}{z^{(vp) r}_i}, \quad (5)$$

это базовый коэффициент транзита – средний объем транзита продукции сектора i , импортируемой регионом r в h -ый ($z^{(v) rh}_i$) в качестве транзитной, отнесенный к общему его импорта $z^{(v) r}_i$ в оптовых ценах $p^{(c) r}_i$.

Введем *оценки автономии по ввозу* $d^{(c) rh}_i$, такие что $z_i^h = (d^{(c) rh}_i)^{-1} z_i^r$, тогда валовые поставки вывоза выражаются как $z_i^{rh} = q^{(0) rh}_i \cdot d^{(c) rh}_i \cdot z_i^h \cdot p^{(c) r}_i$.

Эти оценки определяют связь между вывозом региона r и региона h . Предполагается, что поставки вывозимой продукции из региона-получателя h в любом случае ненулевые, поскольку, даже если он не производит продукцию i -го сектора, она может выходить из данного региона в рамках сквозных поставок для перепродажи. В силу этого, параметры $d^{(c) rh}_i$ также ненулевые. Они показывают, во сколько вывоз региона-источника продукции больше вывоза региона-реципиента, при этом они могут быть как меньше единицы, так и значительно превосходить ее. В дальнейшем при поиске оптимальных решений эти оценки нормируются.

Аналогичным образом введем *оценки автономии по импорту* $d^{(z) rh}_i$, для которых выполняется соотношение $z^{(v) h}_i = (d^{(z) rh}_i)^{-1} z^{(v) r}_i$, тогда валовый транзит импорта выражается как $z_i^{rh} = o^{(0) rh}_i \cdot d^{(z) rh}_i \cdot z^{(v) h}_i \cdot p^{(c) r}_i$.

Параметры dq_i^{rh} и do_i^{rh} – доли транспортных затрат вывоза и импорта из r -го региона h -ый в объемах его вывоза и импорта. Это суть «добавки» к стоимости поставок, добавляемые к коэффициентам $q^{(0) rh}_i$ и $o^{(0) rh}_i$. Они изменяют их за счет включения в средние цены $p^{(c) r}_i$ роста / падения стоимости поставок, вызванных потребностью в вывозимых товарах вне региона:

$${}^0 q_i^{rh} = q^{(0) rh}_i, {}^0 o_i^{rh} = o^{(0) rh}_i, {}^f q_i^r = {}^{f-1} q_i^{rh} + \sum_{t=1}^{12} {}^t dq_i^{rh}, {}^f o_i^{rh} = {}^{f-1} o_i^{rh} + \sum_{t=1}^{12} {}^t do_i^{rh}, \quad (6)$$

где

- ${}^0q_i^{rh}$ – коэффициенты поставок вывоза за начальный период планирования (мес.);
- ${}^0o_i^{rh}$ – коэффициенты транзита импорта за начальный период планирования (мес.);
- ${}^{f-1}q_i^{rh}$ – коэффициенты поставок вывоза прошлый год ($f-1$), пересчитанные заново;
- ${}^{f-1}o_i^{rh}$ – коэффициенты транзита импорта за прошлый год ($f-1$), пересчитанные заново.

Эти показатели включены в *развернутый вид* блока из t уравнений:

$$\begin{aligned} {}^tV_i^{(e)} & \underbrace{{}^tP_i^{(c)}}_{{}^tQ_i^{(v)}} + [({}^tI - {}^tB_i^{(e)}) - {}^tQ_i^{(v)} {}^tD_i^{(c)}] {}^tZ_i^T {}^tP_i^{(c)} + [({}^tI - {}^tC_i^{(e)}) - {}^tG_i^{(v)} {}^tD_i^{(z)}] {}^tZ_i^{(v)T} {}^tP_i^{(c)} = \\ & = {}^tY_i^{(we)} {}^tP_i^{(c)} + {}^tX_i^{(v)} {}^tP_i^{(c)} + {}^tU_i^{(e)} {}^tP_i^{(c)}, \end{aligned} \quad (7)$$

где

- ${}^tB_i^{(e)}$ – удельная доля встречного ввоза в регион в объеме его вывоза;
- ${}^tC_i^{(e)}$ – удельная доля встречного транзитного импорта в регион в объеме его импорта;
- ${}^tY_i^{(we)} = {}^{t-1}W_i^{(e)} {}^{t-1}Y_i^{(e)}$ – поставки продукции вне системы (прочим регионам) как произведение числа регионов, куда идут поставки на их средний удельный объем – здесь использованы объемы за ($t-1$)-ый месяц из-за несвоевременного удовлетворения спроса других регионов.

Формальное соотношение торгового баланса сектора i , региона r и месяца t имеет вид:

$$\begin{aligned} {}^tV_i^{(e)r} \cdot {}^tp_i^{(c)r} + (1 - {}^tb_i^{(e)r}) \cdot {}^tz_i^r \cdot {}^tp_i^{(c)r} - \sum_{h=1}^m {}^tq_i^{rh} \cdot {}^td_i^{(c)rh} \cdot {}^tz_i^h \cdot {}^tp_i^{(c)h} + (1 - {}^tc_i^{(e)r}) \cdot {}^tz_i^{(v)r} \cdot {}^tp_i^{(c)r} - \\ - {}^tz_i^{(v)r} \cdot {}^tp_i^{(c)r} \cdot \sum_{h=1}^m {}^to_i^{rh} = {}^ty_i^{(we)r} \cdot {}^tp_i^{(c)r} + {}^tx_i^{(v)r} \cdot {}^tp_i^{(c)r} + {}^tu_i^{(e)r} \cdot {}^tp_i^{(c)r}. \end{aligned} \quad (8)$$

К уравнению модели в матричном виде выше можно добавить ряд соотношений, где встречаются следующие показатели прошлого месяца ($t-1$):

$${}^tb_i^{(e)r} = -(1 + {}^tdb_i^{(e)r}) \cdot \frac{1}{{}^{t-1}z_i^r} \cdot \sum_{h=1}^m {}^tq_i^{hr} \cdot {}^td_i^{(c)hr} \cdot {}^{t-1}z_i^r, \quad (9)$$

$${}^tc_i^{(e)r} = -(1 + {}^dc_i^{(e)r}) \cdot \frac{1}{{}^{t-1}z_i^{(v)r}} \cdot \sum_{h=1}^m {}^to_i^{hr} \cdot {}^td_i^{(z)hr} \cdot {}^{t-1}z_i^{(v)r}, \quad (10)$$

