



ВНИИИ

им. А.А. Никонова

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

ВСЕРОССИЙСКОГО ИНСТИТУТА АГРАРНЫХ

ПРОБЛЕМ И ИНФОРМАТИКИ

имени А.А. НИКОНОВА

ФИЛИАЛА

ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ И СОЦИАЛЬНОГО

РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ -

ВНИИЭСХ

2018

Выпуск 47

**УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗМЕЩЕНИЯ
АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ПО РЕГИОНАМ РОССИИ
С УЧЕТОМ РИСКОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ
ИЗМЕНЕНИЙ**

Москва - 2018



В И А П И

им. А.А. Никонова

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
ВСЕРОССИЙСКОГО ИНСТИТУТА АГРАРНЫХ
ПРОБЛЕМ И ИНФОРМАТИКИ
имени А.А. НИКОНОВА**

ФИЛИАЛА
ФГБНУ ФНЦ АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ И СОЦИАЛЬНОГО
РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ -
ВНИИЭСХ

2018

Выпуск 47

**УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗМЕЩЕНИЯ
АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ПО РЕГИОНАМ РОССИИ
С УЧЕТОМ РИСКОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ
ИЗМЕНЕНИЙ**

Москва – 2018

УДК 338.431.7

Ром–69

Рецензенты:

д-р. экон. наук, профессор **С.Б.Огнивцев**

Под редакцией С.О. Сиптица

Коллектив авторов : Романенко И.А. (введение, раздел ы1.1,2.1,2.2,2.3, приложение А , заключение) , Сиптиц С.О.(раздел 1.2, 2.4), Светлов Н.М. (раздел 1.3), Евдокимова Н.Е. (раздел 2.5, приложения А, Б)

Устойчивость размещения аграрного производства по регионам России с учетом рисков климатических изменений: Научн. тр. ВИАПИ им. А.А.Никонова, Вып. 47. — М.: Аналитик, 2018. — 168 с.

ISBN 978-5-6040748-2-4

В книге представлены теоретические основы анализа эффективности и устойчивости вариантов размещения сельскохозяйственного производства по регионам России, рассмотрены методологические подходы моделирования региональных агропродовольственных систем с учетом их агроклиматических характеристик, апробирована гравитационная модель межрегиональных потоков продовольствия в рыночных условиях на материалах Тамбовской области.

УДК 338.431.7

ISBN 978-5-6040748-2-4

© Романенко И.А., Сиптиц С.О., Светлов Н.М.,
Евдокимова Н.Е., 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
-----------------------	---

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И НОВЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВАРИАНТОВ ЭФФЕКТИВНОГО И УСТОЙЧИВОГО РАЗМЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПО РЕГИОНАМ РОССИИ	12
--	----

1.1 Категория устойчивости в экономических исследованиях и ее применение для характеристики региональных агропродовольственных систем.....	12
--	----

1.2 Выбор адекватного математического инструментария для решения задачи размещения по критериям эффективности и устойчивости	24
--	----

1.3 Новый подход при моделировании размещения сельского хозяйства, связанный с интеграцией в модель размещения непараметрической эконометрической модели границы производственных возможностей региона.....	41
---	----

2 СИСТЕМА ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПО РЕГИОНАМ РОССИИ	48
--	----

2.1 Критерии эффективности и устойчивости в задачах размещения сельского хозяйства по регионам России.....	48
--	----

2.2 Структура базы данных для информационной поддержки модуля	66
---	----

2.3 Постановка задачи экономико-математического моделирования размещения сельского хозяйства по регионам России в общем виде	72
--	----

2.4 Математическое описание постановки задачи определения оптимальной региональной структуры АПС.....	89
2.5 Моделирование транспортных потоков с помощью гравитационной модели	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	107
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	112
ПРИЛОЖЕНИЕ А - РЕЙТИНГИ РЕГИОНОВ ПО УРОВНЮ ВОСПРОИЗВОДСТВА РЕСУРСОВ В РЕГИОНАЛЬНЫХ АПС	125
ПРИЛОЖЕНИЕ Б - РЕЗУЛЬТАТЫ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ РАСЧЕТОВ ГРАВИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ)	159

ВВЕДЕНИЕ

В 70-х 80-х годах прошлого столетия в Советском Союзе была развернута широкомасштабная работа по проектированию региональных систем ведения сельского хозяйства, в которых регион рассматривался как единая природно-социально-экономическая система с уникальными почвенно-климатическими свойствами и особенностями. Максимально эффективное использование биоклиматического потенциала достигалось за счет почвенно-климатического зонирования территории региона и производственной типизации зон, формирования высоко продуктивных севооборотных массивов с зональной локализацией, разработке производственных технологий, минимизирующих общественные затраты, рекомендаций по управлению и организации сельскохозяйственного производства. Все эти мероприятия являлись мерами адаптации региональных агропродовольственных систем к существующим природно-климатическим условиям. В настоящее время существуют предпосылки роста вероятности негативных климатических изменений для ряда регионов нашей страны. В некоторых регионах эти изменения могут привести к реализации аридных сценариев изменения климата, в других – к росту вероятности развития в соответствии с гумидным сценарием климатических изменений. В некоторых регионах возрастает вероятность

возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с климатическими и погодными аномалиями. В результате возникает необходимость разработки превентивных адаптивных мер и технологий, позволяющих минимизировать потери региональных агропродовольственных систем, связанных с возможными климатическими изменениями, обеспечивающих по крайней мере продовольственную безопасность страны.

Для учета возможных изменений климата в будущем предполагается использовать набор сценариев, полученных в ходе реализации проекта СМIP5 (мультимодельные средние значения климатических характеристик, таких как сумма активных температур, средние температуры, коэффициенты увлажнения и другие для регионов России). Эти данные подготовлены Главной Геофизической обсерваторией им. Воейкова для трех двадцатилетних интервалов 21-го века: 2011-2030гг., 2041-2060гг., и 2080-2090 гг. Влияние изменения климата будет учитываться непосредственно через зависимость «погода-урожай». Оценка экономической обоснованности предлагаемых адаптационных мер для уровня региона будет производиться с использованием методов экономико-математического моделирования по набору сценариев: неизменного землепользования, экономически оптимального и эколого-экономически устойчивого.

Таким образом, повышение климатических рисков и возможное возникновение в связи с этим проблем аграрного

сектора, с одной стороны, и имеющиеся возможности их минимизации за счет создания распределенной по территории Российской Федерации системы ведения сельского хозяйства, как меры адаптации к таким изменениям, построенной на принципах рационального использования биоклиматического потенциала, иных региональных преимуществ, с другой, делает данную работу актуальной, выделяет ее в разряд первоочередных.

Определение стратегии развития сельского хозяйства региона, выбор отраслей сельского хозяйства, наиболее эффективно использующих все факторы производства именно на данной территории, обладающей уникальными природно-климатическими условиями, позволит значительно повысить конкурентные преимущества региональных агропродовольственных систем в процессе адаптации к изменяющимся параметрам внешней среды. Основной задачей аграрной политики с точки зрения обеспечения продовольственной безопасности и продовольственной независимости можно считать определение вариантов размещения производства продовольствия по регионам России, обеспечивающее эту безопасность и независимость, при минимальных затратах. Решение этой задачи требует обоснования наиболее эффективных и устойчивых к возможным погодным и макроэкономическим рискам вариантов размещения сельскохозяйственного производства при

максимальном использовании биоклиматического потенциала территорий. Проблема устойчивости сельскохозяйственного производства является в настоящее время наиболее актуальной среди существующих проблем аграрного сектора экономики. Возможным способом решения данной проблемы является переход к эффективному сельскохозяйственному производству, отраслевая структура которого формируется с одной стороны с учетом объективно обусловленного ресурсного потенциала территорий, с другой – потребностями населения в аграрной продукции, ограниченными величиной дохода, что приближает систему к равновесному состоянию, обеспечивая тем самым ее устойчивость.

Объект исследования - региональные агропродовольственные системы (АПС) России.

Предмет исследования - устойчивость и эффективность размещения сельского хозяйства по регионам России.

Цели и задачи исследования

Целью исследований является разработка теоретических основ и методов, позволяющих определить стратегические направления размещения сельскохозяйственного производства по территории России на основе наилучшего использования комплекса факторов экономико-географической, почвенно-климатической, социально-демографической, агроэкологической природы.

В соответствии с целями исследования в плановый период предполагается решить следующие задачи:

- провести анализ основных методов, в т.ч. и зарубежных, экономико-математического моделирования, применяемых в задачах оптимизации с критерием, сочетающим эффективность и устойчивость полученных решений;
- разработать информационную технологию (стенд), позволяющую определить варианты эффективного и устойчивого размещения сельского хозяйства по регионам России, содержащую в себе базу данных и систему экономико-математического моделирования размещения сельского хозяйства;
- разработать и обосновать прогнозные сценарии развития региональных АПС при различных параметрах внешней среды;
- разработать концептуальные подходы для формирования критериев при решении задачи размещения сельскохозяйственного производства по территории России.

Рабочая гипотеза

Аграрная сфера России состоит из региональных агропродовольственных систем, в которых протекают воспроизводственные процессы, изменяющие уровень использования всех типов ресурсов. Внешней средой для региональных АПС является значение макроэкономических показателей, таких как уровень инфляции, цены на ресурсы

естественных монополий, доходы населения. Структурные связи между ними возникают в результате межрегионального обмена агропродовольственной продукцией. Можно предположить, что аграрная сфера России является крупным макроэкономическим образованием, а именно социально-экономическим ценозом, которое развивается эволюционно. Поэтому возможно применения методов рангового анализа для определения устойчивости размещения аграрного производства по регионам России. Мы предполагаем, что разработанная методология анализа устойчивости размещения и специализации позволит определить стратегические направления эффективного размещения сельскохозяйственного производства по регионам без потери устойчивости всей аграрной сферы России.

Методы исследования

Основным инструментом для решения данной проблемы является информационная технология проектирования размещения и специализации сельского хозяйства. Эта компьютерная технология обеспечит реализацию целей проекта при изменяющихся в процессе развития агропродовольственной системы условиях.

Функциональная структура инструментального средства предполагает наличие следующих элементов: подсистемы информационного обеспечения;- подсистемы проектирования региональных систем ведения сельского хозяйства; подсистемы

решения задач размещения и специализации сельского хозяйства.

Таким образом, в процессе выполнения данной работы возникает необходимость в применении следующих методов: экономико-математические задачи линейного программирования в детерминированной постановке; стохастического программирования; сочетание методов статистических испытаний с ЛП - постановками задач.

Информационная база

Данные Росстата, характеризующие состояние сельского хозяйства регионов (СУБД «АПК Регион»), ценовая информация, нормативно-справочная информация, данные географической сети опытов по применению минеральных удобрений

1. Теоретические основы и новые методы анализа вариантов эффективного и устойчивого размещения сельского хозяйства по регионам России

1.1 Категория устойчивости в экономических исследованиях и ее применение для характеристики региональных агропродовольственных систем

Понятие «устойчивости» в экономических исследованиях появляется в работах по рыночному равновесию в условиях совершенной конкуренции у Л.Вальраса, Дж.Хикса, П.Самуэльсона, А.Вальда [1]. Они применили его в исследованиях экономических процессов, но не экономических систем и пришли к выводам, заложившим базис современной теории экономической устойчивости:

- о диспропорциях в распределения доходов, различий между планами и результатами производства как основных предпосылках потери стабильности;

- о потребности в увеличении регулирования экономикой со стороны государства в целях поддержания ее устойчивости и др.

Согласно концепции общего экономического равновесия экономические субъекты стремятся перевести экономическую

систему в оптимальное состояние, рассматривая его как равновесие, которое в контексте классической экономики ассоциируется с устойчивостью. Поэтому устойчивость определяется, как способность системы сохранить свое качество в условиях изменяющейся среды, и внутренних трансформаций (случайных или преднамеренных).

В них были достаточно глубоко исследованы вопросы устойчивости рынка с технической стороны, т. е. по отношению к экономическим процессам (параметрам движения спроса и предложения к точке равновесия в классической рыночной модели Л. Вальраса и в неоклассических моделях), но не к экономическим системам.

Устойчивость в данных моделях понималась как сходимость в конечном итоге (в пределе) некоего процесса, описываемого системой дифференциальных уравнений, к равновесной точке (равновесным значениям цен), оптимальной в смысле Парето-оптимальности для всех участников совершенного конкурентного рынка. В частности, по определению Дж. Р. Хикса [2], такая система (рынок) характеризуется совершенной устойчивостью, если у матрицы, составленной из частных производных данной системы уравнений, главные миноры определителя имеют меняющиеся знаки. В случае рассмотрения одного рынка и предположения, что функции спроса и предложения носят линейный характер, приведенное определение сводится к следующей

математической интерпретации: наклон функции спроса должен быть меньше, чем наклон функции предложения.

П. Самуэльсону удалось расширить критерии устойчивости на случай нескольких рынков, предложив собственное определение динамической устойчивости в случае линейных систем, которое позволило вывести необходимые и достаточные условия устойчивости, связанные с производными функций избыточного спроса [3], [4], [5]. Однако, как оказалось, в общем случае довольно сложно представить экономическую интерпретацию этих условий. Затем А. Смит и Л. А. Метцлер показали, что в некоторых случаях условиям устойчивости, использующим характеристические числа матрицы, может быть дана экономическая интерпретация [6]. К этому времени устойчивость была определена для любых хозяйственных процессов, описываемых нелинейными уравнениями, однако ее доказательства были получены лишь для линейных систем. Тем не менее, эти исследования имели свои важные результаты, в частности было показано, что неустойчивость рыночной системы, описываемой линейными уравнениями, является достаточным условием неустойчивости в рамках нелинейной системы [7].

Устойчивость систем, в том числе экономических, впервые была теоретически представлена в трудах А. А. Богданова – создателя всеобщей организационной науки – тектологии, которая рассматривалась

им как универсальная наука, обобщающая теоретические знания человека об окружающем мире. Им впервые сформулированы основные признаки организации и описаны основные организационные законы (известных в настоящее время как законы синергии, композиции, самосохранения, расхождения, схождения), впервые представлены понятия «количественной» и «структурной» устойчивости, детально разработаны соотношения между устойчивостью систем разного уровня, и доказано, что устойчивость системы определяется в большей степени устойчивостью структурных связей, а не элементов. А.А. Богдановым впервые поставлен вопрос управления устойчивостью, а также введены понятия организационного кризиса и основные способы их преодоления.

Методология новой науки по Богданову А.А. «...заключается в том, что структурные отношения могут быть обобщены до такой же степени формальной чистоты схем, как в математике отношения величин; и на такой основе организационные задачи могут решаться способами, аналогичными математическим. Более того – отношения количественные я рассматриваю, как особый тип структурных и саму математику – как раньше развившуюся в силу особых причин, ветвь всеобщей организационной науки: этим объясняется гигантская практическая сила математики как орудия организации жизни.» [8].

Тектология стала первой в XX веке междисциплинарной наукой, что привело к возникновению других междисциплинарных теорий, которые легли в основу информационной цивилизации XXI века [9].

Некоторые положения тектологии эффективно применимы и сегодня к анализу экономических систем. Например, у Й. Шумпетера в его широко известной эволюционной экономической теории при анализе процесса адаптации нововведений и их роли в развитии производства [10].

Разумеется, универсальные тектологические подходы не могут заменить анализа конкретных элементов экономических систем, но не в этом методологическая ценность тектологии. Она удовлетворяет, прежде всего, потребность в новом способе человеческого мышления.

А.А.Богданов опередил время. Его тектология не получила широкого научного признания и распространения. Однако ее основные положения были вновь сформулированы и получили развитие в работах основоположников общей теории систем (Людвиг фон Берталанфи), кибернетики (Уильям Росс Эшби, Норберт Винер) и синергетики (И. Р. Пригожин, Г. Хакен).

В тектологии А.А.Богданова устойчивость основывается на универсальных организационных принципах (иерархичности, дискретности и т. д.), в кибернетике проблема поддержания

устойчивости как центральное условие управляемости системы решается путем использования механизмов отрицательной обратной связи, в синергетике же развитие осуществляется через неустойчивость, нестабильность, неравновесность структур, как наиболее естественное состояние большинства реальных систем.