${}^tb_i^{(e)r}$ – это сумма долей ${}^tq_i^{hr}$ вывоза ${}^{t-1}z_i^h$ из других регионов в регион r за прошлый месяц ($t-1$), с изменениями ${}^tdb_i^{(e)r}$ к текущему месяцу t , а деление на ${}^{t-1}z_i^r$ идет для нормирования, что дает единицу при умножении на ${}^{t-1}z_i^r$, аналогичным образом определяем ${}^tc_i^{(e)r}$ – это сумма долей ${}^to_i^{hr}$ импорта ${}^{t-1}z_i^{(v)r}$, здесь ${}^dc_i^{(e)r}$ – плановый рост транзитного импорта региона;

$${}^tdq_i^{rh} = {}^tp_i^{(q)r} \cdot \frac{{}^tq_i^{(0)rh} \cdot {}^td_i^{(c)rh} \cdot {}^tb_i^{(tr)rh}}{{}^tp_i^{(c)r}}, \quad (11)$$

$${}^tdo_i^{rh} = {}^tp_i^{(o)r} \cdot \frac{{}^to_i^{(0)rh} \cdot {}^td_i^{(z)rh} \cdot {}^tc_i^{(tr)rh}}{{}^tp_i^{(c)r}}, \quad (12)$$

${}^tdq_i^{rh}$ – это доля транспортных затрат на единицу вывоза из региона r как произведение транспортного тарифа вывоза ${}^tp_i^{(q)r}$ на начальную долю вывоза ${}^tq_i^{(0)rh}$ с учетом оценок автономии по вывозу ${}^td_i^{(c)rh}$ и длины пути ${}^tb_i^{(tr)rh}$ из региона r в h , в оптовых ценах ${}^tp_i^{(c)r}$, таким же способом идентифицируется доля ${}^tdo_i^{rh}$ транспортных затрат на единицу транзита через транспортный тариф транзита ${}^tp_i^{(o)r}$, начальную долю вывоза ${}^to_i^{(0)rh}$, оценку автономии по импорту ${}^td_i^{(z)rh}$ и длину пути ${}^tc_i^{(tr)rh}$;

$${}^t p^{(qt)}_i = {}^{t-1} p^{(tr)}_i \cdot \left(1 + \frac{{}^t p^{(c)}_i}{\max_r {}^t p^{(c)}_i} \right), \quad (13)$$

$${}^t p^{(ot)}_i = {}^{t-1} p^{(tr)}_i \cdot \left(1 + \frac{{}^t p^{(imp)}_i}{\max_r {}^t p^{(c)}_i} \right), \quad (14)$$

${}^t p^{(qt)}_i$ – это себестоимость перевозок вывоза как рост общего транспортного тарифа ${}^{t-1} p^{(tr)}_i$ на поправку – отношение оптовых цен поставок ${}^t p^{(c)}_i$ к их максимуму – чем выше цена вывоза, тем выше стоимость перевозки, а при формировании ${}^t p^{(ot)}_i$ – себестоимости перевозок вывоза – высокая цена импорта ${}^t p^{(imp)}_i$ повышает стоимость его доставки;

$${}^t z_i^r = {}^{t-1} z_i^r + {}^t d z_i^r, \quad (15)$$

$${}^t z_i^{(v)} = {}^{t-1} z_i^{(v)} + {}^t d z_i^{(v)}, \quad (16)$$

${}^t z_i^r$ – это вывоз продукции как прирост ${}^t d z_i^r$ к его значению ${}^{t-1} z_i^r$ за прошлый месяц ($t-1$), аналогично находится импорт продукции ${}^t z_i^{(v)}$ на основе прироста ${}^t d z_i^{(v)}$ к его значению ${}^{t-1} z_i^{(v)}$;

$${}^t d^{(z)}_i = \frac{{}^{t-1} v_i^{(e)} - {}^{t-1} z_i^{(imp)}}{{}^{t-1} u_i^{(e)}}, \quad (16)$$

${}^t d^{(z)}_i$ – это доля неиспользованных резервов в поставках продукции другим регионам в виде разности резервов ${}^{t-1} v_i^{(e)}$ и прямого импорта ${}^{t-1} z_i^{(imp)}$ (за счет чего часть резервов собственной продукции не задействована) в экспортных поставках ${}^{t-1} u_i^{(e)}$ (все за период $t-1$);

$${}^t v_i^{(e)} = {}^{t-1} z_i^{(imp)} + {}^t d^{(z)}_i \cdot {}^{t-1} u_i^{(e)}, \quad (17)$$

${}^t v_i^{(e)}$ – это резервы как сумма прямого импорта ${}^{t-1} z_i^{(imp)}$ (за период $t-1$) и части межрегиональных потоков ${}^t d^{(z)}_i$, не идущие на экспорт ${}^{t-1} u_i^{(e)}$ за прошлый период времени.

Здесь прямой импорт непосредственно обслуживает потребности r -го региона, транзитный импорт ${}^t z_i^{(v)}$ либо закупается самим регионом только для перепродажи в другие регионы, либо поступает из других регионов.

Изменение объема поставок вывоза и транзита импорта не должны превышать стоимости компенсации износа транспортных средств их доставки:

$${}^t z_i^r \cdot {}^t p_i^{(c)} \cdot \sum_{h=1}^m {}^t d q_i^{rh} \leq {}^t v_i^{(ed)} \cdot {}^t z_i^r \cdot {}^t p_i^{(c)}, \quad (18)$$

откуда

$$\sum_{h=1}^m {}^t d q_i^{rh} \leq {}^t v_i^{(ed)}, \quad (19)$$

аналогично получаем

$${}^t z_i^{(v)} \cdot {}^t p_i^{(c)} \cdot \sum_{h=1}^m {}^t d o_i^{rh} \leq {}^t v_i^{(ed)} \cdot {}^t z_i^{(v)} \cdot {}^t p_i^{(c)}, \quad (20)$$

$$\sum_{h=1}^m {}^t d o_i^{rh} \leq {}^t v_i^{(ed)}, \quad (21)$$

где ${}^t v_i^{(ed)}$ – темп износа основных активов в транспорте.

Доля транспортных затрат на вывоз – это затраты транспорта на вывоз региона h (${}^t q_i^{rh} < 0$), или дотации на перевозки (${}^t q_i^{rh} \leq 0$). Аналогична роль долей транспортных затрат на импорт.

Транспортные тарифы, ${}^t p_i^{(qt)}$ и ${}^t p_i^{(ot)}$, домножаются (формулы 11-12) на базовые доли товаров h -го региона, поставляемые из его вывоза и импорта (${}^t q_i^{rh}$ и ${}^t o_i^{rh}$) h -му региону (с учетом оценок автономности ${}^t d_i^{(c)rh}$ и ${}^t d_i^{(z)rh}$), и умножаются на пути поставок из h -го региона, ${}^t b_i^{(tr)rh}$ и ${}^t c_i^{(tr)rh}$.

${}^t b_i^{(tr) rh}$ – длина пути поставок вывоза продукции региона h , направляемой региону r ;

${}^t c_i^{(tr) rh}$ – длина пути транзита импорта продукции региона h , направляемой региону r .

Здесь компонента $({}^t p_i^{(o)})^{-1}$ нужна для отражения доли транспортных тарифов вывоза и импорта ${}^t p_i^{(q) r}$ и ${}^t p_i^{(o) r}$ в цене).

Тогда имеем следующие выражения для долей транспортных затрат:

$${}^t d_i^{rh} = {}^t p_i^{(q) r} \cdot ({}^t p_i^{(c) r})^{-1} \cdot {}^{t-1} q_i^{rh} \cdot {}^t b_i^{(tr) rh} \quad (22)$$

$${}^t o_i^{rh} = {}^t p_i^{(o) r} \cdot ({}^t p_i^{(c) r})^{-1} \cdot {}^{t-1} o_i^{rh} \cdot {}^t c_i^{(tr) rh} \quad (23)$$

Преобразуя эти выражения для ${}^t q_i^{rh}$ и ${}^t o_i^{rh}$, и учитывая также выражения (19) и (21), получим здесь, что тарифы поставок вывоза и транзита импорта ${}^t p_i^{(q) r}$ и ${}^t p_i^{(o) r}$ ограничены отношением стоимости износа основных активов в транспорте к суммарной доле затрат на поставки продукции в другие регионы с учетом длин их пути:

$${}^t p_i^{(q) r} \leq {}^t v_i^{(ed) r} \cdot {}^t p_i^{(c) r} \cdot \sum_{h=1}^m ({}^{t-1} d_i^{rh} \cdot {}^t b_i^{(tr) rh})^{-1}. \quad (24)$$

$${}^t p_i^{(o) r} \leq {}^t v_i^{(ed) r} \cdot {}^t p_i^{(c) r} \cdot \sum_{h=1}^m ({}^{t-1} o_i^{rh} \cdot {}^t c_i^{(tr) rh})^{-1}. \quad (25)$$

Приравняем обе части за счет ${}^t dp_i^{(q) r}$ и ${}^t dp_i^{(o) r}$, знак «+» их объемов означают снижение затрат перевозки единицы вывезенной и импортированной продукции:

$${}^t p_i^{(q) r} = (1 - {}^t dp_i^{(q) r}) \cdot {}^t v_i^{(ed) r} \cdot {}^t p_i^{(c) r} \cdot (\sum_{h=1}^m ({}^{t-1} d_i^{rh} \cdot {}^t b_i^{(tr) rh})^{-1}). \quad (26)$$

$${}^t p_i^{(o) r} = (1 - {}^t dp_i^{(o) r}) \cdot {}^t v_i^{(ed) r} \cdot {}^t p_i^{(c) r} \cdot (\sum_{h=1}^m ({}^{t-1} o_i^{rh} \cdot {}^t c_i^{(tr) rh})^{-1}). \quad (27)$$

Указанные транспортные тарифы не должны превышать базовых значений транспортных тарифов ${}^t p_i^{(qt) r}$ и ${}^t p_i^{(ot) r}$:

$${}^t dp_i^{(q) r} \leq {}^t p_i^{(qt) r} \quad (28)$$

$${}^t dp_i^{(o) r} \leq {}^t p_i^{(ot) r} \quad (29)$$

Тогда прирост транспортных затрат на поставки в другие регионы имеет вид:

$${}^t dy_i^{(we) r} = {}^t z_i^r \cdot {}^t p_i^{(c) r} \cdot \sum_{h=1}^m {}^t d_i^{rh} + {}^t z_i^{(v) r} \cdot {}^t p_i^{(c) r} \cdot \sum_{h=1}^m {}^t o_i^{rh} \quad (30)$$

Блок транспортного баланса отражает два процесса – ввоза продукции, а также распределения вывоза и импорта.

В рамках 1-го процесса в регион идет сумма собственного вывоза и транзитного импорта из других регионов в данный – то есть ${}^t b_i^{(e) r} \cdot {}^t z_i^r$ и ${}^t c_i^{(e) r} \cdot {}^t z_i^{(v) r}$. Члены ${}^t b_i^{(e) r}$ и ${}^t c_i^{(e) r}$ стоят с минусами, делая эти объемы положительными. Также туда входит часть прямого импорта, не использованного за прошлый период, и входящего, вместе с поставками вывоза и транзитом импорта в резервы продукции, обеспечивающие регион запасами товаров для торговли. В итоге валовая величина ввоза ${}^t x_i^{(v) r}$ имеет вид:

$${}^t v_i^{(e) r} \cdot {}^t p_i^{(c) r} + {}^t b_i^{(e) r} \cdot {}^t z_i^r + {}^t p_i^{(c) r} + {}^t c_i^{(e) r} \cdot {}^t z_i^{(v) r} + {}^t p_i^{(c) r} = {}^t x_i^{(v) r} \cdot {}^t p_i^{(c) r}. \quad (31)$$

В рамках 2-го процесса сначала поставляется вывоз ${}^t z_i^r$ и транзитный импорт ${}^t z_i^{(v) r}$, согласно коэффициентам ${}^t q_i^{rh}$ и ${}^t o_i^{rh}$. То, что остается, ${}^t y_i^{(we) r}$, идет прочим регионам вне моделируемой территориальной системы (например в другие федеральные округа).

Итог – поставки в продукцию на экспорт ${}^t u_i^{(e) r}$. От нее вычитают часть, произведенную в регионе, ${}^t d_i^{(z) r} \cdot {}^t u_i^{(e) r}$, дающую, наряду с прямым импортом ${}^t z_i^{(imp) r}$, резервы следующего месяца ${}^t v_i^{(e) r}$ (прямой импорт и его излишки, формирующие ввоз ${}^t x_i^{(v) r}$ в регион r):

$$\begin{aligned}
 {}^t z_i^r \cdot {}^t p_i^{(c)r} - {}^t p_i^{(c)r} \cdot \sum_{h=1}^m {}^t q_i^{rh} \cdot {}^t d_i^{(c)rh} \cdot {}^t z_i^h + {}^t z_i^{(v)r} \cdot {}^t p_i^{(v)r} - {}^t p_i^{(v)r} \cdot \sum_{h=1}^m {}^t o_i^{rh} \cdot {}^t d_i^{(v)rh} \cdot {}^t z_i^{(v)h} = \\
 = {}^t y_i^{(we)r} \cdot {}^t p_i^{(c)r} + {}^t u_i^{(e)r} \cdot {}^t p_i^{(c)r}
 \end{aligned} \tag{32}$$

то есть сумма уравнений, отражающих оба процесса, дает уравнение блока.

5. Общие подходы к оптимизации переменных торгового баланса

Блок торгового баланса имеет целью отыскание для каждого сектора оптимальных значений следующих переменных и параметров (по регионам):

- поставок вывоза ${}^t z_i^r$;
- транзита импорта ${}^t z_i^{(v)r}$.

Также ставится задача поиска ряда других параметров блока, что будет отражено в следующих работах по этой теме. Указанные показатели ищутся как промежуточные результаты, облегающие поиск очередных значений оптимизируемых переменных.