Синергетика (от греч. *synergeia* – сотрудничество, содружество) – наука, изучающая эволюцию и самоорганизацию систем открытого типа с нелинейными обратными связями. В настоящее время синергетика приобрела характер универсальной теории эволюции и самоорганизации любых сложных систем и тем самым современной парадигмы эволюции. Открытые системы, которые изучает синергетика, – это системы, имеющие доступ к внешним источникам энергии, вещества, информации, а также обладающие блоками соответствующего выхода [11].

Проблемы устойчивости сложных динамических систем изучаются в рамках синергетики и теории диссипативных структур (И. Р. Пригожин, Г. Хакен, П. Гленсдорф, М. Эйген, А. Тьюринг, Э. Ласло, Р. Том, С.П. Курдюмов и др.), где устойчивость системы представлена важнейшим свойством ее динамики. С начала «дружбы» экономики и синергетики прошло более 40 лет, но говорить сегодня о ее существенном вкладе в развитие концепции экономической устойчивости необходимо очень аккуратно, отмечает О.В. Михалев [12]. Тем

не менее очевидными результатами, достаточно важными с точки зрения формирования теории экономической устойчивости, возможно считать следующие заключения:

- неустойчивость экономической системы приводит к нарушению симметрии ее временной и пространственной структуры [13].

Таким образом, устойчивость — это не просто свойство и не просто состояние системы, а свойство, проявляющееся в состоянии системы, которое зависит от ее отношений с внешней средой. Не имеет смысла говорить об устойчивости объекта оторвано от той среды, где он находится. Соответственно, нет смысла говорить об устойчивом состоянии объекта, устойчиво (или неустойчиво) может быть состояние всей макросистемы — объекта и его среды, рассматриваемой в совокупности. Другими словами, важнейшей характеристикой устойчивости является отношение между объектом и средой [12].

За последние десятилетия понятие «экономическая устойчивость» так же приобрело множество трактовок.

В «Большом экономическом словаре» [14] “устойчивость” рассматривается как постоянство, не подверженность риску потерь и убытков.

В другом словаре экономическая устойчивость [15] отражает сущность особого состояния хозяйственной системы в сложной рыночной среде, характеризующее гарантию

целенаправленности ее движения в настоящем и прогнозируемом будущем.

Экономическая устойчивость рассматривается также исследователями как способность к обеспечению экономического роста и эффективности использования накопленного экономического потенциала [16].

В «Математическом энциклопедическом словаре» [17] говорится, что “устойчивость – термин, не имеющий чётко определённого содержания”.

Иными словами, система устойчива, если она сохраняет неизменными значения показателей, характеризующих ее состояние, структуру и тенденцию развития при изменении внутренних и внешних параметров на некотором интервале.

Характер отношений системы и внешней среды выступает критерием для классификации различных типов устойчивости систем:

1) реактивная устойчивость свойственна системам, которые под воздействием внешней среды способны выполнять свою функцию в рамках имеющейся структуры (организации);

2) активная устойчивость свойственна системам, которые выполняют свою функцию, оказывая существенное воздействие на внешнюю среду;

3) адаптивная устойчивость свойственна системам, которые способны выполнять свою функцию, изменяя структуру (организацию) после начала внешних воздействий;

4) превентивная устойчивость свойственна системам, которые способны выполнять свою функцию при условии изменений до начала воздействий внешней среды [18].

Потеря устойчивости системы может произойти в следующих случаях:

- изменения значений внутренних характеристик системы;
- изменения значений параметров внешней среды;
- нарушения внутренних структурных связей в системе (структурная неустойчивость).

Устойчивость системы напрямую зависит от диапазона возможных колебаний параметров внутренней и внешней среды (область устойчивости системы). Этот диапазон может меняться в процессе эволюционного развития системы.

Устойчивость равновесия, по А. А. Богданову [19], определяется, лимитируется крепостью самого слабого звена (закон наименьших), что имеет особое значение для обеспечения пропорциональности и сбалансированности различных сторон, сфер и отраслей народного хозяйства. Эта идея в США была положена в основу распространенного метода сетевого планирования и управления (PERT) [20] она состоит в определении «критического пути» управляемого процесса через «слабейшие точки» каждого его этапа. Этот «критический путь» наиболее напряжен и продолжителен по времени; им измеряется продолжительность всего процесса. Его «слабейшие точки»

могут быть укреплены за счет ресурсов других, менее напряженных «событий и работ», что сокращает время на прохождение всего пути [21].

Для устойчивого развития на макроуровне аграрной сферы России необходимо обеспечить устойчивое развитие всех ее составных элементов, которыми являются региональные агропродовольственные системы, определить устойчивость воспроизводственных процессов в них протекающих и структурных взаимосвязей между этими элементами, которые можно характеризовать как межрегиональный обмен агропродовольственной продукцией. Воспроизводственный подход при определении устойчивости АПС позволяет рассматривать эту категорию в рамках соотношения уровней потребления и производства, которое ограничено имеющимся ресурсным потенциалом, а именно капитальными ресурсами, человеческими ресурсами и природно-климатическими ресурсами.

В наших исследованиях устойчивость агропродовольственной системы (АПС) рассматривается с точки зрения различных направлений научных поисков:

- устойчивое развитие, как направление исследований, нацеленное на сохранение ресурсов развития для будущих поколений, обеспечение условий для воспроизводственного процесса всех видов ресурсов АПС [22] ;

- устойчивость агропродовольственных систем различных уровней управления с точки зрения обеспечения продовольственной безопасности и преодоления чрезвычайных ситуаций;
- устойчивость размещения сельскохозяйственного производства по региональным агропродовольственным системам.

Любое из этих направлений исследований порождает свои критерии устойчивости, факторы, определяющие значение критериев и методы для исследования влияния факторов на устойчивость АПС в зависимости от выбранных критериев.

Различные типы критериев устойчивости, применяемые для описания состояния и развития региональных АПС:

- финансовый;
- ресурсный (производственные, экологические и природно-климатические, информационные ресурсы);
- социальный.

Для анализа состояния и прогноза развития АПС для оценки их устойчивости применяются следующие группы методов: статистические методы изучения устойчивости (колеблемости) динамических рядов данных показателей сельскохозяйственного производства; математические методы, обоснованные в механико-математической теории устойчивости систем, в т.ч. решение задачи по устойчивости оптимального решения; методы рангового анализа для исследования

устойчивости размещения сельскохозяйственного производства в региональных АПС, образования ими устойчивых взаимосвязанных аграрных структур.

Применение этих методов на практике будет рассмотрено далее в данной работе.

1.2 Выбор адекватного математического инструментария для решения задачи размещения по критериям эффективности и устойчивости

Эффективность и устойчивость являются важнейшими требованиями, которые предъявляет общество к функционированию экономических систем, а умение проектировать, реализовывать и эксплуатировать такие системы представляет собой до конца еще не решенную проблему.

В условиях плановой экономики размещение производительных сил отраслей экономики народного хозяйства являлось приоритетной задачей органов государственного управления. В результате решения задачи размещения, например, сельского хозяйства из огромного числа допустимых вариантов выбирался тот, который минимизировал совокупные затраты на производство и транспортировку сельскохозяйственной продукции, эффективно использовал биоклиматический потенциал территорий, труд, земельные ресурсы, прочие факторы производства.

В рыночной конкурентной среде стремление хозяйствующих субъектов повышать эффективность своих бизнесов является вполне очевидной стратегией, обеспечивающей как минимум выживание, а как максимум, создание условий для расширенного воспроизводства капитала,

роста объемов производства, его технологическому совершенствованию, контролю над большей долей рынка. В этих условиях свобода в принятии хозяйственных решений является важнейшим и неотъемлемым правом товаропроизводителей. Вместе с тем организация нового сельскохозяйственного предприятия или крестьянского (фермерского) хозяйства, модернизация и развитие существующего агробизнеса, могут быть более успешными проектами в случае осознанного выбора отраслевой структуры, технологий, определения экономически выгодных объемов производства, каналов закупки ресурсов и сбыта продукции.

Экономическая эффективность определяется соотношением экономического результата и затрат на его получение. В соответствии с представлениями неоклассической школы экономистов каждый товаропроизводитель на протяжении одного или нескольких производственных циклов принимает решение о структуре и объемах выпуска продукции, минимизации затрат на все виды ресурсов, используемых в соответствующих технологиях, выборе каналов и рыночных секторов для сбыта продукции.

В сельском хозяйстве ярким примером неоклассической концепции и принципа рационального экономического поведения является применение аппарата экономико-математического моделирования для решения задач оптимизации отраслевой структуры сельского хозяйства

региона [23]. Такой же подход реализуется и при решении задач размещения сельского хозяйства по регионам, административным районам, природно-климатическим зонам и пр. При этом на оптимальные решения в отношении отраслевой структуры сельского хозяйства перечисленных объектов накладываются условия обмена продовольствием, учитываются импортно-экспортные операции.

Существует много факторов, которые приводят к искажению эффектов, связанных с использованием методов экономико-математического моделирования для нахождения оптимальной схемы размещения сельскохозяйственного производства, соответствующей эффективному решению данной проблемы:

- не наблюдаемое на практике рациональное поведение умелого и полностью информированного сельхозтоваропроизводителя;
- сложности агрегирования (замена множества товаропроизводителей, расположенных в пределах рассматриваемой территории, на одного регионального, районного или зонального);
- большая зависимость урожайностей сельскохозяйственных культур от погодных факторов;
- наличие ценовых неопределенностей (цены закупок ресурсов, цены реализации продукции);

- влияние на решение процессов технологического развития территориальных агропродовольственных систем;
- влияние демографических процессов и вариации платежеспособного спроса на продовольствие;
- наличие управляющих воздействий в форме бюджетных субсидий, с одной стороны, и принятие хозяйственных решений экономическими агентами, с другой.

В связи с этим возникает несколько вопросов: 1) что и кому дает информация о рациональном размещении сельскохозяйственного производства на региональном уровне? 2) если так много возмущающих воздействий, способных привести к существенным отклонениям от оптимальной схемы размещения сельского хозяйства, то, что в этой схеме остается инвариантным? что можно отнести к «конструктивным» параметрам агропродовольственной системы Российской Федерации?

Проблема рационального размещения производительных сил сельскохозяйственного сектора экономики корреспондируется с функциями стратегического планирования, которыми в соответствии с законом «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 N172-ФЗ наделяются субъекты Российской Федерации. Размещение сельского хозяйства является основой для выработки механизмов по реализации соответствующей стратегии развития [24,25]. Для этих целей можно использовать

инструменты Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в сочетании с земельным законодательством, землеустроительной практикой, возможностями ИКС. Разумеется, речь не идет о нарушениях свободы предпринимательства в сфере агробизнеса, но всего лишь о создании комплекса условий и стимулов, порождающих процесс самоорганизации и направляющих товаропроизводителей на создание эффективно и устойчиво функционирующих территориальных АПС.

Частично перечисленные возмущения можно учесть при стохастических постановках экономико-математических моделей M и P типа [26]. В первом случае в качестве критерия рассматривают математическое ожидание соответствующей линейной формы, а во втором, - вероятность достижения заранее заданного результата. Ограничения задачи могут быть жесткими, не допускающими их изменчивость, статистическими (M типа), и вероятностными (P – типа); возможны также постановки с использованием аппарата нечетких функций [27].

Два первых способа опираются на знание статистических характеристик цен, себестоимостей, изменяющихся ресурсных ограничений. Задачи в P -постановках не линейны и в рамках всех трех подходов матрица технологических параметров предполагается постоянной, что не реалистично на стратегических интервалах времени. При этом

методы параметрического программирования, с помощью которых удается моделировать технологические изменения, приводят к громоздким вычислительным процедурам, особенно в сочетании с М - или Р - постановками задачи.

Таким образом, выбор адекватного математического инструментария для решения задачи размещения, по критериям эффективности и устойчивости, представляет собой отдельную весьма актуальную проблему. Рассмотрим один из возможных способов решения такой задачи. Для этого поместим экономико-математическую модель размещения сельского хозяйства в программную среду, имитирующую перечисленные выше возмущающие воздействия. При этом необходимо учесть, что задача размещения сельскохозяйственного производства по регионам страны объединяет несколько частных задач, решаемых совместно:

- оптимизацию отраслевой структуры сельского хозяйства в каждом регионе;
- оптимизацию межрегионального обмена сырьем и продовольствием;
- определение системы цен в новом состоянии региональных рынков продовольствия.

Источники неопределенности, из-за которых приходится рассматривать не одно, а множество оптимальных (по критерию эффективности) решений, присутствуют во многих подсистемах агропродовольственной системы (АПС), а их

воздействие на конечный результат ее функционирования зависит как от связей с той или иной подсистемой АПС, так и от структуры последней (рисунок 1).



Рисунок 1- Блок схема решения задачи оптимизации размещения сельского хозяйства по регионам России.

Практическая реализация решения этой задачи приводит к весьма громоздкой постановке, что создает трудности при его анализе и интерпретации. Кроме того: в некоторых случаях аппарат линейного программирования не всегда удобен в силу наличия нелинейностей. По этим причинам, с нашей точки зрения, гораздо более привлекателен подход, основанный на

декомпозиции исходной задачи на ряд подзадач меньшей размерности. Цена декомпозиции - необходимость получения множества локально-оптимальных решений при сочетаниях внешних для этой подзадачи условиях, выдвигаемых прочими подсистемами АПС и внешней средой с последующей аппроксимацией локально-оптимальных решений, рассматриваемых как функции этих условий. Применим такой подход к отдельному региону, решая известную задачу оптимизации отраслевой структуры сельского хозяйства по критерию максимизации совокупного дохода от реализации товарной продукции (производство+вывоз-ввоз) при выполнении ограничений на конечное потребление и удовлетворение пищевой и перерабатывающей промышленности, дислоцированной на территории региона.

В качестве параметров, которые могут меняться в некоторых пределах, введем в схему следующие величины:

- урожайности сельскохозяйственных культур¹;
- выход продукции животноводства с одной головы соответствующих стад;
- цены реализации продукции производителем внутри региона;
- цены ввозимой в регион продукции;

¹ Для уменьшения размерности пространства экспериментов необходимо использовать корреляционные связи между временными рядами урожайностей возделываемых в регионе сельскохозяйственных культур.

- объемы ввозимой продукции;
- объемы потребляемой в регионе продукции.

Задавая пределы изменения указанных величин, проведем серию вычислительных экспериментов в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке 2. Целью данных экспериментов является получение набора данных, задающих связь между сочетаниями перечисленных параметров и решением оптимизационной задачи, включающей структуру посевных площадей, поголовья, производства и вывоза продукции, а также совокупного оптимального для данного варианта дохода регионального товаропроизводителя.

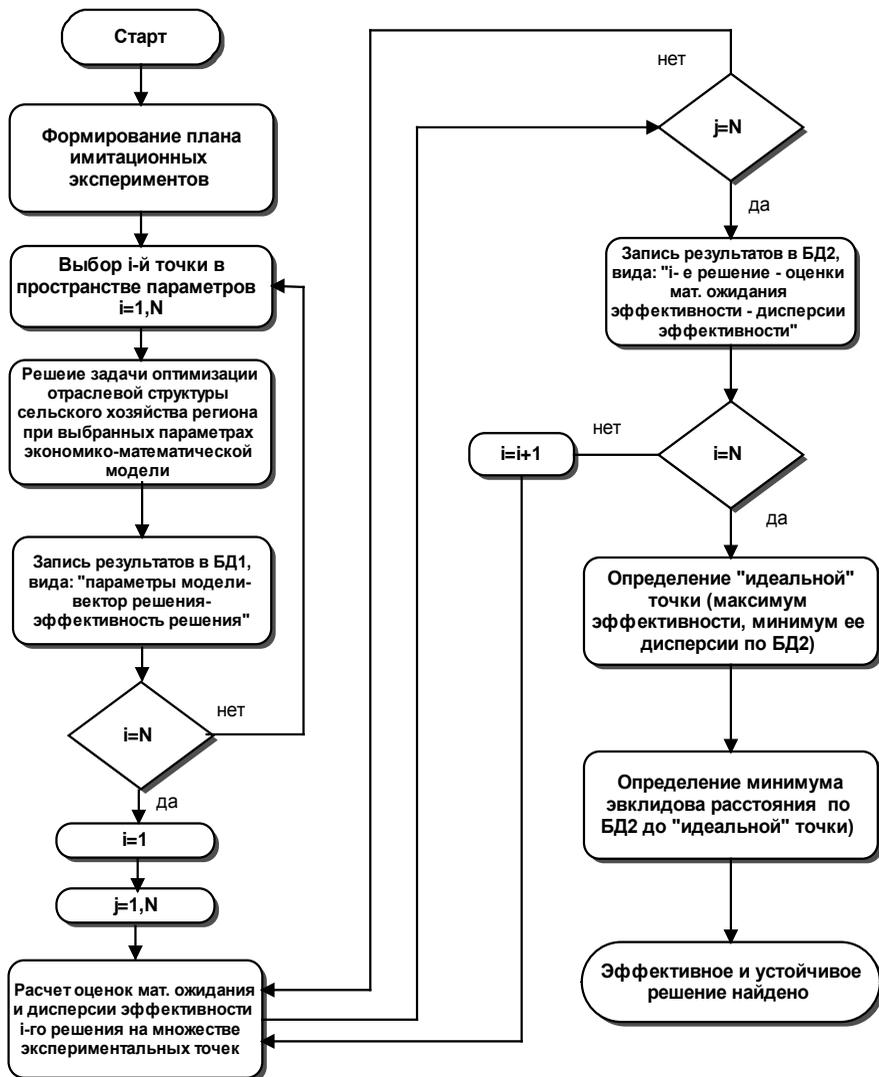


Рисунок 2- Алгоритм нахождения оптимального сочетания эффективности и устойчивости функционирования варианта отраслевой структуры сельского хозяйства.