Наиболее важные из них – это параметры структуры поставок, представленных:

- коэффициентами поставок вывоза ${}^t q_i^{rh}$;
- коэффициентами транзита импорта ${}^t o_i^{rh}$.

Они способствуют росту интенсивности межрегионального обмена продукцией при соблюдении набора ограничений, приведенных ниже. И, кроме того, они обеспечивают существование равновесия, описание которого будет дано далее.

Как было указано ранее, ввоз и импорт ищутся итеративным образом, а параметры выше задаются двумя способами. Их значение устанавливается либо на основе расчетов в рамках более ранних этапов итерации, либо определяется исходя из априорных предположений, характеризующих сам объект исследований и процесс поиска оптимизируемых переменных.

Решение данной задачи получается последовательно, сразу после отыскания оптимальных объемов вывоза и оптовых цен из производственного и финансового блока модели АТМО [1,2]. Ход решения задачи определяют ограничения, формируемые системными условиями, в рамках которых циркулируют товарные потоки между регионами. Эти потоки, в свою очередь, зависят от производства в регионах, уровня капитализации предприятий, устаревания транспортной инфраструктуры, связью транспортных / производственных затрат и экспорта.

В торговом балансе в качестве целевого показателя выступает показатель экспорта зарубеж или индикатор экспортного развития ${}^t u_i^{(e)r}$ (с учетом долей новых предприятий ${}^t d_i^{(x)r}$):

$$\begin{aligned}
 {}^t u_i^{(e)r} \cdot {}^t p_i^{(c)r} = (1 - {}^t b_i^{(e)r}) \cdot {}^t z_i^r \cdot {}^t p_i^{(c)r} - \sum_{h=1}^m {}^t q_i^{rh} \cdot {}^t d_i^{(c)rh} \cdot {}^t z_i^h \cdot {}^t p_i^{(c)h} + (1 - {}^t c_i^{(e)r}) \cdot {}^t z_i^{(v)r} \cdot {}^t p_i^{(v)r} - \\
 - \sum_{h=1}^m {}^t o_i^{rh} \cdot {}^t d_i^{(v)rh} \cdot {}^t z_i^{(v)h} \cdot {}^t p_i^{(v)h} - {}^t y_i^{(we)r} \cdot {}^t p_i^{(c)r} - {}^t x_i^{(v)r} \cdot {}^t p_i^{(v)r} + {}^t v_i^{(e)r} \cdot {}^t p_i^{(c)r} = {}^t u_i^{(e)r} ({}^t \mathbf{z}_i^r, {}^t \mathbf{z}_i^{(v)r})
 \end{aligned} \tag{33}$$

Индикатор описывает задачу *обеспечения международной торговли* – поддержание поставок зарубеж на максимальном уровне, определенном потребностями развития регионов:

$${}^t u_i^{(e)r} ({}^t \mathbf{z}_i^r, {}^t \mathbf{z}_i^{(v)r}) \rightarrow \max, r = 1, \dots, m. \tag{34}$$

Задача решается пошаговым изменением переменных вывоза и импорта за ряд периодов, пока момент t не станет равным последнему месяцу года, завершающего период планирования.

Выше, в разделе 3. статьи, уже говорилось, что решение задачи достигается в рамках применения регионами, как независимыми игроками, стратегий достижения своих целей. Указанное сводит задачу многокритериальной оптимизации, поставленной в разделе 3., к задаче поиска равновесных состояний, дающих решения для всех регионов в виде вектора значений вывоза и импорта как точки равновесия. Согласно работам классика исследования

операций Моисеева Н. Н., например [18], такая точка равновесия отражает своего рода договоренность между участниками игры, с механизмом ее исполнения. Он гарантирует ухудшение позиции любого игрока, отошедшего от коллективного решения, при условии соблюдения остальными игроками данного решения. Но при этом существует возможность выбора частью игроков стратегий, не совпадающих с ранее оговоренной, например принадлежащей множеству Парето. Тогда эта группа будет иметь больший результат, чем остальные игроки.

Таким образом, принцип устойчивости (принцип Нэша) не может считаться единственным принципом выбора альтернатив поведения. И случай, когда этот выбор дает максимальные значения, состоит в том, что устойчивые точки одновременно являются точками Парето.

Б. В. Гермейером и И. А. Вателем [19] был изучен класс систем, обладающий данным свойством. Такая система состоит из N субъектов с целевыми функциями $f_i(x_i)$, $i = 1, \dots, N$, где ресурсом x_i полностью распоряжается субъект i . Имеется также общая цель $F(y_1, \dots, y_N)$, значения которой зависят от деятельности партнеров; y_i – ресурс субъекта i , идущий как вклад в общую цель. Тогда цели каждого субъекта описываются векторным критерием:

$$f_i(x_i) \rightarrow \max, F(y_1, \dots, y_N) \rightarrow \max, \quad (35)$$

причем $x_i + y_i = a_i$, $i = 1, \dots, N$, где a_i – некоторый суммарный ресурс субъекта i . Каждый из субъектов разделяет свой ресурс: часть ресурса, величина x_i , идет на достижение своей цели, а другую часть ресурса, $y_i = a_i - x_i$, направляют на обеспечение общественных интересов.

Для такой системы верна теорема Гермейера-Вателя, заключающаяся в том, что для монотонно возрастающих функций f_i и F существуют устойчивые решения, среди которых по меньшей мере одно является эффективным.

Распространяя результаты, изложенные выше, на рассматриваемую в статье задачу, сделаем следующие допущения и переобозначения. Как уже было указано, задача решается в рамках игровой постановки, с рассмотрением регионов как игроков с частично противоречащими целями, но не антагонистических противников. Сама игра сводится к дифференциальной типа «погони» и даст, что покажут дальнейшие работы автора, набор равновесных решений, удовлетворяющий условиям к ним. Однако, как следует из выше изложенной теоретической базы, данные равновесные решения должны быть еще и эффективными.

Для этого использована схема построения векторного критерия Гермейера и Вателя. Для первой переменной, вывоза продукции, ' z_i^r ', выражение $x_i + y_i = a_i$ интерпретируем как ' $z_i^r = {}^{t-1}z_i^r + {}^t dz_i^r$ ' из выражения (15), при этом принимая следующее модельное построение.

При пошаговом решении задачи в качестве оптимизируемой переменной (x_i) выступает объем вывоза ' ${}^{t-1}z_i^r$ ' за прошлый период, и она изменяется путем наращивания, в рамках итерации, до своего очередного значения. Эта операция имеет вид суммы ' ${}^{t-1}z_i^r + {}^t dz_i^r$ ' с приростом ' ${}^t dz_i^r$ ', и дает очередное значение ' ${}^t z_i^r$ ' уже за текущий период. Данный показатель – суммарный ресурс (a_i) региона r – ведь в том числе с помощью него достигается цель региона по росту экспорта. Но при этом прирост вывоза ' ${}^t dz_i^r = {}^t z_i^r - {}^{t-1}z_i^r$ ' можно рассматривать как общественный ресурс (y_i). Он, использованный в каждом регионе, может нарастить его потребление сразу в нескольких сегментах – промышленные и торговые сектора, домохозяйства и малый бизнес. Функция же F тогда естественным образом формируется как сумма этих приростов по всем регионам, отражая рост потребления всей территориальной системы. То же имеет место и для импорта на основе выражения (16).

Тогда задачу (34) можно переписать следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} {}^t u^{(e)r}({}^{t-1}\mathbf{z}_i^r, {}^{t-1}\mathbf{z}^{(v)r}) &\rightarrow \max, r = 1, \dots, m, \\ \sum_{r=1}^m {}^{t-1}dz_i^r &\rightarrow \max, \\ \sum_{r=1}^m {}^{t-1}dz^{(v)r} &\rightarrow \max. \end{aligned} \right\} \quad (36)$$

Игровая методология решения данной задачи будет представлена в следующих работах автора, после завершения публикации им модельного комплекса АТМО в полном объеме.

6. Макроэкономические условия функционирования торгового баланса

Решение данной задачи ограничено следующими условиями.

1. Вывоз связан с повышением / снижением среднего выпуска, зависящего от появления в секторе новых предприятий, а также с темпом роста / падения производства ${}^t d^{(pr)r}$:

$$(1 + {}^t dc_i^{(x)r} + {}^t d^{(pr)r}) \cdot {}^t z_i^{(mid)r} \leq {}^t z_i^r \leq (1 + {}^t dc_i^{(x)r} - {}^t d^{(pr)r}) \cdot {}^t z_i^{(mid)r}, \quad (37)$$

где

${}^t dc_i^{(x)r}$ – доля новых предприятий в i -ом секторе r -го региона;

${}^t z_i^{(mid)r}$ – средний объем вывоза за прошлые годы (определен общей пропускной способностью транспорта на рынке).

2. Импорт связан с темпом роста / падения производства ${}^t d^{(pr)r}$:

$$(1 + {}^t dc_i^{(x)r} + {}^t d^{(pr)r}) \cdot {}^t z_i^{(vmid)r} \leq {}^t z_i^{(v)r} \leq (1 + {}^t dc_i^{(x)r} - {}^t d^{(pr)r}) \cdot {}^t z_i^{(vmid)r}, \quad (38)$$

где

${}^t dc_i^{(x)r}$ – доля новых предприятий в i -ом секторе r -го региона;

${}^t z_i^{(vmid)r}$ – средний объем импорта за прошлые годы (определен общей экспортной инфраструктурой рынка).

3. Экспорт зарубеж ${}^t u_i^{(e)r}$ растет темпами, не меньшими чем темп роста машинооруженности, с учетом доли новых предприятий ${}^t dc_i^{(x)r}$:

$$(1 + {}^t dc_i^{(x)r}) \cdot {}^t u_i^{(ed)r} \cdot {}^{t-1} u_i^{(e)r} \leq {}^t du_i^{(e)r}, \quad (39)$$

где

- ${}^t u_i^{(ed)r}$ – износ основных активов в транспорте;

- ${}^t du_i^{(e)r}$ – прирост экспортных поставок продукции.

4. Рост транспортных затрат ${}^t dy_i^{(we)r}$ ограничен темпами износа основных активов транспорта ${}^t v_i^{(ed)r}$, долей новых предприятий ${}^t dc_i^{(x)r}$, и резервами продукции за прошлый период ${}^t V_i^{(e)r}$:

$${}^t dy_i^{(we)r} \leq (1 + {}^t dc_i^{(x)r}) \cdot {}^t v_i^{(ed)r} \cdot {}^{t-1} V_i^{(e)r} \quad (40)$$

5. Рост транспортных затрат ${}^t dy_i^{(we)r}$ обеспечивает рост поставок прочим регионам, с поправкой на долю новых предприятий ${}^t dc_i^{(x)r}$:

$${}^t dy_i^{(we)r} \geq (1 + {}^t dc_i^{(x)r}) \cdot ({}^t w_i^{(ed)r} \cdot {}^{t-1} W_i^{(e)r}) \cdot ({}^t y_i^{(ed)r} \cdot {}^{t-1} Y_i^{(e)r}), \quad (41)$$

где

- ${}^t w_i^{(ed)r}$ – темп роста транспортной инфраструктуры;

- ${}^t W_i^{(e)r}$ – число прочих регионов вне системы;

- ${}^t y_i^{(ed)r}$ – темп роста торгового оборота;

- ${}^{t-1} Y_i^{(e)r}$ – объем удельного вывоза в прочие регионы.

6. Вывоз в прочие регионы поддерживается внутренним выпуском (с учетом доли новых предприятий $'dc_i^{(x)}r'$), для чего нужны преобладающие над ним доли потребления отечественного (вывоз $'z_i^r'$) и зарубежного (импорт $'z_i^{(v)}r'$) сырья и оборудования в регионах:

$$'db_i^{(e)r} \cdot 'z_i^r + 'dc_i^{(e)r} \cdot 'z_i^{(v)r} \geq (1 + 'dc_i^{(x)r}) \cdot ('w_i^{(ed)r} \cdot 't^{-1} w_i^{(e)r}) \cdot ('y_i^{(ed)r} \cdot 't^{-1} y_i^{(e)r}), \quad (42)$$

где

- $'db_i^{(e)r}$ – суммарная доля ввоза отечественной продукции в регион;
- $'dc_i^{(e)r}$ – суммарная доля ввоза импортной продукции в регион.

7. Отличительные характеристики и перспективы модели

Блок мультисекторного торгового баланса имеет ряд особенностей, отличающего его от других, разработанных для моделирования межрегиональных экономических связей [3–17]:

- отражение значительной роли ввозимой продукции для обеспечения производства и жизнедеятельности конечного сегмента потребления;
- отображение возможности задействования в регионах в ряде секторов не только собственной, но и импортированной продукции;
- двоякое представление вывоза собственной и импорта зарубежной продукции – одни ее потоки идут из региона в территориальную систему, а другие ее потоки забираются для своих целей из той же системы;
- наличие такой концепции импорта, при которой он поглощается регионом двумя способами: или транзитом проходит через регион (без промежуточных пунктов) или потребляется без остатка внутри региона;
- подробный разбор локализации частей выходящего и входящего потоков продукции из регионов по следующим направлениям (в регионах):
 - производственные предприятия (вывоз своих товаров);
 - сбытовые компании (транзит импортной продукции);
 - производственные и сбытовые компании (поставки собственной и ввезенной продукции из накопленных гарантирующих запасов);
 - внешнеэкономические агенты (поставки собственной продукции на экспорт);
 - сбытовые компании (ввоз отечественных и зарубежных товаров для сбыта в другой ценовой группе – это встречные поставки в рамках того же сектора);
- поиск коэффициентов поставок вывоза и транзита импорта данного региона как доли поставок этой продукции (к общему объему) каждому региону территориальной системы (отдельно по вывозу и импорту);
- дополнение модели коэффициентами оценок автономии по вывозу и импорту, отражающими, вместе с коэффициентами поставок вывоза и транзита импорта, структуру межрегиональных поставок параметрами-весами, что дает возможность анализировать сквозные перевозки в территориальной системе и управлять ими;
- вычисление коэффициентов поставок вывоза и транзита импорта итерационным наращиванием их корректировок за месяц, зависящих, главным образом, от вариативности транспортных затрат;
- использование в балансовых соотношениях для межрегиональных потоков небалансов в виде поставок излишков продукции на экспорт (с учетом гарантирующих запасов) как целевых показателей каждого сектора.