Как легко видеть, данный алгоритм реализует следующую последовательности процедур: 1) генерацию сочетаний параметров экономико-математической модели; 2) получение оптимального решения на каждом варианте сочетаний указанных параметров; 3) оценку математического ожидания критерия эффективности и дисперсии для каждого оптимального решения на множестве сочетаний параметров; 4) выбор высокоэффективного решения с низкой дисперсией этой эффективности.

Для получения этих данных используются методы оптимального планирования экспериментов, позволяющих минимизировать их число и провести вычислительный эксперимент в разумное время.

После того, как в соответствии с приведенным алгоритмом будут обработаны все регионы, решается задача оптимизации межрегионального обмена, определяются потребности в импорте продукции разного вида, оцениваются экспортные возможности страны. При этом в качестве критерия используется суммарный доход, получаемый совокупностью регионов от сельскохозяйственной деятельности. В завершение решается также транспортная задача на минимум затрат на межрегиональный обмен.

Проиллюстрируем применение данной технологии на примере решения задачи оптимизации отраслевой структуры

растениеводства, исходная информация по которой приведена далее.

Таблица 1- Исходные данные для проектирования региональной АПС по критериям эффективности и устойчивости

Товарные культуры	Урожайности, ц/га		Цены реализации внутрирегиональные, тыс.руб/т		Себестоимость, тыс.руб/т		Цены вывозные (экспортные), тыс.руб/т		Посевные площади, га		Внутрирегиональное потребление, т	
	Мин	Макс	Мин	Макс	Мин	Макс	Мин	Макс	Мин	Макс	Мин	Макс
Пшеница	15	23	6	9,5	5	8	6,48	10,26	450	800	590	1100
Подсолнечник	9	15	8	13	7	10	8,64	14,04	80	200	170	510
Сахарная свекла	170	450	3	5	2,5	5	3,24	5,4	170	210	4200	5000
Картофель	150	230	6	9	6,8	10	6,48	9,72	10	40	230	550
Овощи	250	340	10	15	8	9	10,8	16,2	12	30	350	750

Как следует из таблицы 1, параметры АПС могут изменяться в довольно широких пределах. Значения урожайностей, цен реализации и себестоимостей могут быть взяты из прошлых статистических наблюдений. Региональное потребление растениеводческой продукции отражает неопределенность, связанную со стратегическим развитием предприятий перерабатывающей промышленности; с этими данными связана структура посевных площадей, оптимизация которой и составляет суть решаемой задачи:

$$\sum_{i=1}^5 \{(y_i \omega_i - e_i)(p_i^0 - s_i(y_i)) + e_i p_i^{out}\} \rightarrow \max_{\omega_i}$$

$$s_i = s_i^{\max} + (s_i^{\max} - s_i^{\min}) \frac{(y_i - y_i^{\min})}{(y_i^{\max} - y_i^{\min})} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^5 \omega_i = 1000, \omega_i \geq 0 \forall i \in [1,5]$$

$$y_i \omega_i + im_i - v_i - e_i = 0, \forall i \in [1,5]$$

где y_i, ω_i - урожайности и посевные площади возделываемых культур,

$$y_i \in [y_i^{\min}, y_i^{\max}], \omega_i \in [\omega_i^{\min}, \omega_i^{\max}]$$

e_i - вывоз из региона, включая экспорт,

p_i^0, p_i^{out} - цены реализации внутри региона и вне его, соответственно,

$s_i(y_i)$ - себестоимость производства и реализации продукция i -й растениеводческой продукции, $s_i \in [s_i^{\min}, s_i^{\max}]$,

im_i - ввоз продукции i -го вида,

v_i - региональное потребление, $v_i \in [v_i^{\min}, v_i^{\max}]$

Величины ввоза и вывоза на каждом шаге статистических испытаний определяются расчетным путем из балансовых соотношений. Проанализируем теперь полученные результаты.

Было установлено, что при любых случайных сочетаниях урожайностей, цен на продукцию, региональном потреблении, класс оптимальных решений (структура посевных площадей) состоит из трех элементов (таблица 2).

Таблица 2- Варианты решений по оптимизации структуры площадей региональной АПС в условиях неопределенности.

	Посевные площади, га				
	Пшеница	Подсолнечник	Сахарная свекла	Картофель	Овощи
Решение 1	520	200	210	40	30
Решение 2	640	80	210	40	30
Решение 3	680	80	170	40	30

Под нулевым (базовым) решением будем понимать результаты статистических испытаний, когда каждому сочетанию параметров таблицы 1 соответствует оптимальная структура посевных площадей.

На рисунке 3 приведены эмпирические законы распределения прибыли для перечисленных вариантов решений.

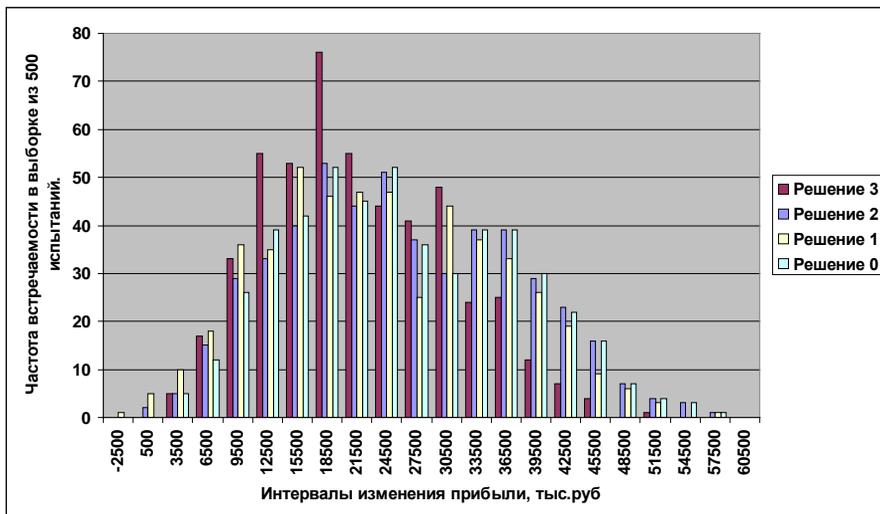


Рисунок 3 - Эмпирическое распределение прибыли по выборке из 500 статистических испытаний.

Сопоставим значения средних прибылей и коэффициентов вариации, полученных в перечисленных выше вариантах решений (таблица 3).

Таблица 3 - Характеристики эффективности и устойчивости проектируемых вариантов региональной АПС

	Решение 0	Решение 1	Решение 2	Решение 3
Коэффициент вариации, %	46,3	50,7	47,4	44,8
Средняя прибыль, тыс.руб.	24365,3	22455,4	24229,3	20371,2

В случае двух и более критериев выбор варианта, как правило, остается за лицом, принимающим решение. В данном случае

этот выбор почти очевиден и не требует выполнения заявленной в алгоритме процедуры «идеальной точки». Это «Решение 2», которое характеризуется незначительным уменьшением прибыли по сравнению с базовым, нулевым вариантом, и таким же незначительным ростом коэффициента вариации. Вариант «Решение 3» с минимальным коэффициентом вариации генерирует прибыль почти на 25% меньшую базового варианта.

Предложенная процедура оценки эффективности и устойчивости функционирования АПС региона в условиях неопределенности исходной информации позволяет также давать объективные оценки ценности информационного ресурса. Действительно, вариант «Решение 0» представляет собой проект АПС, в которой решение о структуре посевных площадей принимается в условиях полной информированности о характеристиках конкретного года, - лицу, принимающему решение известны урожайности, цены, себестоимости, внутренние потребности в продовольствии. В проектом варианте за счет фиксированной структуры посевных площадей возрастает изменчивость прибыли и снижается ее средняя величина. Таким образом, ценность информационного ресурса можно представить в виде отношения разности прибылей в двух вариантах и разности коэффициентов вариации. В данном методическом примере получим:

$$\frac{(24365,3 - 24229,3)}{(47,4 - 46,3)} = 124,1 \text{ тыс. руб} / \% , \text{ то есть снижение}$$

вариации прибыли на 1 % за счет процедуры оптимального проектирования эквивалентно приросту средней прибыли АПК на 124,1 тыс. руб.

1.3 Новый подход при моделировании размещения сельского хозяйства, связанный с интеграцией в модель размещения непараметрической эконометрической модели границы производственных возможностей региона

Сегодня степень использования пашни в экспортно-ориентированных регионах России приблизилась к 100%. Дальнейший рост экспорта связан с тремя возможностями: рост урожайности на территориях, уже поставляющих зерно на экспорт; расширение ареала производства экспортного зерна; диверсификация экспорта продукции сельского хозяйства. Установлено [28], что рост урожайности не станет единственным источником роста поставок зерна на экспорт. Роль диверсификации будет возрастать по мере расширения перечня продуктов, по которым достигнуты, во-первых, самообеспеченность, а во-вторых, международная конкурентоспособность. Сегодня ещё не сложились условия для масштабной диверсификации экспорта. Итак, в ближайшей перспективе следует ожидать дальнейшего расширения ареала выращивания зерна на экспорт, что *повлияет на сложившееся размещение производства.*

В условиях идеального рынка размещение производства приходит в соответствие с экономической целесообразностью

под влиянием ценовых сигналов: другой информации не требуется. В реальности освоение инвестиций в сельское хозяйство связано с временным лагом и высокими рисками, а поиск возможностей оптимального приложения капитала – с транзакционными издержками. Отсюда необходимость упреждающего информирования бизнеса о тенденциях изменения размещения производства. Одна из форм такого информирования – разработка оптимальных (в рамках принятых сценарных условий) планов, отражающих устойчивые тенденции изменения размещения производства, в том числе расширение ареала посевов зерна для его экспорта. Такие планы позволяют агробизнесу анализировать проекты с позиций не только цен сегодняшнего дня, но и цен, которые сложатся после ожидаемых изменений в размещении производства. Это позволит сократить инвестиционные риски и повысить инвестиционную привлекательность сельского хозяйства. Сократятся и управленческие транзакционные издержки [29,с.54-55;30]: часть аналитической работы, обычно проводимой самостоятельно каждым участником инвестиционного процесса, будет выполнена централизованно и с лучшим качеством, обусловленным более полным охватом информационных ресурсов.

Экономическая литература содержит ряд проверенных решений проблемы оптимального размещения сельскохозяйственного производства [31 гл. 15; 32].

Предлагаемый ниже подход преодолевает присущие им узкие места: необходимость формализации отдельных составляющих технологии сельскохозяйственного производства – причину избыточной сложности моделей, затрудняющую автоматизацию их построения и регламентацию информационной базы; чрезмерную специализацию производства, характерную для оптимальных планов; неприспособленность к отражению неопределённостей.

Предлагаемый подход отличается от имеющихся аналогов следующими особенностями: интеграцией в модель размещения непараметрической эконометрической модели границы производственных возможностей региона вкуче с применением калибровочной процедуры для оценивания альтернативных издержек производства сельскохозяйственной продукции [33]; непараметрическим представлением распределения вероятностей исходов реализации случайных условий [34, п.1.3]; применением сценарного подхода для многовариантного индикативного планирования; использованием случайных испытаний модели для контроля робастности оптимального плана. В предположении использования исходных данных регионального уровня модель сводится к следующей задаче линейного программирования:

$$\begin{aligned}
& \max_{\lambda_i, x_{ijg}, y_{ijg}, z_{1ig}, z_{2ig}, m_{ig}, e_{ig}} \frac{1}{n} \cdot \sum_{g \in G} \sum_{i \in I} \left(p_{1ig} z_{1ig} + p_{2ig} z_{2ig} - c_i \lambda_i - \sum_{j \in I \setminus \{i\}} (q_{1ij} x_{ijg} + q_{2ij} y_{ijg}) - v_{ig} m_{ig} + w_{ig} e_{ig} \right) \\
& \lambda_i A_{1g} \leq a_{1i}, \lambda_i A_{2g} + \sum_{j \in I \setminus \{i\}} x_{jig} - \sum_{j \in I \setminus \{i\}} x_{ijg} \leq a_{2i}, i \in I; \\
& \lambda_i B_{1g} \leq z_{1ig}, \lambda_i B_{2g} + \sum_{j \in I \setminus \{i\}} y_{jig} - \sum_{j \in I \setminus \{i\}} y_{ijg} + m_{ig} - e_{ig} \geq z_{2ig}, i \in I; \\
& z_{1ig} \geq b_{1i}; z_{2ig} \geq b_{2i}; x_{ijg} \geq 0; y_{ijg} \geq 0; \\
& \lambda_{ii} \geq 1 - \varepsilon, i \in I; 0 \leq \lambda_{ij} \leq \varepsilon, i \in I, j \in I, i \neq j.
\end{aligned} \tag{2}$$

Через I и G обозначены, соответственно, множества регионов и исходов случайных условий; n – число исходов.

Векторы переменных $\lambda_i, x_{ijg}, y_{ijg}, z_{1ig}, z_{2ig}, m_{ig}, e_{ig}$

означают, соответственно, оптимальную проекцию ресурсов региона на границу его производственных возможностей [35]; объёмы: перемещения ресурсов между регионами; перевозки продукции; потребления нетранспортабельной продукции; потребления транспортабельной продукции; импорта и экспорта

транспортабельной продукции. Матрицы $A_{1g}, A_{2g}, B_{1g}, B_{2g}$,

столбцы которых соответствуют регионам, а строки – соответственно нетранспортабельным и транспортабельным ресурсам, нетранспортабельной и транспортабельной продукции, содержат фактические данные года g о затратах и выпусках в каждом регионе, принимаемые за исход g случайных условий [34, п.1.3]. Они определяют границы производственных

возможностей. Векторы p_{1ig}, p_{2ig} – цены продукции

(нетранспортабельной и транспортабельной); \mathbf{c}_i (калибруемый, [33]) – альтернативные издержки; $\mathbf{q}_{1ij}, \mathbf{q}_{2ij}$ – плата за перемещение ресурса (продукции) между регионами; $\mathbf{v}_{ig}, \mathbf{w}_{ig}$ – затраты на импорт и цены экспорта (на единицу продукции), приведённые к воротам фермы; $\mathbf{a}_{1i}, \mathbf{a}_{2i}$ – объём ресурсов, доступных в регионе i ; $\mathbf{b}_{1i}, \mathbf{b}_{2i}$ – минимальная потребность региона i в продукции. Параметр $\varepsilon \approx 1,01 \dots 1,05$ интерпретируется как характеристика длительности горизонта планирования. Его целесообразно варьировать при сценарном анализе.

Целевая функция максимизирует маржинальный доход сельского хозяйства России. Ограничения, в порядке следования в математической записи, выражают балансы ресурсов (нетранспортабельных и транспортабельных), продукции (аналогично), условие продовольственной безопасности, условия неотрицательности и множество допустимых проекций ресурсов региона i на границу его производственных возможностей. Практическому использованию подлежат не переменные модели, а их отклонения от факта, показывающие ожидаемые тенденции, и двойственные оценки балансов ресурсов – прогноз их альтернативной стоимости, нужный для анализа проектов.

В числе балансов нетранспортабельных ресурсов присутствуют балансы пашни и сельскохозяйственных угодий, дифференцированные по природным условиям на основании данных [36]. Каждый такой баланс отражает площадь угодий, расположенных в условиях не хуже заданных. Для модели данного типа достаточно примерно 8...12 градаций природных условий.