Остальные отличительные особенности те же, как и у ранее описанных блоков модели АТМО – двухкомпонентное представление показателей в производственном и сбытовом разрезах, а также наличие единообразных макроэкономических ограничений на их значения.

Использование и числовая верификация построенной модели определяются рядом факторов, вследствие которых этот вид разработки не осуществляется на данном этапе:

- незавершенность модельного аппарата, а также методологии его использования, благодаря которой станет возможно его применять – планируется дополнительно разработать:

- блок мультирегионального *рентного баланса* – часть модели АТМО, который станет парным по отношению к блоку торгового баланса, и замкнет модельный комплекс АТМО;
- блок прогноза ВРП для всех регионов в составе модели АТМО;
- методология поиска равновесных и эффективных решений для всех блоков модели, оптимизирующих их функционирование;
 - необходимость наличия большого коллектива работников, которого в настоящее время в распоряжении автора нет, для выполнения следующих, достаточно масштабных работ:
 - сбор информации по всем регионам РФ (в настоящее время их 89) за 25 лет (возможно еще и помесечно) для всех видов экономической деятельности в производственной сфере, включенных в ОКВЭД (около 500) по 200 показателям в самой модели и еще 100 показателям в ее прогнозном блоке – при этом возможна декомпозиция данных по районам субъектов РФ и отдельным предприятиям в этих районах;
 - создание программной системы состоящей из OLAP-хранилища выше упомянутых данных, системы ИИ восстановления недостающих данных, банка моделей, системы СППР для выработки стратегий, интерфейса на основе географической графики.

В силу указанного выше, программную реализацию модели и ее апробацию предполагается сделать после завершения всего цикла теоретико-модельных исследований по заявленной тематике. Планируется применить следующие программные средства.

1. OLAP-хранилище будет создано на основе системы **PostgreSQL**, поддерживающей OLAP-нагрузки через комбинацию обработки запросов, методов индексации и спецфункций.

2. Систему ИИ восстановления недостающих данных планируется построить на основе библиотек специальных функций языка **JavaScript**, в силу их универсализма.

3. Модуль СППР представляется целесообразным делать на основе объектно-ориентированного языка уровня не ниже **C#**.

4. Интерфейс на основе географической графики должен предоставлять пользователю возможность как выбирать предприятия (группы предприятий) внутри региона, так набор регионов для дальнейшей работы с ними – для хорошо подходит система **Quantum GIS**.

8. Заключение

Упомянутые характерные черты модели предоставляют аналитику ряд возможностей, потенциально реализуемых для анализа в исследуемой территориальной системе:

- поиск лучших по критерию эффективности транспортных затрат объемов *вывоза* и *импорта* предприятий сектора при соблюдении условий развития внутреннего рынка;
- последовательное моделирование изменения во времени коэффициентов *поставок* и *транзита* в зависимости от условий и стоимости транспортировок в регионы;
- определение тарифов на транспортировку вывоза и импорта в зависимости от расстояния между регионами, базовых тарифов и износа основных активов в транспорте;
- вычисление емкости гарантирующих запасов для всех секторов каждого региона, страхующих стабильность межрегиональных поставок в условиях фиксированных поставок вовне системы и растущего экспорта;
- исследование связи экспорта и вариативности коэффициентов поставок и импорта.

Построенная модель применима в решении ряда следующих актуальных задач.

1. В процессе эксплуатации модели можно провести анализ активности регионов в торговли с другими в секторах с высокой оборачиваемостью объемов торгуемой продукцией. Это имеет место в торговле продовольствием, товарами для дома и сезонной одеждой, а также энергией и энергоносителями. Поставки указанной продукции

сопровождаются заключением контрактов, кредитованием, пересылкой отчетов и т.д. – и все это делается с высокой интенсивностью и соответственно нагрузкой на магистральные каналы Интернет. Выделив кластеры тесно связанных в этом смысле регионов, можно установить, по их географическому расположению, возможные маршруты прокладки новых телекоммуникационных сетей.

2. При анализе структуры затрат предприятий отраслей региона, его важнейшая составляющая в плане поставок со стороны других отраслей, как правило, приводит к выделению в них той продукции, которая поступает из-за пределов региона. Поскольку пути поставок любой такой товарной позиции весьма многовариантны, то на первый план выходит логистика данных перевозок из других регионов. И методологии поиска оптимальных объемов этих поставок, с учётом их рациональной структуры, задаваемых разработанной моделью, может стать краеугольным камнем информационного обеспечения территориальной логистики.

3. Территориальная система, интенсифицированная необходимостью импортозамещения и усложняющаяся за счет появления в субъектах РФ новых предприятий, включающих в межрегиональную торговлю, неизбежно приобретает черты «информационного общества». Это означает, что для отраслевых компаний, наряду с производственными ресурсами и оборудованием, все более значимыми становятся информационные ресурсы, в т.ч. (потенциально) управляющие ИС на основе комплекса АТМО, включая построенную модель. Их использование потребует создания предприятиями и органами управления необходимой ИТ-инфраструктуры. И ее планирование может определяться параметрами описываемой модели.

Литература

1. Самков Т. Л. Продукционный баланс экономики региона // Вестник СибГУТИ. 2021. № 2 (54). С. 27–49.
2. Самков Т. Л. Финансовый баланс экономики региона // Вестник СибГУТИ. 2024. Т. 18, № 3. С. 99–114.
3. Голяшев А. В. Товарная специализация штатов США в межрегиональном обмене / Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. – М.: Изд-во МГУ, 2015. – 144 с.
4. Ширев А. А. Оценка межрегиональных экономических взаимодействий на основе статистики грузовых железнодорожных перевозок / Проблемы прогнозирования, – М.: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, 2020. № 2. – С. 36-47.
5. Котов А. В. Факторы интенсификации межрегионального экономического взаимодействия и их воздействие на пространственную организацию экономики России / Препринт – М.: РАНХиГС при Президенте РФ, 2021. – 75 с.
6. Коломак Е. А., Шерубнёва А. И. Оценка вклада агломерационной экономики в результате работы предприятий юга Сибири / Экономическая политика России в межотраслевом и пространственном измерении : материалы конференции ИНП РАН и ИЭОПП СО РАН по межотраслевому и региональному анализу и прогнозированию (22-24 марта, Россия, Московская область) // М.: Изд-во «Наука». – 2023. – Том 5. – С. 115-116.
7. Дубровская Ю. В. Управление пространственным развитием национальной экономики на основе реформирования системы межрегионального взаимодействия: методология и практика / Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2023. – 390 с.
8. Мельников Б. А. Применение гравитационных моделей в продовольственном обеспечении // Продовольственная безопасность. – М.: Первое экономическое издательство, 2024. – № 11(6) – С. 503-518.