В настоящее время в ВИАПИ имени А.А. Никонова ведётся подготовка исходных данных для числовой реализации предложенной модели.

Контроль достоверности плановых расчётов целесообразно проводить по методике [32]. Она более трудоёмкая в сравнении с изложенной, не приспособлена для многовариантных сценарных расчётов и случайных испытаний, но вполне подходит для верификации результатов. Её важное преимущество заключается в том, что она основана на признанных теоретических подходах и широко апробированных модельных решениях, тогда как предлагаемая модель пока ещё не апробирована на практике.

Таким образом, одна из стратегически важных возможностей использования конкурентных преимуществ регионов России для наращивания экспорта сельскохозяйственной продукции связана с расширением ареала возделывания зерна на экспорт, следствием которого станут структурные сдвиги в размещении сельскохозяйственного

производства. В целях упреждающего информирования инвесторов, сокращения их рисков и управленческих транзакционных издержек целесообразна разработка индикативного оптимального плана, отражающего предстоящие изменения в размещении производства. Такой план должен отражать широкий спектр разнообразных сценарных условий. Для его разработки предлагается применять математическую модель, описанную выше.

2 Система экономико-математического моделирования размещения сельского хозяйства по регионам России

2.1 Критерии эффективности и устойчивости в задачах размещения сельского хозяйства по регионам России

Основным фактором конкурентоспособности агропродовольственных систем является эффективность сельскохозяйственного производства - результативность финансово-хозяйственной деятельности хозяйствующего субъекта. Критерий эффективности – это мера, на основе которой сравниваются варианты развития производства. Критерием эффективности сельхозпроизводства является максимизация получения сельскохозяйственной продукции при наименьших затратах живого и овеществленного труда. В отечественной литературе приняты такие основные показатели для оценки эффективности в сельском хозяйстве: себестоимость, выручка от продажи, прибыль в расчете на единицу продукции или на гектар пашни, рентабельность производства. За рубежом применяют метод, связанный с определением аллокативной эффективности. Показатели аллокативной эффективности содержат информацию о том, используются ли факторы производства в пропорциях,

обеспечивающих максимальный выпуск при заданных ценах. Основным методом оценки аллокативной эффективности - определение стоимости предельного продукта - VMP (value of marginal product). Он основан на построении функции Кобба-Дугласа, показателями-факторами в которой обычно выступают труд и капитал в денежной оценке. В зарубежных исследованиях также представлены два основных подхода к оценке технической эффективности: параметрический - stochastic frontier analysis (SFA) и непараметрический - data envelopment analysis (DEA). Оба подхода определяют индекс эффективности наблюдаемых фирм (предприятий), который является мерой расстояния точки, описывающей производственный процесс на предприятии, от границы производственных возможностей. Эффективность оценивается как степень достижения предельной продуктивности за счет использования имеющихся факторов[37]. С нашей точки зрения при производстве аграрной продукции основным фактором, определяющим эффективность производства, является степень использования биоклиматического потенциала территории, на которой расположено производство. Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства формируется под воздействием разнообразных факторов: условия производства (природные: почва, рельеф, климат; экономические: цены на семена, удобрения, приобретаемое оборудование, реализуемую продукцию; дорожные условия);

материальные и трудовые ресурсы; затраты производства; технология и организация производственных процессов.

В первую группу входят факторы, не участвующие непосредственно в производственном цикле, но оказывающие на него значительное влияние, т.е. природные и экономические условия. Показатели природных условий — продолжительность вегетационного периода, число дней солнечного сияния и количество выпадающих за данный период осадков, сумма среднесуточных температур за вегетационный период, содержание в почве азота, фосфора, калия и других питательных веществ. Экономические условия характеризуются ценами на сельскохозяйственную продукцию, расстоянием до пунктов ее сбыта и другими показателями.

Ко второй группе относятся материальные и трудовые ресурсы, представляющие собой потенциал производства, выражаемый показателями численности трудоспособного населения, стоимости основных производственных фондов, фондообеспеченности, фондовооруженности, энергообеспеченности и энерговооруженности.

Третью группу представляют непосредственные издержки, т.е. ресурсы, фактически вовлеченные в производство и используемые для получения того или иного вида продукции: затраты труда, расход семян, удобрений, материалов, а также производственные затраты в абсолютном выражении и в расчете на 1 га сельскохозяйственных угодий.

Четвертую группу выражают факторы, связанные с организацией производственных процессов и применяемой технологией. Их рациональное сочетание является главным условием высокой окупаемости производственных затрат и роста эффективности сельского хозяйства.

Приведенная классификация основана на экономическом содержании факторов и их участии в процессе производства. Однако для целей анализа их можно подразделить по характеру влияния на результаты хозяйственной деятельности, что позволит определять наиболее вероятные последствия воздействия каждого фактора.

Естественное плодородие почв оценивается как урожайность зерновых культур и многолетних трав в регионе при отсутствии влияния на нее антропогенных факторов.

При наилучшем использовании биоклиматического потенциала (или агроэкологического потенциала, как показателя для его оценки) снижаются производственные издержки, что, безусловно, повышает эффективность производства. При этом возрастает конкурентоспособность произведенной продукции. Нами предложен метод для оценки эффективности размещения производства продукции растениеводства, основанный на применении функции Кобба-Дугласа, где исследуемыми факторами являются агроэкологический потенциал территории и затраты на произведенную продукцию (в затратах

учитывается амортизация, как показатель, характеризующий капитал, и зарплата, как показатель, характеризующий труд) (таблица 4).

Таблица 4 – Эффективность размещения производства продукции растениеводства по территории России

Культуры	Эластичность урожайности по агропотенциалу	Эластичность урожайности по затратам
Озимые зерновые культуры	0,59	0,19
Яровые зерновые и зернобобовые культуры	0,40	0,13
Пшеница	0,33	0,52
Рожь	0,18	0,39
Кукуруза на зерно	0,05	1,32
Ячмень	0,24	0,56
Овес	0,17	0,44
Гречиха		0,65
Просо	0,37	0,57
Зернобобовые культуры	0,39	0,13
Горох		0,36
Подсолнечник на зерно	1,13	0,28
Соя	0,53	0,56
Рапс озимый	2,79	0,14
Свекла сахарная	1,92	0,21
Картофель	0,39	0,35
Овощи открытого грунта – всего	0,37	0,31

Из таблицы 4 видно, что в наибольшей степени от агроэкологического потенциала зависит производство таких культур как сахарная свекла, подсолнечник на зерно, рапс озимый. Коэффициент эластичности по агроэкологическому потенциалу (АП) для этих культур больше единицы. С точки зрения эффективности затрат на 1 га посева можно выделить только одну культуру – это кукуруза на зерно.

Только для этой культуры затраты являются эффективными, т.к. темпы роста урожайности опережают темпы роста затрат. Что касается остальных зерновых культур, то практически для всех из них эластичности по АП меньше эластичностей по затратам. Это свидетельствует о том, что агроэкологический потенциал не используется достаточно эффективно, т.е. размещение производства этих культур по территории России не в достаточной степени учитывает природно-климатический фактор. Основной культурой, которую Россия поставляет на мировой рынок, является пшеница. В сезоне-2014/15 ее поставки достигли 22,3 млн т. В 2016 году Россия увеличила экспорт пшеницы и меслина по сравнению с предыдущим годом на 19,3%, по данным ФТС РФ он составил 25,3 миллиона тонн. За время экспортной активности России доля пшеницы в общем экспорте колебалась от 55% до 85%. В последние годы она находится на уровне чуть более 70%. Снижение доли пшеницы произошло за счет появления в экспорте, начиная с сезона-2008/09, такой зерновой культуры,

как кукуруза. Ее вывоз возрос с нулевых значений до 3–4 млн. т в год. Это является результатом эффективного размещения производства кукурузы (таблица 4), что повысило конкурентоспособность данной культуры на мировом рынке. В 2016 году большая часть зерна пшеницы, около 24 миллиона тонн (94,5% общего объема), была экспортирована в страны дальнего зарубежья. По сравнению с 2015 годом экспорт в дальнее зарубежье вырос на 21,5%. В страны СНГ было поставлено 1,4 миллиона тонн пшеницы, что ниже, чем в прошлом году на 9%. В таблице 5 представлены регионы, поставлявшие зерно на экспорт в 2008 (урожайный год) и в 2014 году (по данным ГКС).

Таблица 5 – Изменение географии экспорта зерна из Российских регионов в страны вне СНГ (СХО), тонн

Регионы России	2008	2014
Всего	98133	269951
из следующих регионов:		
Республики Адыгея	17898	
Липецкой области	120	28364
Ростовской области	4742	14621
Ставропольского края	75373	2201
Амурской области		4463
Волгоградской области		14452
Воронежской области		23396
Краснодарского края		50000
Курской области		6754
Орловской области		92913
Приморского края		11424
Республики Бурятия		19
Тамбовской области		21069
Тюменской области		275

Как видно из таблицы 5, по сравнению с 2008 годом география поставок зерна на экспорт значительно изменилась. Это объясняется изменениями, произошедшими за последние годы в отрасли, производящей пшеницу. В 2008 году коэффициент товарности при производстве пшеницы в регионах

находился в интервале от 10% до 70% . В 2015 разброс значений коэффициента товарности увеличился с 8% до 90%. Увеличение интервала, в котором изменяется показатель товарности, можно объяснить увеличением количества регионов, производящих пшеницу на продажу. В 2008 году количество регионов, реализующих пшеницу, было равно 64. Суммарный объем произведенного зерна пшеницы в этих регионах составлял 82 % от всего производства в 2008 году. В 2015 году количество регионов, реализующих пшеницу, увеличилось до 72, а количество регионов, где товарность выше средней (по рассматриваемой совокупности), составило уже 41, при 36 в 2008 году. Суммарный объем произведенного зерна пшеницы в этих регионах составлял 89 % от всего производства в 2015 году. При этом в 2008 году средний коэффициент товарности был равен 40%, а в 2015 году он уже составил 55%. Такое повсеместное стремление производить пшеницу на продажу в регионах, где раньше этого производства практически не было, отражается на устойчивости всего зернового рынка. Уже в сезоне 2016-2017 в Центре и в Поволжье, наблюдается рост не реализованных излишков зерна, что также может привести к резкому падению цен, т.е. росту неустойчивости. Произошло резкое падение вывоза зерна на экспорт железнодорожным транспортом из целого ряда регионов за пределами Южного Федерального Округа, которые в прошлом сезоне отгружали на экспорт существенные объемы

зерна. Так, железнодорожные отгрузки зерна (пшеница+ячмень) на экспорт из Тамбовской области за июль-январь по сравнению с прошлым сезоном упали на 305 тыс.т, в т.ч. пшеницы на 158 тыс.т, из Курской области – на 233 тыс.т, в т.ч. пшеницы – на 147 тыс.т, из Воронежской области – на 191 тыс.т, из Орловской области – на 184 тыс.т, из Саратовской области – на 167 тыс.т, из Оренбургской области – на 57 тыс.т. Практически во всех этих регионах в 2016 году сборы зерновых значительно возросли. Список крупных производящих регионов, с наиболее значительным превышением запасов зерна над уровнем прошлого сезона, возглавляют Саратовская область (+57,9%) и Курская область (+57,4%). Следствием снижения внутренних цен на зерно и роста логистических издержек явилось сжатие зоны экспортных закупок зерна до 600-800 км от экспортных портов.

Выводы: повышение эффективности производства зерна влечет за собой расширение границ зернопроизводящей зоны, что в свою очередь ведет к снижению устойчивости зернового рынка и уменьшению размеров зоны экспортных закупок зерна, что отражается на устойчивости региональных АПС. Приведенный пример показывает, насколько взаимосвязаны эффективность и устойчивость АПС, рост производственной эффективности увеличивает стремление сельскохозяйственных производителей расширять посевы эффективных культур в

регионе за счет уменьшения устойчивости всей агропродовольственной системы.

Такой вывод подтверждает теоретические положения, которые были сформулированы и доказаны нобелевским лауреатом Морисом Алле. Морис Алле разработал теорию максимальной эффективности и экономического равновесия. В ней отмечается, что цель экономической деятельности, по существу, - удовлетворение практически неограниченных потребностей людей при ограниченных ресурсах, которыми они располагают в виде труда, природных богатств и ранее произведенного оборудования с учетом их ограниченных технических знаний [38]. Он доказывает, что эффективность и стабильность антиномичны, и с политической точки зрения далеко не всегда очевидно, что стремлению к эффективности следует отдать предпочтение перед лицом некоторой относительной стабильности как условия безопасности. Ибо поиск эффективности подразумевает децентрализацию решений, что было продемонстрировано нами на предыдущем примере.

Таким образом, возникает необходимость исследования проблемы устойчивости вариантов размещения сельскохозяйственного производства, т.к. именно размещение (в большей степени это касается растениеводческой продукции), не только внутри самой региональной АПС, но и в целом аграрной сферы России, оказывает влияние на устойчивость

каждой отдельно взятой региональной АПС. Рассмотрим некоторые подходы, определяющие возможные критерии для оценки устойчивости вариантов размещения сельского хозяйства по территории России.

В кибернетике проблема поддержания устойчивости, как главное условие управляемости системы, решается путем использования механизмов отрицательной обратной связи, в синергетике же развитие осуществляется через неустойчивость, нестабильность, неравновесность структур, как наиболее естественное состояние большинства реальных систем. Эволюционная теория рассматривает равновесие в качестве краткосрочного, исключительного момента, возникающего в результате взаимодействия рыночных сил, она видит в конкурентном рыночном равновесии не желаемую цель, при которой достигается оптимальное распределение ресурсов, а преходящее, при котором экономика утрачивает импульсы к развитию.

Предпосылки эволюционного развития – неизменность внутреннего механизма процесса, инерционность управляющих воздействий, малая вероятность отклонений от стационарного состояния при внешних воздействиях, самодостаточность с точки зрения ресурсов развития.

Чтобы оценить, в каком состоянии находятся региональные агропродовольственные системы в настоящее время, происходит ли в них эволюционное развитие,

направленное на образование ценологического типа, которое эволюционирует благодаря внутренним механизмам развития, при этом развитие происходит без резких скачков и колебаний, т.е. инерционно, и мало поддается регулирующим воздействиям из внешней среды, рассмотрим следующую гипотезу: региональные агропродовольственные системы России при развитии стремятся к образованию социально-экономического ценноза. Если эта гипотеза верна, то к анализу как в целом агропродовольственных систем, так и к отдельным агропродовольственным рынкам применимы ценологические методы исследования.

Критерием отнесения системы к ценологическому типу и показателем устойчивости структуры в динамике является коэффициент конкордации Кендалла [39]. Коэффициент конкордации показывает, что при его значении более 0,7, существует такая взаимосвязь между элементами системы, которая подчиняется ценологическим законам.

Проведенный анализ воспроизводственных процессов ресурсов АПС по видам капитала с помощью рангового анализа (см.: Приложение А), позволил в динамике рассмотреть обобщенный показатель устойчивости региональных АПС и оценить значение коэффициента конкордации Кендалла для динамического ряда данных за период с 1990 по 2015гг.. Последовательно были рассмотрены аграрная сфера России, как совокупность агропродовольственных систем федеральных

округов, и каждый федеральный округ в отдельности, как совокупность региональных агропродовольственных систем. Результаты анализа приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Коэффициент конкордации Кендалла для динамического ряда данных обобщенного показателя устойчивости воспроизводства ресурсов в региональных АПС за период с 1990 по 2015гг.

Федеральные округа	Коэффициент конкордации
Аграрная сфера России	0,70
ЦФО	0,89
Северо-Западный ФО	0,75
Поволжский ФО	0,70
Южный ФО	0,70
Северо-Кавказский ФО	0,64
Уральский ФО	0,68
Сибирский ФО	0,76
Дальневосточный ФО	0,82

Как видно из таблицы 6, в наибольшей степени сложилась устойчивая аграрная структура региональных АПС в Центральном ФО и Дальневосточном ФО. В наименьшей степени устойчива взаимосвязь региональных АПС в Северо-Кавказском ФО. Однако, можно отметить, что аграрная структура России представляет собой систему, имеющую достаточный уровень значения коэффициента конкордации (0,7), как показателя устойчивости аграрной структуры

региональных агропродовольственных систем России в динамике, что позволяет сделать вывод о том, что она может быть отнесена к ценологическому типу. Это значит, что ценологическим законам подчиняются распределения характеристик региональных АПС.

Характеристики распределений по региональным АПС значений таких показателей, как, например, выручки от реализации конкретного вида продукции растениеводства или животноводства, могут характеризовать устойчивость размещения сельскохозяйственного производства по территории России. Выручка – это показатель, который отражает не только производственные возможности региональной АПС, но возможности по продвижению продукции по каналам реализации как внутри регионов, так и между ними, т.е. отражают структурную устойчивость, определяемую взаимодействием региональных АПС в процессе их развития. На рисунках 4 и 5 представлено распределение по региональным АПС выручки от реализации пшеницы в 2008 и в 2015 году (ряд 1) и гиперболическое Н-распределение (ряд 2), которое является распределением Парето.

Универсальность ценологических моделей позволяет описывать структуру множества разнородных элементов, образующих по некоторому функциональному признаку (в данном случае признаком является объем реализации пшеницы) своеобразное сообщество - семейство элементов. В данном

примере структура ценоза описывается как ранговое распределение по параметру, где параметром является выручка от реализации пшеницы.

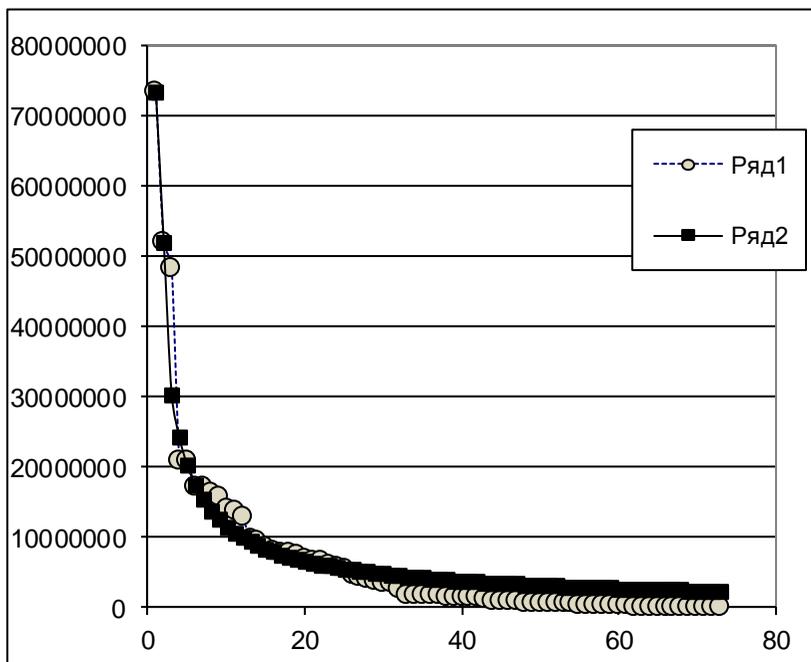


Рисунок 4 - Распределение по региональным АПС выручки от реализации пшеницы в 2015 году (ряд1) и Н-распределение (ряд 2), (коэффициент равен 0,8).

Исходя из фундаментальных закономерностей, характеризующих устойчивость и сбалансированность структуры экономических ценозов по разнообразию элементов,

соответствию реального распределения идеальному, т.е. оптимальному по Парето, можно сделать вывод как об устойчивости структуры ценоза, которая характеризуется коэффициентом Кендалла, так и об устойчивости (сбалансированности) распределения ценологического образования по разнообразию элементов.

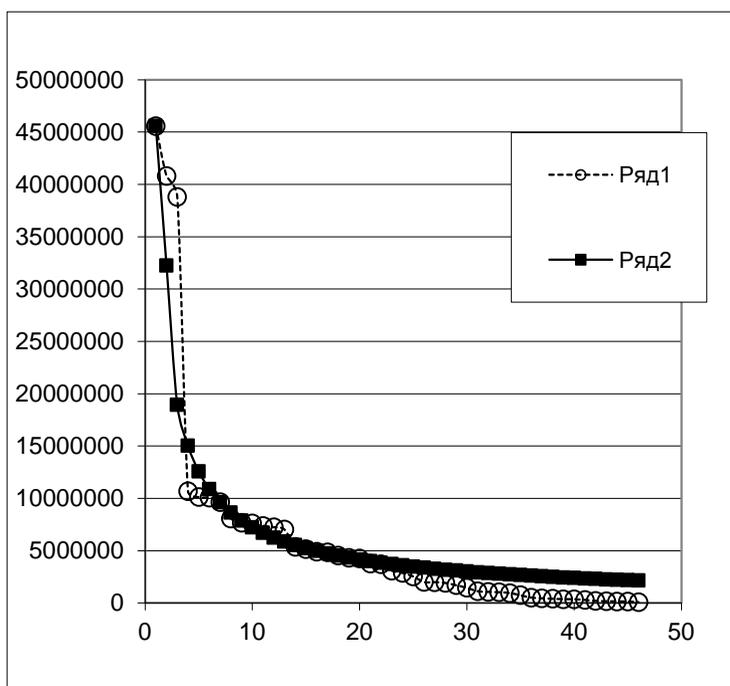


Рисунок 5 - Распределение по региональным АПС выручки от реализации пшеницы в 2008 году (ряд1) и Н-распределение (ряд 2), (коэффициент равен 0,5).

По соотношению количества уникальных и массовых видов элементов, малых и больших по размеру факторного показателя можно судить об устойчивости самого распределения, в нашем случае под распределением можно понимать размещение производства товарной пшеницы по региональным АПС Российской Федерации.

Как видно из рисунков 4-5, структура ценоза, образованного товарными АПС по производству и реализации зерна пшеницы, достаточно устойчива. Однако устойчивость распределения – размещение производства товарного зерна пшеницы ухудшилась, т.к. в несколько раз увеличилось соотношение крупные-мелкие в 2015 году по сравнению с 2008 годом.

Данные, представленные на рисунках 4-5, подтверждают гипотезу о том, что региональные АПС, находящиеся внутри аграрной сферы России, образуют крупный социально-экономический ценоз.

2.2 Структура базы данных для информационной поддержки модуля

Инструментальное средство для расчета и анализа вариантов размещения сельского хозяйства по регионам России «Оптимизация вариантов размещения сельского хозяйства по регионам России», сокращенно «Размещение АПС-Регион», предназначена для информационно-аналитической поддержки процессов стратегического планирования и прогнозирования, а также обоснования направлений развития сельского хозяйства в региональных агропродовольственных системах (АПС) России. Наряду с этим, данное программное средство может быть использовано для решения широкого круга проблем, возникающих в практике работы МСХ РФ, а также в системе НИИ и вузов аграрно-экономической специализации.

Основные аналитические функции программы «Размещение АПС-РЕГИОН»:

1. Сценарный анализ вариантов размещения сельского хозяйства по регионам России на основе разработанной авторами экономико-математической модели оптимизации отраслевой структуры региональной агропродовольственной системы, особенностью которой является учет биоклиматических характеристик.
2. Получение табличных форм отчетности, содержащих характеристику региональной агропродовольственной

системы, включая такие показатели, как площади, поголовье, а также показатели эффективности деятельности АПС, основным из которых является валовой доход на гектар пашни.

3. Формирование и печать «Паспорта» региона, содержащего показатели производственной структуры региональных агропродовольственных систем (фактические и расчетные по сценарию). Обобщающим показателем в «Паспорте» служит показатель уровня использования биоклиматического потенциала территории.
4. Получение выходных таблиц, содержащих рекомендации для каждого вида продукции растениеводства по направлениям стратегического планирования развития (ввод нового направления, увеличение производства, уменьшение или сохранение в том же масштабе вида деятельности) для каждого региона.

Программа «Размещение АПС-Регион» обновляется ежегодно с добавлением в нормативную БД информации по новому году.

Структура информационной системы представлена на рисунке 7.

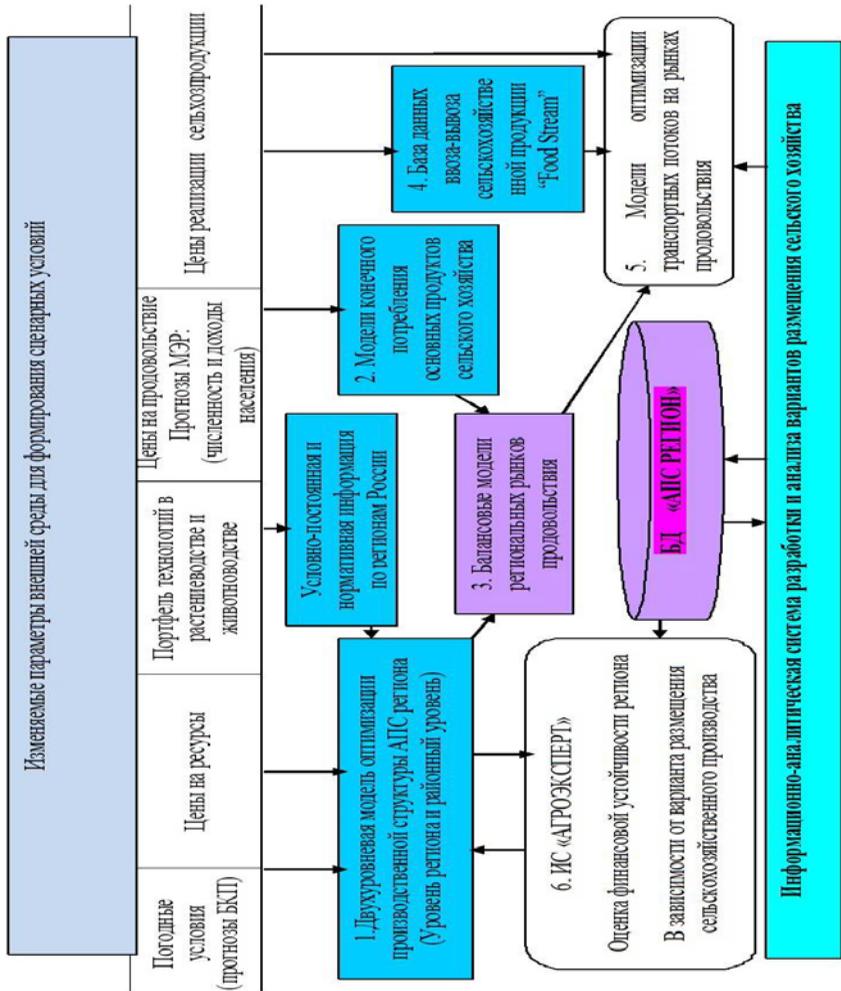


Рисунок 6 - Структура информационно-аналитической системы

Центральным звеном системы является База данных АПС – Регион (рисунок 7).

Источником статистической информации для базы данных послужили официальные статистические сборники Госкомстата РФ («Регионы Российской Федерации», «Сельское хозяйство в России»), ежегодные сборники МСХ России «Агропромышленный комплекс России», а также сгруппированная по регионам база данных СХО.



Рисунок 7 – Структура информационно-аналитического программного средства «База данных АПС-Регион».

База данных, содержащая информационный массив, объектами которого являются регионы России.

Признаковая часть массива содержит набор данных, достаточный для поддержки работы системы экономико-математической моделей размещения сельскохозяйственного производства.

Разделами базы данных являются:

- демография, потребление, цены на продовольствие;
- ресурсный потенциал регионов;
- продуктовые балансы регионов;
- межрегиональный обмен;
- растениеводство;
- животноводство;
- хранение;
- переработка;
- транспортные тарифы;
- нормативная информация регионального характера.

В разделе «Нормативная информация» представлены показатели по следующим группам: урожайности, нормативы затрат на единицу продукции, нормативы затрат на 1 га посева, нормативы затрат на 1 голову животных, коэффициенты.

Подраздел «урожайности» содержит интервалы изменения значений урожайности сельскохозяйственных культур (минимальное и максимальное). Минимальное значение

показывает уровень продуктивности культуры при естественном плодородии. Максимальное значение – уровень продуктивности сельскохозяйственной культуры при применении интенсивных технологий возделывания.

Нормативы затрат ресурсов на производство единицы продукции (а также на 1 га и 1 условную голову скота) в растениеводстве и молочном скотоводстве также рассматриваются в зависимости от сценария экономического развития.

Подраздел «коэффициенты» представлен следующими характеристиками:

- коэффициенты выноса растениями NPK, коэффициенты трансформации РК удобрений в почвенные запасы, содержание NPK в органических и минеральных удобрениях, корнепоживных остатках;

- содержание обменной энергии и сухого вещества в единице массы *i*-го кормового средства;

- зоотехнические ограничения на структуру рациона;

- ограничения на структуру севооборота региона;

- предельно допустимые дозы применения азотных и калийных удобрений, ограниченные, исходя из требований защиты качества подземных вод.

- численность экономически активного населения;

- общая площадь сельскохозяйственных угодий, и т.п.

2.3 Постановка задачи экономико-математического моделирования размещения сельского хозяйства по регионам России в общем виде

При решении задач по планированию территориального размещения сельскохозяйственного производства используют ряд критериев оптимальности: минимум затрат денежных средств (себестоимость) на производство заданного объема продукции, минимум земли, максимум продукции и максимум прибыли при ограниченных ресурсах.

Использование при решении задач в качестве целевой функции максимума прибыли при заданных ресурсах наиболее полно отвечает либеральному способу развития экономики. В сельском хозяйстве, где часть отраслей является убыточными, более приемлемым является критерий - минимум материально-денежных затрат (себестоимость) на производство заданного объема продукции. Снижение себестоимости так же, как и рост прибыли свидетельствует об экономии рабочего времени и повышении производительности труда. При этом вести расчеты на минимум затрат значительно проще, чем на максимум прибыли, особенно в связи с колебанием цен. Изменения цен на сельскохозяйственную продукцию в зависимости от ее качества, сроков продажи и форм реализации (государственные заготовки, розничная торговля и т. д.) трудно учесть особенно

при перспективном планировании. Проведение расчетов на минимум затрат освобождает от прогнозирования цен.

Разработка коэффициентов целевой функции при использовании этих критериев предполагает расчеты себестоимости продукции. Это наиболее сложная и трудоемкая работа в подготовке исходной информации, необходимой для решения задачи.

Решение задачи по критерию-максимум продукции в денежном выражении правомерно, когда обеспечен сбыт любого вида производимых продуктов. При этом для выполнения плана по ассортименту на нижнем пределе и для соблюдения технологических требований необходимо ставить ограничения «не меньше» по отдельным видам продуктов.

Использование критерия - минимума затрат земли на производство заданного объема продукции приводит к тому, что в результате решения задачи часть земли остается свободной. Но т. к. хозяйства заинтересованы в использовании всей пашни, приходится решать ряд задач по размещению производства на оставшейся земле при предыдущем варианте решения задачи. Использование в качестве целевой функции минимум земли имеет смысл при решении задач по размещению не всего сельскохозяйственного производства, а отдельных культур с тем, чтобы высвободить землю для производства сельскохозяйственной продукции, не включенной в задачу. Возможны и другие критерии оптимальности при решении задач

планирования размещения сельскохозяйственного производства. В частности большой интерес представляет критерий - максимальный уровень рентабельности. Применение этого критерия обеспечивает выбор варианта с наиболее эффективным использованием фондов.



Рисунок 8 - Система моделей размещения сельского хозяйства.

Система моделей размещения аграрного производства (рисунок 8) имеет трехуровневую иерархическую структуру: уровень России, уровень региональной АПС и районный уровень. Между ними находится связующий блок, позволяющий осуществлять переход с одного уровня на другой. Решение задачи происходит в несколько этапов:

На первом этапе определяются **объемы потребления продукции сельского хозяйства региона по видам**, обеспеченные конечным спросом населения региона и существующими в регионе производственными мощностями пищевой промышленности.

На втором этапе определяются потенциально возможные объемы производства каждого вида сельскохозяйственной продукции в регионе при соблюдении критериев экономической эффективности и устойчивости. Для этого рассчитывается оптимальная производственная структура региональной АПС. Ограничениями служат имеющиеся площади сельскохозяйственных угодий в регионе, наличие скотомест и другие значения показателей размера производства. Делается оценка устойчивости полученных вариантов размещения сельскохозяйственного производства по регионам России. Определяются **эффективные направления развития сельского хозяйства для данного региона**.