9. Котов А.В. Стратегическое пространственное развитие в европейском союзе – М.: РАН, 2024. – 424 с.
10. Суслов В. И., Ибрагимов Н. М., Мельникова Л. В. Коалиционный анализ и эффекты межрегиональной интеграции // Екатеринбург: Экономика региона. – 2018. – № 14(4). – С. 1131-1144.
11. Суслов В. И., Ершов Ю. С., Гулакова О. И., Доможиров Д. А., Ибрагимов Н. М., Мельникова Л. В., Новикова Т. С., Цыплаков А. А. Модели, анализ и прогнозирование пространственной экономики / отв. В. И. Суслов, науч. ред. Ю. С. Ершов. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2022- 480 с.
12. Суслов В. И., Ершов Ю. С. Межрегиональные модели в исследовании пространственной экономики России / Экономическая политика России в межотраслевом и пространственном измерении : материалы конференции ИНП РАН и ИЭОПП СО РАН по межотраслевому и региональному анализу и прогнозированию (22-24 марта, Россия, Московская область) // М.: Изд-во «Наука». – 2023. – Том 5. – С. 173-183.
13. Доможиров Д. А., Суслов В. И., Ибрагимов Н. М. Влияние открытости многорегиональной экономики внешнему рынку на коалиционную устойчивость равновесия // Труды III Гранберговской конференции, 11–13 октября 2023 г., Новосибирск: Всеросс. конф. «Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность»: сб. докладов – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2023. – С. 123-130
14. Суслов В. И., Ершов Ю. С., Ибрагимов Н. М. Проблемы информационного обеспечения межрегиональных межотраслевых моделей // Экономическая политика России в межотраслевом и пространственном измерении: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции ИНП РАН и ИЭОПП СО РАН (Россия, г. Томск, 21–22 марта 2024 г.). Т. 6 / отв. ред. А.О. Баранов, А.А. Широв. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2024. – С. 85-93.
15. Сальников К. Н. Анализ межрегиональной торговли субъектов Дальневосточного федерального округа на основе гравитационных моделей / Теория и практика общественного развития. Краснодар: Издательский дом «Хорс». 2024. № 7. С. 166-174.
16. Евдокимов Д. Ю., Плескачев Ю. А., Пономарев Ю. Ю. Построение полных таблиц межотраслевого баланса для регионов России. Вопросы экономики. 2025. № 7. С. 98-112.
17. Россия 2035: пространство развития. Научный доклад Института Народнохозяйственного Прогнозирования РАН / Под ред. члена-корреспондента РАН А.А. Широва. М.: Динамик Принт, 2025. 364 с.
18. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1981. 488 с.
19. Гермейер Ю. Б., Ватель И. А. Игры с иерархическим вектором интересов // Изв. АН СССР, Техническая кибернетика. – 1974. – №3. – С. 54-69.
20. Самков Т. Л. Математическое моделирование влияния энергетических факторов на устойчивое развитие регионов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН. – Новосибирск: НГТУ, 2004. – 232 с.

Самков Тимур Леонидович

к.т.н., доцент кафедры математического моделирования и цифрового развития бизнес-систем Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ, 630102, Новосибирск, ул. Кирова, д. 86), тел. +7 383 2698 278; доцент кафедры производственного менеджмента и экономики энергетики Новосибирского государственного технического университета (НГТУ, 630073, Новосибирск, пр-т К. Маркса, д. 20), тел. +7 383 3461 359, e-mail: eerming@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6400-7672.

*Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.*

Trade Balance of the Territorial System

Timur L. Samkov

Siberian State University of Telecommunications and Information Science (SibSUTIS)
Novosibirsk State Technical University (NSTU)

Abstract: This work is part of a series of articles reflecting the ATMO model (analysis of territorial multisectoral objects). Here, the previously described product and financial components of this model, implementing the Leontief input-output scheme, are complemented by the trade balance model. It comprehensively displays for each sector of the region the share of supplies of manufactured products and transit imports in a certain territorial system. These supplies are supported by existing product reserves. Further, these commodity flows are balanced by supplies to other regions outside this system and exports abroad. A special feature of the model is that it simultaneously takes into account the oncoming flows of domestic and foreign products into the modeled region from the cluster under consideration, while forming an import indicator into it. This value is used in the production balance block, which is also included in the ATMO model, thereby closing the complex of blocks included in it. In the trade balance block, commodity flows to other regions are determined by supply (transit) coefficients, according to which exports (imports) from a particular region are distributed into a cluster of regions for a particular sector. They are constructed as shares of the distribution of supplies of regional and foreign-made products across the regions of the corresponding cluster, based on a retrospective analysis of similar supplies in the past. Expressions are constructed to reflect the relationship between investments in transport infrastructure and the costs of inter-regional supplies of goods and equipment. The targets of this block determine the development of the regional system aimed at increasing exports of products produced in the regions. It, in turn, relies on the conditions of industrial growth provided by the ever-increasing demand for the supply of products outside each region and for export.

Keywords: input–output model, export and import transit supply coefficients, sector, transportation costs, transportation tariffs, share of transportation costs per unit of exported products.

For citation: Samkov T. L. Trade balance of the territorial system discourse (in Russian) [Paper Preparation Manual for Vestnik SibGUTI]. *Vestnik SibGUTI*, 2025, vol. 19, no. 4, pp. 63-91. <https://doi.org/10.55648/1998-6920-2025-19-4-63-91>.



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0
License

© Samkov T. L., 2025

The article was submitted: 11.08.2025;
revised version: 21.11.2025;
accepted for publication 09.08.2025.

References

- Samkov T. L. Produkcionnyj balans ekonomiki regiona [Production balance region economy]. *Vestnik SibGUTI*, 2021, no. 2(54), pp. 27-49.
- Samkov T. L. Finansovyj balans territorial'noy sistemy [Financial balance of the region's economy]. *Vestnik SibGUTI*, 2024, no. 3(18), pp. 99-114.
- Golyashev A. V. Tovarnaja specializacija shtatov SShA v mezhregional'nom obmene [Commodity specialization of the United States in interregional exchange]. Dissertation for the degree of Candidate of Geographical Sciences. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 2015, 144 p.