На третьем этапе решается задача распределения площадей по районам для производства растениеводческой

продукции с учетом каналов реализации и направлений использования (внутреннее потребление, в т.ч. на корм скоту), по критерию максимизации чистого дохода на гектар посева. Для каждого вида продукции определяются **излишки площадей под каждой культурой**, которые возникают при рационализации производственной структуры каждого района. **М. Алле вводит понятие излишка** как «*неиспользуемые возможности или возможная потеря при данном предпочтении*», эта потеря является наибольшим распределяемым (потенциальным) излишком, который возможно получить путем лучшего устройства экономики и при котором все индексы предпочтения остались бы неизменными [38]. В нашем случае такими неиспользуемыми возможностями или ресурсом является пашня. При получении варианта более эффективного использования земельного ресурса при решении задачи оптимального сочетания отраслей в агропродовольственной системе региона или района, где ограничениями служат потребности в этом ресурсе, ограниченные денежными доходами населения и производственными мощностями перерабатывающих предприятий, появляется излишек посевных площади, который может быть использован в различных направлениях. Появление распределяемого излишка может объясняться разными причинами. Особенностью данного подхода является то, что в рамках модели рыночной экономики поиск эффективности

направлен на определение некоей системы цен, то анализ в модели экономики рынков основывается на поиске потенциальных излишков и их реализации.

Таким образом, реализован новый подход при решении задачи размещения, т.к. целью является поиск излишков посевных площадей, которые возникают при оптимизации посевов сельскохозяйственных культур, достаточных для существующего уровня потребления в регионе. Различные сценарии могут быть основаны на расчетах излишков площадей при различных уровнях потребления, ограниченного либо медицинскими нормами, либо доходами населения и ценами.

Выбор варианта развития в дальнейшем связан с конкретными инвестиционными проектами и в данной постановке не рассматривается.

На четвертом этапе по каждому региону строятся продуктовые балансы по основным агропродовольственным рынкам, определяются невязки по каждому продукту для каждого региона. Положительное значение невязки характеризует способность региона к вывозу продукции. Отрицательное значение свидетельствует о неудовлетворенном спросе на продукцию данного вида. Суммарные невязки характеризуют объемы импорта и экспорта по каждому виду агропродовольственной продукции в целом по России.

На пятом этапе решается классическая задача размещения сельскохозяйственного производства на уровне

АПК России, где критерием оптимальности выступает минимум затрат на производство в регионах и транспортировку между регионами всех видов произведенной и импортируемой агропродовольственной продукции.

Первый этап является базовым, для его реализации необходимо построить региональные функции потребления основных продуктов питания населения и выявить потребность в сельскохозяйственном сырье региональных перерабатывающих предприятий. Построенные региональные функции потребления позволят сформировать возможные сценарии при изменении таких макроэкономических показателей как доходы населения и прогнозируемая инфляция, которая отразится на ценах продовольственных товаров. Рассмотрение данных сценариев позволит в дальнейшем оценить устойчивость полученных вариантов размещения сельскохозяйственного производства.

В результате определяются объемы конечного потребления по 6-ти видам агропродовольственной продукции хлеб и хлебопродукты в пересчете на муку, картофель, сахар, подсолнечное масло, мясо и мясопродукты, молоко.

Хлеб и хлебопродукты не рассматриваются в качестве переменной, т. к. предполагается, что производственные мощности регионов в достаточной степени обеспечивают региональные потребности и не являются ограничивающим фактором для производства данного вида продукции.

Для определения душевого потребления i -го вида продовольствия, производимого из растительного сырья i -го вида, кг/чел/год, использовалась логарифмическая функция двух параметров: годовой душевой доход, тыс.руб/чел/год и цена приобретения продовольствия, руб/кг, $i \in [1,4]$.

Были рассмотрены следующие виды продовольствия, производимые из растительного сырья: хлеб и хлебобудничные изделия в пересчете на муку, картофель, масло подсолнечное, сахар из сахарной свеклы.

Следует отметить, что региональные различия, не сводящиеся к ценам и доходам, при оценке параметров игнорировались. Это было сделано для повышения устойчивости оцениваемых параметров, так как закономерности конечного потребления более явно прослеживаются на федеральном уровне.

Таким образом, подгонка зависимостей конечного потребления осуществлялась в два этапа: в начале по информации федерального уровня определялись коэффициенты эластичностей по доходу и цене на федеральном уровне, а, затем, за счет свободного члена осуществлялась окончательная настройка на данные о региональном потреблении.

Таблица 7 - Параметры зависимостей душевого потребления продовольствия

Вид продовольствия	Свободный член g	Параметр a	Параметр b	Коэффициент множественной детерминации
Масло растительное	12,6	0,029	-0,063	0,45
Сахар-песок	34,1	0,074	-0,11	0,91
Хлеб и хлебобродуцкы в пересчете на муку	26,9	0,5	-0,67	0,85
Картофель				

Расчет регионального потребления продовольствия соответствующего вида осуществляется перемножением прогнозных показателей по численности населения региона на душевое потребление. При этом нужно учесть, что внешней информацией являются душевые доходы населения и динамика его численности; ценообразование на региональных рынках продовольствия является предметом моделирования и будет приведено далее.

Среднегодовое потребление молока и молочных продуктов и мяса в расчете на душу населения определяется в модели для каждого региона. Для получения значений эластичностей по доходу и цене продукта была проведена обработка статистических данных по каждому региону за

период с 1990 по 2016гг. В результате полученные значения эластичностей представлены в Приложении Б.

Общая схема моделирования динамики производства продукции переработки может быть такой:

1. По каждому региону с использованием прошлой информации определяется наличие производственных мощностей по переработке сырья для производства продукции j -го вида, $PM_j, j \in [1,5]$;
2. Рассчитывается средний коэффициент использования производственных мощностей по переработке сырья для производства продукции j -го вида, kp_j ;
3. Рассчитывается средний коэффициент расхода сырья на производство единицы продукции j -го вида. Для показателей производства растительного масла и сахарного песка можно установить следующие регрессионные зависимости:

$$P_{мука} = 0,75 * V_{зерно} \quad (3)$$

$$R^2 = 0,9$$

$$P_{раст} = 0,3V_{подс\ раст} \quad (4)$$

$$R^2 = 0,79$$

$$P_{сах} = 0,1055V_{сах-св} \quad (5)$$

$$R^2 = 0,96$$

где $P_{мука}$ – производство муки,

$V_{зерно}$ – производство товарного зерна,

$P_{\text{раст}}$ - производство растительного масла,

$V_{\text{подс}}$ - валовой сбор семян подсолнечника,

$P_{\text{сах}}$ - производство сахарного песка из сахарной свеклы,

$V_{\text{сах-св}}$ - валовой сбор сахарной свеклы;

4. Располагаемый ресурс сырья в данном регионе берется из решения предыдущего этапа;
5. Определяется, является ли ограничивающим фактором объем мощностей по переработке сельскохозяйственного сырья при обеспечении конечного потребления региона в данном виде продукции;
6. Определяется, является ли ограничивающим фактором объем производимого в регионе сырья при обеспечении конечного потребления региона в данном виде продукции;

Минимальный из ограничивающих факторов поступает в модель на следующем этапе решения в качестве нижнего ограничения, определяющего потребность в продукции q -го вида в регионе.

F_j - потребность в продукции j - вида

На втором этапе в качестве рекомендаций выдаются направления возможного развития отраслей растениеводства на образовавшихся излишках посевных площадей.

Данный алгоритм применяется для получения решений по двум сценариям: первый сценарий в качестве входной

информации использует существующие значения урожайностей сельскохозяйственных культур.

Второй сценарий использует значения урожайностей, которые могут быть получены, исходя из применения новых сортов сельскохозяйственных культур при обеспечении их в достаточной степени минеральным питанием.

Рассмотрим первый сценарий, характеризующий развитие как инерционное, при сохранении неизменным существующего уровня урожайностей культурных растений, продуктивности лугов и пастбищ. В этом сценарии был использован следующий подход: для каждого региона по каждой культуре были определены фактические значения средней рентабельности за последние 3 года. Для получения данных показателей были использованы такие показатели из базы данных как посевные площади всех сельскохозяйственных культур региона, фактические значения урожайностей всех сельскохозяйственных культур региона, значения затрат на 1 га посева для всех сельскохозяйственных культур региона, средние цены производителей на продукцию растениеводства.

Таблица 8 – Алгоритм разработки стратегических направлений размещения отраслей растениеводства

Ступени алгоритма	Результат
1. Формирование списка с/х культур на основе фильтрации сведений о свойствах культур и их сортов из БД «Культуры»	Адаптированный к условиям произрастания набор с/х культур
2. Решение задачи оптимизации отраслевой структуры	Предварительный набор видов деятельности, оптимизирующий вектор экономических критериев
3. Решение задачи оценки урожайности с/х культур в связи с различным уровнем минерального питания; оценка качества с/х сырья	Зависимости «урожайность» – минеральные удобрения при разной степени обеспеченности и оптимальном сочетании элементов пищи
4. Выбор системы минеральных удобрений с учётом экологических ограничений, формирования плана применения удобрений	Наборы видов мин. удобрений и технологии их применения
5. Расчет денежно-материальных затрат по текущему варианту; оценка собственных потребностей; оценка прибыли	Критериальные оценки экономической эффективности текущего варианта

Ступени алгоритма	Результат
<p data-bbox="277 229 508 256">6. Анализ варианта.</p> <p data-bbox="228 272 564 580">Корректировка условно-постоянной информации для решения задачи оптимизации отраслевой структуры. При необходимости повторение процедуры проектирования, начиная с блока 3</p>	<p data-bbox="676 320 934 485">Подготовка выходных данных по текущему варианту. Уточнение нормативной базы</p>

Были определены списки культур, обладающих положительными рентабельностями. Культуры с отрицательными рентабельностями не рассматривались. Общая посевная площадь распределялась пропорционально рентабельности. Урожайности культур и затраты на 1 га посева, а также площади под кормовыми культурами оставались неизменными, т.к. было сделано предположение, что кормовые культуры имеют только внутривозвращенное использование (на нужды животноводства), при этом предполагалось, что потребность в кормах не меняется [89].

Сравнение двух сценариев показывает, что в наименьшей степени биоклиматический потенциал используют регионы Северо-Западного Федерального округа (увеличение валового дохода растениеводства во втором сценарии на 200%), т.е. резервы роста производства продукции растениеводства

связаны в наибольшей степени с уровнем использования биоклиматического потенциала этих регионов. Прирост среднего индекса валового дохода в Центральном Федеральном округе, в Южном Федеральном округе, Приволжском Федеральном округе и Сибирском Федеральном округе составил 50%. В Уральском и Дальневосточном Федеральных округах прирост среднего индекса валового дохода в зависимости от сценария практически не заметен, что свидетельствует о том, что в регионах этих округов эффект может быть достигнут в основном за счет оптимизации производственной структуры растениеводства.

На третьем этапе решается задача распределения площадей по районам для производства растениеводческой продукции с учетом каналов реализации и направлений использования (внутреннее потребление, в т.ч. на корм скоту) в количестве, определенном на предыдущем этапе, по критерию максимизации чистого дохода на гектар посева. Рассчитываются региональные балансы по отдельным видам продовольствия. Такой расчет был проведен на примере районов Тамбовской области [89].

На четвертом этапе решается задача определения суммарной невязки в балансах продукции каждого вида.

На пятом этапе решается классическая транспортная задача на уровне России, где критерием оптимальности выступает минимум затрат на транспортировку всех видов

продукции между регионами. Нижним ограничением по объемам ввоза продукции в регион является значение отрицательной невязки в продуктовом балансе каждого вида для каждого региона, полученное на третьем этапе решения задачи. Более подробно теоретически подходы к решению транспортной задачи и результаты апробации предложенных моделей по оптимизации межрегиональных транспортных потоков рассмотрены далее.

В результате решения будет получен оптимальный вариант размещения аграрного производства и экономических связей между регионами, при котором обеспечивается производство сельскохозяйственной продукции при максимальном использовании биоклиматического потенциала региона для удовлетворения собственных потребностей, определяются межрегиональные потоки ввоза и вывоза продукции, при этом минимизируются совокупные затраты по производству и транспортировке.

2.4 Математическое описание постановки задачи определения оптимальной региональной структуры АПС

Математическая запись такой задачи выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned}
 & \sum_{i=1}^m \{y_i(D_{NPK,i})C_i - z_i\}S_i \Rightarrow \max \\
 & \sum_i^m S_i \leq \sum_i^m S_i^{\text{факт}} \\
 & \sum_{i=1}^m S_i D_{NPK,i} = \sum_{i=1}^m S_i^{\text{факт}} D_{NPK,i} \\
 & D_{NPK,i} \leq D_{NPK,i}^{\max} \\
 & D_{NPK,i}, S_i \geq 0, \forall i = [1, m]
 \end{aligned} \tag{6}$$

где C_i - цена реализации товарной части сельскохозяйственной культуры.

Последние две строчки ограничивают дозы применения удобрений максимально допустимыми величинами для данной культуры, а также требуют положительных (точнее неотрицательных) значений для искомых доз удобрений и посевных площадей.

Между некоторыми переменными, входящими в (6), существуют зависимости, используемые при разработке

экономико-математической модели (в приведенных далее выражениях для простоты опущены нижний индекс i).

1. Связь между урожайностью сельскохозяйственной культуры и дозами минеральных удобрений:

$$y = y_0 + 0,01k_a D_{NPK} + \Delta y_3, \quad (7)$$

где $y_0, k_a, \Delta y_3$ - уровень урожайности данной культуры без применения минеральных удобрений, коэффициент агрономической эффективности, равный отношению прибавки урожайности на единицу прироста дозы удобрений, прибавка урожайности за счет применения элитного посевного материала, соответственно.

Коэффициент агрономической эффективности связан с агроэкологическим потенциалом территории региона, по наши оценкам, следующим образом:

$$k_a = k_a^* (АП)^{0,3}, \quad (8)$$

где $k_a^*, АП$ - параметр уравнения регрессии, зависящий от возделываемой культуры, и величина агроэкологического потенция региона соответственно.

2. Связь между урожайностью без удобрений и фактическим уровнем урожайности:

$$y_0 = y^{\text{факт}} \left(1 - 0,3 \frac{D_{NPK}^{\text{факт}}}{D_{NPK}^S}\right) + \Delta y_3^{\delta/y} \quad (9)$$

где $D_{NPK}^{факт}$, D_{NPK}^S фактически применяемые дозы удобрений и фонд доступных элементов минерального питания в пахотном слое, прибавка от элитных семян без удобрений соответственно.

Величина D_{NPK}^S определяется по формуле:

$$D_{NPK}^S = \eta \sum_{k=1}^3 \mu_k Q_k, \quad (10)$$

где η - коэффициент приведения содержания элементов минерального питания к пахотному слою $\eta \approx 3$;

Q_k - содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия при $k = [1,3]$ соответственно (кг/га);

μ_k - коэффициенты использования элементов минерального питания из почвы, доли.

3. Связь между удельными затратами и дозами удобрений

$$z = z_0 + 0,001 C_{NPK} D_{NPK}$$

$$z_0 = \max \{ z^{факт} - 0,001 C_{NPK} D_{NPK}^{факт}; 0,8 z^{факт} \} \quad (11)$$

где C_{NPK} - цена покупки минеральных удобрений в данном регионе.

2.5 Моделирование транспортных потоков с помощью гравитационной модели

Модели с гравитационным подходом исторически применялись не только для эмпирического анализа и прогнозирования международной и межрегиональной торговли и интеграции.

Краткая история происхождения идеи – это длительный исторический период от формулирования в 1687 году закона тяготения Исааком Ньютоном до общепринятого введения гравитационного уравнения в экономическую практику в 1962 году Яном Тинбергеном.

Когда Тинберген выполнял эмпирический анализ для отчета, финансируемого благотворительным фондом в Нью-Йорке, он вспомнил свои студенческие годы и первоначальное образование. В 1929 году он получил докторскую степень по физике в Лейденском университете, защитив диссертацию под названием «Проблемы минимума в физике и экономике» под руководством Пола Эренфеста, близкого друга Альберта Эйнштейна. Теоретическая физика была его профессией, прежде чем изучение причин бедности местного рабочего класса вынудило его перейти к экономике. Именно поэтому при решении задачи анализа международной торговли при отсутствии торговых ограничений, он вышел с идеей

эконометрической модели, сформулированной по образу и подобию закона Ньютона [68-69].

Несмотря на то, что общепринятое мнение о приоритете успешного применения гравитационного подхода в экономике обычно приписывается Яну Тинбергену, на самом деле многие работы уже использовали гравитационные силы для объяснения миграционных потоков, телефонных и воздушных коммуникаций. Даже в отношении влияния гравитации на торговые потоки Изард и Пек [70] во многом предвосхитили Тинбергена.

В настоящее время гравитационная модель переживает ренессанс по трем основным причинам:

- международные торговые реалии формируются под воздействием торговой и денежно-кредитной интеграции на разных пространственно-политических уровнях. Экономистам нужен инструмент для оценки, например, возможного воздействия таможенных союзов или торговых санкций на товарные потоки. Актуально наличие методики проверки влияния валютных или политических соглашений в рамках уже сложившихся и исследованных детерминант.

- теоретические основы уравнения гравитации получили теперь гораздо более четкие экономические обоснования. Сейчас, после длительного периода отсутствия теоретического обоснования, некоторые исследователи стали обвинять

гравитационную модель в избытке конкурирующих теоретических объяснений.

- уравнение гравитации имеет географическую компоненту. Это означает, что пространство учитывается в экономических явлениях через расстояние, разделяющее регионы. Они больше не считаются точками в пространстве, а предстают как географические объекты, чье относительное местоположение учитывается математически. Этот подход является общим для большого числа недавних работ, часто группируемых под названием «Новая географическая экономика».

$$F_{ij} = G x (M_i)^y (M_j)^z / D_{ij}^k, \quad (12)$$

где F_{ij} торговый поток в стоимостном выражении из региона i в регион j , M_i и M_j отражают вес двух экономик (представленный их ВВП), D_{ij} - географическое расстояние между ними.

В случае рассмотрения торговых потоков между двумя регионами: пусть даны 2 региона i и j , соответствующие ВВП которых Y_i и Y_j и расстояние, которое их отделяет d_{ij} , тогда экспортный поток из региона i до j равен X_{ij} :

$$X_{ij} = f(Y_i, Y_j, d_{ij}) = g \cdot (Y_i)^b (Y_j)^c / d_{ij}^d \quad (13)$$

Что обычно используется в лог-линейной форме с положительными коэффициентами b, c, d при $a = \log(g)$:

$$\ln X_{ij} = a + b \ln Y_i + c \ln Y_j - d \ln d_{ij} + e_{ij}. \quad (14)$$

При $a = \log(g)$

Здесь переменная d_{ij} выступает как прокси-переменная транспортных расходов. Линеаризация позволяет применить метод МНК при эконометрической идентификации. Лог-линейная форма также позволяет интерпретировать коэффициенты как эластичности торговых потоков по отношению к объясняющим переменным. Например, b – это эластичность двусторонней торговли относительно ВВП экспортера: рост ВВП на 1% приведет к росту на $b\%$ экспортного потока.

Эконометрические расчеты выявляют в большинстве случаев очень сильную корреляцию между расстоянием и торговым оборотом. В случае регионов чаще всего выбирается расстояние между центрами или экономическими столицами, но при этом расстояние часто оказывается недооцененным. С другой стороны, его можно переоценить при наличии значительной трансграничной торговли.

Результаты применения простейшей формы гравитационной модели:

- 3 переменных объясняют до $\frac{3}{4}$ двусторонних торговых потоков;
- оценки эластичностей обычно близки к +1 для ВВП и -1 для расстояния.

Уточнение модели происходит путем добавления серии «контролирующих переменных» (C - это набор дополнительных факторов):

$$\ln X_{ij} = a + b \ln PIB_i + c \ln PIB_j + d \ln dist_{ij} + e C_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (15)$$

Эти дополнительные переменные чаще всего оказываются дамми-переменными, то есть такими, которым присваивается значение 1, если оно удовлетворяет заданной характеристике и 0 в противном случае (например, наличие общего языка, общей границы, интеграционного образования, членства в ВТО и т. п.). Могут оказаться значимыми и численность населения, и разница в ВВП на душу населения, и обменный курс.

С 1962 года гравитационную модель преследовала критика за ее просто интуитивную основу, пока введя транспортные издержки в модель монопольной конкуренции, Пол Кругман в 1980 не получил уравнение спроса, близкое к гравитационному уравнению [71]. В 1998 году А. Деадорф в своей работе «Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World?» продемонстрировал, что неоклассическая модель международной торговли также совместима с гравитационной моделью. А. Деадорф также продемонстрировал, что модель гравитации соответствует теории международной торговли Хекшера-Олина [72].

Дж. Бергstrand (1989) дает ответ тем, кто спорит о двойственности объяснений. С помощью двухфакторной и модели общего равновесия на примере двух благ, одно из которых является однородным (модель Рикардо) и а другое нет

(как у Кругмана), он показывает, что модель гравитации имеет аналитическую основу, сочетающую традиционную и внутриотраслевую специализацию [73].

При введении региональных объяснительных переменных, например, по влиянию торговых соглашений, получаемый путем эконометрических процедур коэффициент при этой переменной показывает влияние торговых соглашений на торговые потоки или как торговля будет отклоняться от воздействия гравитационных факторов (ВВП и расстояния) из-за региональной интеграции?

Наиболее же полным и аргументированным выводом гравитационной модели, на наш взгляд, является модель Джеймса Е. Андерсона и Эрика ван Винкупа [74]. Они добавили в традиционную модель переменную многостороннего сопротивления. Это позволило не только просто и элегантно вывести гравитационную модель теоретически, но и получить адекватные оценки входящих в нее переменных.

Гравитационные модели международной торговли продолжают получать яркие выводы и в настоящее время. В своем исследовании, посвященном роли ВТО в международной торговле, профессор Калифорнийского университета Эндрю Роуз [75] использовал стандартную гравитационную модель двусторонней торговли. На основе статистических данных за период 1948—1999 гг. для 178 стран он приходит к выводу, что эффект от членства в ГАТТ-ВТО экономически несуществен,

часто негативен и находится в пределах статистической ошибки. В его модели выделены несколько факторов, которые влияют на объем двусторонней торговли. Результаты регрессионного анализа продемонстрировали, что больший эффект при стимулировании торговли имеет членство страны в региональных торговых соглашениях, чем ее членство в ВТО. Для получения более точных и обоснованных результатов к основной модели были добавлены некоторые другие переменные, влияющие на торговлю, включая культуру (наличие в странах общего языка), географию (наличие у стран выхода к морю) и историю (была ли ранее одна из стран колонией другой). После того как были приняты во внимание эти факторы, было осуществлено сравнение структуры торговли стран-членов ВТО со структурой торговли стран, не являющихся ее участниками. Развивающиеся страны имеют меньшие объемы торговли, в то время как экономически развитые и более богатые государства - большие. Очевиден результат, что активность торговли выше между странами, состоящими в одной и той же региональной торговой ассоциации, имеющими общий язык или границу. Государства, у которых нет выхода к морю, торгуют меньше, а страны с общей колониальной историей - больше.

Товарообмен интересен для экономического анализа в связи с возможностью изучения пространственных структур товарных потоков, причем ключевой составляющей круговорота

товаров в экономике конкретной страны является межрегиональная торговля.

Одним из ранних позитивных примеров изучения межрегиональной торговли выступает Дж. МакКаллума, в которой анализировалась торговля 10 канадских провинций и 30 штатов США [76]. Также много работ появилось по межрегиональной торговле США, в связи с заинтересованностью в оптимизации торговых потоков административными органами и, что немаловажно, в связи с хорошей обеспеченностью статистическими материалами. Д. Льюис, пользуясь высококачественными данными промышленных и транспортных переписей США, исследовал пригодность разных моделей для объяснения межрайонных товарных потоков в США [77]. С помощью гравитационной модели автору удалось объяснить более 60% товарных потоков, а с помощью модели Хекшера – Олина – менее 10%. Анализ межрегиональной торговли в США продемонстрировал постепенный рост доли внутриотраслевой торговли.

Актуальность анализа межрегионального товарообмена очевидна, особенно для экономик крупных стран, хотя в экономической литературе преобладают межстрановые исследования. Тенденция несколько меняется в последние годы по мере появления необходимых статистических данных. Так, за два последние десятилетия появились исследования

внутристрановой торговли Франции [78], Германии [79], Бразилии [80].

В российской литературе эмпирических работ, посвященных вопросам межрегиональной торговли, мало, причем в фокусе этих исследований обычно оказываются отдельные регионы.

Некоторые публикации российских авторов по внешнеторговым потокам также учитывают региональную структуру нашей страны. Так, в 2013 году А.С. Каукиным защищена кандидатская диссертация «Теоретические аспекты формирования пространственного распределения торговых потоков (пространственная гравитационная модель внешней торговли)». В работе предложена модификация гравитационной модели с отказом от рассмотрения страны в качестве одной точки: в предложенной модели «торговля с иностранными партнерами осуществляется отдельными российскими регионами, а внешние товаропотоки могут проходить только через ограниченное число пунктов пропуска на государственной границе» [81].

Ключевая проблема для исследований по региональным аспектам внешней торговли и по межрегиональной торговле России заключается в отсутствии необходимых статистических данных. Имеющиеся данные российской статистики о региональной картине внешней торговли не отражают действительность – в случае импорта таможня собирает

информацию о том, какие товары прибывают в данный регион из-за рубежа, и совсем не учитывается то, что товары могут не потребляться в этом же регионе, а идти транзитом в другие регионы. В то же время статистика межрегиональной торговли для российских регионов, по крайней мере в открытом доступе, практически отсутствует.

Работы по моделированию межрегиональной торговли в Российской Федерации немногочисленны и выполнены по высокоагрегированным товарным группам.

В работе Мишура А.В. [82] проанализирована торговля потребительскими товарами. Расчеты выполнены на основе модификации гравитационной модели Диксита-Стиглица-Кругмана в лог-линейной форме. В качестве методики эконометрического оценивания автор использовала регрессию Пуассона. По мнению автора, оценивание пуассоновской регрессии с робастными стандартными ошибками позволяет избежать проблем гетероскедастичности и наличия нулевых значений, с которыми плохо справляются более традиционные методы оценивания гравитационных уравнений (например, МНК). В результате моделирования автор делает вывод, что: «Сравнение эластичности межрегиональной торговли по расстоянию в России с аналогичными показателями в зарубежных исследованиях позволяет сделать вывод о том, что эластичность торговли по расстоянию в нашей стране достаточно велика, как и в других странах, имеющих проблемы

с качеством инфраструктуры и институтов. В то же время низкая эластичность замещения между разновидностями товаров означает, что российские потребители ценят разнообразие видов и марок продукции, нуждаются в продукции из разных регионов и готовы платить за это разнообразие. Это создает потенциал для роста межрегиональной торговли в будущем. Низкая эластичность замещения также является причиной ситуации, когда продукция небольших и менее продуктивных фирм продается лишь на небольшие расстояния, тогда как наиболее продуктивные фирмы торгуют и на дальние расстояния. Это является еще одной причиной высокой эластичности межрегиональной торговли по расстоянию.»

Вербус В.А. и Ошарин А.М. в статье [83] высказывают свое мнение, что: «К числу наиболее удачных попыток моделирования неоднородного предложения можно отнести работу Мелица, в которой рассматривается модель монополистической конкуренции с гетерогенными фирмами. Подход Мелица оказывается весьма продуктивным и позволяет объяснить изменение средней производительности отраслей при росте масштаба рынка, выгоды от международной торговли, а также селекцию фирм-экспортеров». Работа Вербус и Ошарина представляет из себя попытку моделирования межрегиональной торговли с учетом функции полезности. Авторы не приводят численных результатов моделирования, но их предварительный анализ все же позволяет сделать ряд выводов: «Во-первых,

уровень равновесных цен в каждом регионе оказывается зависящим от распределения потребительских предпочтений между регионами и относительных размеров региональных рынков. Этот результат резко контрастирует со случаем однородных предпочтений, где равновесная цена от размера рынка не зависит. Во-вторых, модель показывает, что характер потребительских предпочтений в соседнем регионе оказывает влияние на размер фирм в домашнем регионе. В-третьих, в случае ценовой дискриминации оказывается, что фирма может продавать товар по разным ценам в разных регионах, и эта разница может быть связана не только с транспортными издержками, но и с различием потребительских предпочтений между регионами. В случае, когда значение параметра потребительских предпочтений в регионе, где произведен товар, превышает его значение в соседнем регионе, куда этот товар экспортируется, тогда может наблюдаться ценовой демпинг, т.е. ситуация, когда заводская цена товара плюс транспортные издержки превышают его цену в соседнем регионе».

В работе [84] гравитационные модели предложены и апробированы, как современные подходы к оценке торгово-экономического сотрудничества России и Белоруссии на региональном уровне. Реализация подобного подхода также предложена при оценивании потенциала взаимной торговли стран Единого экономического пространства при помощи гравитационной модели торговли между регионами России в

докладе А. Могилат и В. Сальникова [85]. В работах Величко А.С. предложены инструменты, гравитационные и энтропийные модели для межтерриториальной торговли Дальневосточного федерального округа [86].

Однако, следует с сожалением констатировать, что на настоящий момент отсутствуют работы по моделированию межрегиональной торговли агропродовольственными товарами в России. Весьма вероятно, что отсутствие таких работ связано с отсутствием соответствующей доступной статистической информации. В отделе системных исследований экономических проблем АПК было разработано инструментальное средство для анализа объемов ввоза-вывоза сельскохозяйственной продукции по регионам Российской Федерации «Инструментальное программное средство анализа потоков продовольствия», сокращенно «FoodStream», предназначенное для информационно-аналитической поддержки процессов разработки соответствующих экономико-математических моделей. Основные аналитические функции программы «FoodStream»:

- автоматизированный ввод данных из соответствующих открытых источников и статистических форм, находящихся на сайте Росстата;

- получение табличных форм любой выборки информации, включая объемы ввоза или вывоза по видам

сельскохозяйственной продукции в разрезе регионов-поставщиков и регионов-потребителей за последние десять лет;

- выполнение произвольных вычислительных операций над показателями, в том числе анализ динамических рядов показателей ввоза-вывоза сельскохозяйственной продукции, индикаторов устойчивости ряда; группировка регионов по заданному алгоритму;

- составление рейтингов регионов для анализа сравнительной эффективности транспортных потоков продовольствия в региональных агропродовольственных системах, в том числе с использованием алгоритмов линейной оптимизации транспортной задачи;

- отображение исходных данных и полученных аналитических результатов на карте.

Виды продовольствия, доступные для анализа: зерно, картофель, масло растительное, молоко и молочные продукты, овощи и бахчевые культуры, продукты переработки зерна, сахар, скот и птица, фрукты, яйца пищевые.

Разработанное инструментальное программное средство анализа потоков продовольствия «FoodStream» может служить основой для расчетов оптимизационной транспортной, гравитационной, энтропийной, информационной и других видов экономико-математических моделей межрегиональной торговли агропродовольственной продукцией, включая импортируемые и экспортируемые объемы.

Результаты идентификационных расчетов гравитационной модели для регионов РФ на базе статистической информации инструментального программного средства «FoodStream» компактно представлены в Приложении Б.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях рынка нахождение эффективного варианта размещения сельского хозяйства по регионам России не может быть целиком и полностью «поручено» товаропроизводителю, который вынужден принимать решения в условиях неполной и локальной информации. Из-за большого количества факторов, влияющих на результаты хозяйственной деятельности, адаптация региональной агропродовольственной системы (АПС) методом проб и ошибок не является удовлетворительной стратегией движения к экономически эффективному состоянию. Применение для этих целей методов экономико-математического моделирования, в принципе, снимает эту проблему, но порождает другую – проблему устойчивости эффективных решений, понимаемую в данной работе как способность агропродовольственной системы минимизировать потери эффективности при случайных сочетаниях совокупности факторов различной природы, и оказывающих позитивное или, напротив, негативное влияние на результаты эксплуатации АПС.

Для устойчивого развития аграрной сферы России необходимо обеспечить устойчивое развитие всех ее составных элементов, которыми являются региональные агропродовольственные системы, определить устойчивость

воспроизводственных процессов в них протекающих и структурных взаимосвязей между этими элементами, которые можно характеризовать как межрегиональный обмен агропродовольственной продукцией.

Для анализа состояния и прогноза развития АПС для оценки их устойчивости применяются следующие группы методов: статистические методы изучения устойчивости (колеблемости) динамических рядов данных показателей сельскохозяйственного производства; математические методы, обоснованные в механико-математической теории устойчивости систем, в т.ч. решение задачи по устойчивости оптимального решения; методы рангового анализа для исследования устойчивости размещения сельскохозяйственного производства в региональных АПС, образования ими устойчивых взаимосвязанных аграрных структур.