4. Shirov A. A. Ocenna mezhregional'nykh ekonomicheskikh vzaimodejstviy na osnove statistiki gruzovykh perevozok [Assessment of interregional economic interactions based on the statistics of freight rail transportation]. *Problemy prognozirovaniya*, 2020, no. 2, pp. 36-47.
5. Kotov A. V. Faktory intensifikacii mezhregional'nogo ekonomicheskogo vzaimodejstviya i ikh vozdejstvije na prostranstvennuju organizaciju ekonomiki Rossii [Factors of intensification of interregional economic interaction and their impact on the spatial organization of the Russian economy]. Preprint, 2021, 75 p.
6. Kolomak E. A., Sherubneva A. I. *Ocenna vklada aglomeracionnoy ekonomiki v rezul'tate raboty predpriyatij juga Sibiri. Ekonomicheskaja politika Rossii v mezhotraslevom i prostranstvennom izmerenii : materialy konferencii INP RAN i IEOPP SO RAN po mezhotraslevomu i regional'nonu analizu i prognozirovaniyu* [Assessment of the contribution of the agglomeration economy to the performance of enterprises in Southern Siberia: Russia's Economic Policy in the intersectoral and spatial dimension : proceedings of the INP RAS and IEPP SB RAS conference on intersectoral and regional analysis and forecasting]. Moskovskaja oblast', Moskva: Izdatel'stvo Nauka, 2023, Vol. 5, pp. 115-116.
7. Dubrovskaya Yu. V. Upravlenie prostranstvennym razvitiem nacional'noj ekonomiki na osnove reformirovaniya sistemy mezhregional'nogo vzaimodejstviya: metodologija i praktika [Management of spatial development of the national economy based on the reform of the system of interregional cooperation: methodology and practice: Dissertation for the degree of Doctor of Economics]. 2023, 390 p.
8. Melnikov B. A. Primenenie gravitacionnykh modelej v prodovol'stvennom obespechenii [Application of gravity models in food security]. *Prodovol'stvennaja bezopasnost'*, 2024, no.11(6), pp. 503-518.
9. Kotov A. V. Strategicheskoe prostranstvennoe razvitiye v evropejskom sojuze [Strategic spatial development in the European Union]. 2024, 424 p.
10. Suslov V. I., Ibragimov N. M., Melnikova L. V. Koalicionnyj analiz i effekty mezhregional'noj integracii [Coalition analysis and effects of interregional integration]. *Ekonomika regiona*. 2018, no. 14(4), pp. 1131-1144.
11. Suslov V. I., Yershov Yu. S., Gulakova O. I., Domozhirov D. A., Ibragimov N. M., Melnikova L. V., Novikova T. S., Tsyplakov A. A. Modeli, analiz i prognozirovanie prostranstvennoj ekonomiki [Models, analysis and forecasting of spatial economics]. Novosibirsk: Izd-vo IEOPP SO RAN, 2022, 480 p.
12. Suslov V. I., Yershov Yu. S. *Mezhregional'nye modeli v issledovanii prostranstvennoj ekonomiki Rossii. Ekonomicheskaja politika Rossii v mezhotraslevom i prostranstvennom izmerenii : materialy konferencii INP RAN i IEOPP SO RAN po mezhotraslevomu i regional'nonu analizu i prognozirovaniyu* [Interregional models in the study of the spatial economy of Russia: Russia's Economic Policy in the intersectoral and spatial dimension : proceedings of the INP RAS and IEPP SB RAS conference on intersectoral and regional analysis and forecasting] Moskovskaja oblast', Moskva: Izdatel'stvo Nauka, 2023, Vol. 5, pp. 173-183.
13. Domozhirov D. A., Suslov V. I., Ibragimov N. M. *Vlijanie otkrytosti mnogoregional'noj ekonomiki vneshnemu rynku na koalicionnuju ustojchivost' ravnovesija. Trudy III Granbergovskoy konferencii, 11–13 oktyabrya 2023 g.*, Novosibirsk: vseross. konf. "Prostranstvennyj analiz social'no-ekonomiceskikh sistem: istorija i sovremennost'": sb. dokladov [The impact of the openness of a multi-regional economy to the external market on the coalition stability of the equilibrium : Proceedings of the III Granberg Conference, October 11-13, 2023, Novosibirsk: All-Russian Conference "Spatial analysis of socio-economic systems: history and modernity": collection of reports]. Novosibirsk: Izd-vo IEOPP SO RAN, 2023, pp. 123-130
14. *Problemy informacionnogo obespechenija vezhregional'nykh mezhotraslevykh modelej // Ekonomicheskaja politika Rossii v mezhotraslevom i prostranstvennom izmerenii : materialy VI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii INP RAN i IEOPP SO RAN (Rossija, g. Tomsk, 21–22 marta 2024 g.). T.6* [Economic policy of Russia in the intersectoral and spatial dimension: proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference INP RAS and IEPP SB RAS (Russia, Tomsk, March 21-22, 2024). Vol. 6]. Novosibirsk: Izd-vo IEOPP SO RAN, 2024, pp. 85-93
15. Salnikov K. N. Analiz mezhregional'noj torgovli sub'ektov Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga na osnove gravitacionnykh modelej [Analysis of Interregional Trade for Russian Far Eastern Regions Based on Gravity Models]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*, 2024, no. 7, pp. 166–174.

16. Evdokimov D. Y., Pleskachev Yu. A., Ponomarev Yu. Y. Postroenie polnykh tablic mezhotraslevogo balansa dlja regionov Rossii [Construction of regional input-output tables for Russian regions]. Voprosy Ekonomiki, 2025, no. 7, pp. 98-112.
17. Rossiya 2035: prostranstvo razvitiya. Nauchnyj doklad Instituta Narodnohozjajstvennogo Prognozirovaniya RAN. [Russia 2035: Development Space. Scientific Report of Institute of Economic Forecasting RAS]. Moskva, Dinamic Print, 2025, 364 p.
18. Moiseev N. N. Matematicheskie zadachi sistemnogo analiza [Mathematical problems of system analysis]. 1981, 488 p.
19. Germeyer Yu. B., Vatel I. A. Igrji s ierarkhicheskim vektorom interesov [Games with a hierarchical vector of interests]. *Tekhnicheskaja Kibernetika*, 1974, no. 3, pp. 54-69.
20. Samkov T. L. Matematicheskoe modelirovanie vlijaniya energeticheskikh faktorov na ustoichivoe razvitiye regionov [Mathematical modeling of the influence of energy factors on the sustainable development of regions: Dissertation for the degree of candidate of Technical Sciences]. 2004. – 232 p.

Timur L. Samkov

Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department of Mathematical Modeling and Digital Development of Business Systems, Siberian State University of Telecommunications and Information Science (SibSUTIS, Russia, 630102, Novosibirsk, Kirov St. 86), phone: +7 383 2698 278; associate Professor of the Department of Production Management and Energy Economics, Novosibirsk State Technical University (NSTU, Russia, 630073, Novosibirsk, av. K. Marks, 20), phone: +7 383 3461 359, e-mail: eerming@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6400-7672.