Аграрная сфера России, рассматриваемая как совокупность региональных АПС, может быть отнесена к крупному социально-экономическому образованию типа ценоза. Исходя из фундаментальных закономерностей, характеризующих устойчивость и сбалансированность структуры экономических ценозов по разнообразию элементов, соответствию реального распределения идеальному, т.е. оптимальному по Парето, можно сделать вывод как об устойчивости структуры ценоза, которая характеризуется коэффициентом Кендалла, так и об устойчивости

(сбалансированности) распределения ценологического образования по разнообразию элементов. Характеристики распределений по региональным АПС значений таких показателей, как, например, выручки от реализации конкретного вида продукции растениеводства или животноводства, могут характеризовать устойчивость размещения сельскохозяйственного производства по территории России. Универсальность ценологических моделей позволяет описывать структуру множества разнородных элементов, образующих по некоторому функциональному признаку (в нашем исследовании признаком является объем реализации пшеницы) своеобразное сообщество -семейство элементов. Структура ценоза описывается как ранговое распределение по параметру, где параметром является выручка от реализации пшеницы. Было установлено, что структура ценоза, образованного товарными АПС по производству и реализации зерна пшеницы, достаточно устойчива. Однако устойчивость распределения – размещение производства товарного зерна пшеницы ухудшилась, т.к. в несколько раз увеличилось соотношение крупные-мелкие в 2015 году по сравнению с 2008 годом. Это вызывает необходимость разработки рекомендаций по размещению сельского хозяйства по регионам, с целью повышения эффективности и без потери устойчивости всей аграрной сферы России.

Проведенный анализ основных методов, в т.ч. и зарубежных, экономико-математического моделирования,

применяемых в задачах оптимизации с критерием, сочетающим эффективность и устойчивость полученных решений, позволил сформулировать новый подход, позволяющий сочетать эффективность и устойчивость в одном критерии.

Различные сочетания характеристик внешней среды, представленных на рисунке 1, образуют систему сценариев, каждый из которых формируется в зависимости от целей анализа и наличия полной и достоверной информационной базы.

Алгоритм нахождения эффективной и устойчивой производственной структуры при различных сочетаниях условий внешней среды реализует следующую последовательность процедур: 1) генерацию сочетаний параметров экономико-математической модели; 2) получение оптимального решения на каждом варианте сочетаний указанных параметров; 3) оценку математического ожидания критерия эффективности и дисперсии для каждого оптимального решения на множестве сочетаний параметров; 4) выбор высокоэффективного решения с низкой дисперсией этой эффективности. Для реализации данного алгоритма применяется метод имитационных экспериментов в пространстве параметров АПС. Выбор оптимального решения осуществляется путем минимизации расстояния до «идеальной точки» (максимум эффективности, минимум дисперсии). Обсуждаемый в работе алгоритм свободен от предположения о линейности экономико-

математической модели оптимизации отраслевой структуры региональной АПС. После получения результатов по всем регионам решается задача оптимизации межрегионального обмена, определяются потребности в импорте продукции, оцениваются экспортные возможности страны. В завершение решается также транспортная задача на минимум затрат на межрегиональный обмен.

Для получения этих данных используются методы оптимального планирования экспериментов, позволяющих минимизировать их число и провести вычислительный эксперимент в разумное время.

Основные результаты исследований:

Разработаны **теоретические основы** анализа эффективности и устойчивости вариантов размещения сельскохозяйственного производства по региональным аграрным производственным системам, включая структуру и перечень показателей информационной базы исследования; систему экономико-математических моделей для проведения вариантных расчетов по определению эффективного размещения сельского хозяйства по регионам России; алгоритм, реализация которого приводит к обоснованию стратегических направлений развития сельского хозяйства регионов; методологические основы моделирования межрегиональных потоков продовольствия в рыночных условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Л.Вальрас, Дж.Хикс, П.Самуэльсон, А.Вальд
Современная экономическая мысль. Серия «Экономическая
мысль Запада» / под ред. В. С. Афанасьева, Р. М. Энтова. М.:
Прогресс, 1981.

2 Хикс Дж. Р. Стоимость и капитал / пер. с англ.; общ.
ред. и вступ. ст. Р.М. Энтова. М.: Прогресс, 1988.

3 Samuelson P. The Stability of Equilibrium: Comparative
Statics and Dynamics // *Econometrica*. 1941. April.

4 Samuelson P. The Stability of Equilibrium: Linear and
Non-linear Systems // *Econometrica*. 1942. January.

5 Samuelson P. The Relation Between Hicksian Stability and
True Dynamic Stability // *Econometrica*. 1944. June.

6 Smithies A. The Stability of Competitive Equilibrium //
Econometrica. 1942, № 10.

7 Михалев О. В. Экономическая устойчивость
хозяйственных систем: методология и практика научных
исследований и прикладного анализа. — СПб.: Издательство
Санкт-Петербургской академии управления и экономики, 2010.

8 Богданов А. А. Тектология. Всеобщая организационная
наука. М.: Финансы, 2003, с.310.

9 Урманцев Ю. А. Тектология и общая теория систем. //
Вопросы философии. 1995, №8.

10 Шумпетер Й. Теория экономического развития. М., 1982.

11 Руденко А.М. Философия в схемах и таблицах. Ростов-на-Дону: Феникс, 2013, с. 347.

12 Михалев О. В. Экономическая устойчивость хозяйственных систем: методология и практика научных исследований и прикладного анализа. — СПб.: Издательство Санкт-Петербургской академии управления и экономики, 2010.

13 Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986.

14 Новый экономический словарь / Ред. А.Н. Азрилиян. - 3-е изд. - Москва : Институт новой экономики, 2008. - 1087 с.

15 Терминологический словарь библиотекаря по социально-экономической тематике.— С.-Петербург: РНБ, 2011.

16 Будумян Е.В. Развитие инновационно-инвестиционных процессов как объективная необходимость модернизации промышленного производства //Научные труды Вольного экономического общества России. — 2011. — Т. 155. — С. 75-80.

17 Математический энциклопедический словарь. /Гл. ред. Ю. В. Прохоров.— М.: Сов. энциклопедия, 1988.— 847 с.

18 Изложено с использованием: Сабурова М.М. Диверсификация как фактор устойчивого развития предприятия. Автореф. дисс. канд. экон. наук. – Ульяновск: Изд-во Ульяновского гос. ун-та, 2006. – 24 с.

19 Богданов А. А. Тектология: (Всеобщая организационная наука), в 2-х книгах. М.: Экономика, 1989.

20 Miller, Robert W. (1963). Schedule, Cost, and Profit Control with PERT - A Comprehensive Guide for Program Management. McGraw-Hill. ISBN 9780070419940.

21 Моисеев Н. Н. Социализм и информатика. М.: Политиздат, 1988.

22 Romanenko I.A., Romanenkov V.A., Shevtsova L.K., Smith P., Smith J.U., Sirotenko O.D., Lisovoi N.V., Rukhovich D.I., Koroleva P.V. Constructing regional scenarios for sustainable agriculture in European Russia and Ukraine for 2000 to 2070. //Regional Environmental Change. 2007. Т. 7. № 2. С. 63-77.

23 Сиптиц С.О., Романенко И.А. Постановка задачи определения параметров региональной системы земледелия, эффективной в эколого-экономическом отношении с учетом климатических изменений. Тр. VIII МНПК «Проблемы экономики и управления социально-экономическими процессами в АПК». М.:2004.

24 Сиптиц С.О. Процедуры принятия решений по развитию и размещению сельского хозяйства на разных уровнях управления. В сборнике: Математическое моделирование развивающейся экономики, экологии и технологий (ЭКОМОД-2016) 2016. С. 327-337.

25 Романенко И.А., Сиптиц С.О., Евдокимова Н.Е., Рыбакова Р.А., Егорова О.Д. Методика разработки

стратегических направлений размещения растениеводства. В серии: Научные труды ВИАПИ им. А.А.Никонова. Вып. 45. – Москва: ЭРД, 2016.

26 Ю.Ю. Громов, В.А. Алеев, А.Г. Рошка К вопросу о решении задач линейного программирования в условиях неопределенности. Вестник ТГУ, т.5, вып.1, 2000 .

27 Стародубцев И.Ю. Решение задач линейного программирования с нечеткими параметрами // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. VI междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2012.

28 Svetlov N. Land use projections for Southern Non-Black-Earth regions of Russia: coping with uncertainty // IAMO Forum 2017: Eurasian Food Economy between Globalization and Geopolitics. Halle, Germany, 2017.

29 Furubotn E., Richter R. Institutions & economic theory. 2nd ed. The Univ. of Michigan Press, 2011.

30 Svetlov N. Estimating managerial transaction costs on dairy farms in the Moscow region // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2014, №3, с.120-138.

31 Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / Под ред. А.М. Гатаулина. М.: Агропромиздат, 1990.

32 Романенко И.А., Сиптиц С.О. Теоретические основы размещения сельского хозяйства с учётом экономических и

природно-климатических факторов // Экономика сельского хозяйства России. 2016. №3. С.60-65.

33 Светлов Н.М. Модель границы производственных возможностей сельского хозяйства России // Экономические проблемы модернизации и инновационного развития агропромышленного комплекса: Сборник докладов IV Всероссийского конгресса экономистов-аграрников 27-28 октября 2011 г. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011, т.2, с.329-333.

34 Светлов Н.М., Сахарова В.Н., Кубышина Н.А. Моделирование многоэтапного процесса принятия решений в сельскохозяйственной организации. М.: ИНФРА-М, 2013.

35 Farrell M.J. The measurement of productive efficiency // Journal of Royal Statistical Society: Series A (General). 1957. №3. P.253-290.

36 Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР / Под ред. А.Н. Каштанова. М.: Колос, 1983.

37 http://www.vopreco.ru/rus/archive.files/n6_2005.html

38 M. Allais Les conditions de l'efficacité dans l'économie: IV seminario internazionale, Rapallo, 12-14 sett. 1967. P.33-40.

39 Kendall, M.G. Rank Correlation Methods. New York: Hafner Publishing Co. 1955.

40 Романенко И.А. Методические подходы к решению задачи территориального размещения сельскохозяйственного

производства с использованием экономико-математического моделирования// Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2010. № 9. С. 23-25.

41 Романенко И.А. Воспроизводство основных производственных фондов агропредприятий//АПК: Экономика, управление.2005. № 10. С.54-58.

42 Романенко И.А. Оценка воспроизводственного потенциала региональной экосистемы в долгосрочной перспективе//Международный сельскохозяйственный журнал. 2005. № 1. С. 25-27

43 Романенко И.А., Сиптиц С.О. Проблема эффективности и устойчивости развития сельского хозяйства в регионах Российской Федерации//Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 2. С. 6-13.

44 <http://www.customs.ru> сайт Федеральной таможенной службы.

45 <http://www.mcx.ru> сайт Министерства сельского хозяйства РФ.

46 <http://economy.gov.ru> сайт Министерства экономического развития РФ.

47 <http://www.gks.ru> сайт Росстата РФ.

48 Огневцев С.Б., Сиптиц С.О., Романенко И.А. и др. Прогноз стратегического развития АПК РФ с использованием динамической модели его функционирования//Социально-

экономические проблемы аграрной политики и развитие агропродовольственных рынков. Москва, 2002. -С. 203-224.

49 Петриков А.В., Огнивцев С.Б., Кузнецов М.В., Меденников В.И., Сиптиц С.О., Сальников С.Г., Романенко И.А., Муратова Л.Г. Анализ эффективности информационно-консультационной службы (ИКС). Москва, 2003.

50 Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Методика математического моделирования Российского рынка зерна. - Москва, 2006.

51 Петриков А.В., Огнивцев С.Б., Меденников В.И., Сиптиц С.О., Сальников С.Г., Соболев О.С., Романенко И.А. и др. Анализ эффективности информационно-консультационной службы (ИКС) : отчет о НИР. - М.: ВИАПИ им. А.А. Никонова, 2001.

52 Сиптиц, С.О., Романенко, И.А., Евдокимова, Н.Е., Соболев, О.С, Рыбакова, Р.А., Костусьяк, В.М., Байкалова, Е.И. Отчет НИР: Проведение исследований и разработка модели среднесрочного прогнозирования развития АПК России, подготовка прогноза развития комплекса на 2008 год и на период до 2013 года. Этап VII. Методика среднесрочного прогнозирования развития АПК России (заключительный отчет). -М.: ВИАПИ им. А.А. Никонова, 2008. -256 с.

53 Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Основные эконометрические зависимости модели АПК РФ. В сборнике: Информатика в решении экономических проблем АПК Труды

отделения информатизации аграрной науки МАИ. МАИ. 1997. С. 57-80.

54 Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Основные риски для сельского хозяйства России при вступлении в ВТО // Международный сельскохозяйственный журнал. 2012. № 5. С. 16-20.

55 Романенков В.А., Романенко И.А., Рухнович Д.И. и др. Прогноз динамики запасов органического углерода пахотных земель Европейской территории России. В сборнике ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова. Москва, 2009.

56 Романенко И.А. Управление с применением современных информационных технологий. // Экономика сельского хозяйства России. 1997. № 7. С. 28.

57 Романенко И.А., Евдокимова Н.Е., Абрамов А.А. Прогнозирование развития агропродовольственных рынков с использованием международной системы экономико-математических моделей AGLINK – COSIMO. // Сборник «Никоновские чтения-2012: Информатизация в АПК: состояние, тенденции, перспективы», 29-30 октября 2012 г., М., с. 249-252.

58 Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Применение международной системы моделей AGLINK-COSIMO для решения задач по прогнозированию развития агропродовольственных рынков России. // Агропродовольственная политика России. 2013. № 12. С. 32-35.

59 Сиротенко О.Д., Сиптиц С.О., Романенко И.А. Моделирование региональных систем сельскохозяйственного производства с учетом климатических изменений и динамики гумуса //В книге: Экономико-математические методы в практике прогнозирования и планирования регионального АПК. 2003. С. 86-90.

60 Романенко И.А. Продовольственная независимость региональных агропродовольственных систем России. //Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2015. № 2. С. 58-60.

61 Романенко И.А., Евдокимова Н.Е., Абрамов А.А. Национальные продуктовые балансы: методика определения на базе международной системы моделей Aglink-Cosimo. // Продовольственное обеспечение регионов Российской Федерации: теория, методология, практика. / Всерос. науч.-исслед. ин-т экономики и нормативов Россельхозакадемии. - Ростов-на-Дону, 2010. - С. 84-88.

62 Романенко И.А., Сиптиц С.О., Соболев О.С. и др. Разработать теоретические основы формирования эффективного сельскохозяйственного производства на территории Российской Федерации с учетом биоклиматического потенциала региональных агропродовольственных систем : отчет НИР. – Москва: ВИАПИ им. А.А.Никонова, 2011.

63 Евдокимова Н. Закупочные интервенции на зерновом рынке. // АПК: экономика, управление, 2011, №3, с.64-68.

64 Пошкус Б.И. О прошлом и настоящем экономического механизма АПК России //АПК: экономика, управление. 2010. № 4. С. 19 -25.

65 Евдокимова Н.Е. Оценка устойчивости продовольственной безопасности России на основе прогнозов, рассчитанных с помощью международной системы моделей Aglink-Cosimo // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 2015, №2. - С. 61-64.

66 Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е., Соболев О.С., Рыбакова Р.А., Костусьяк В.М., Егорова О.Д. Отчет о НИР (ФАНО): Разработать теоретические основы формирования эффективного размещения сельскохозяйственного производства с учетом биоклиматического потенциала региональных агропродовольственных систем : отчет НИР. – Москва: ВИАПИ им. А.А.Никонова, 2016. <http://www.viapi.ru/download/2017/20170327-Repo-sect-2016-Sipt-139p.pdf>

67 Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е., Егорова О.Д. Влияние чрезвычайных ситуаций на продовольственную безопасность Российской Федерации. - М.: ЭРД, 2015.

68 De Benedictis L, Vicarelli C (2005) Trade Potential in Gravity Panel Data Models. Topics in Econ Analysis Policy, 5, ISSN: 1538-0653

69 Власов М. П. Моделирование экономических процессов / М. П. Власов, П. Д. Шимко. — Ростов н/Д : Феникс, 2005. С. 168-169.

70 Isard W., Peck M.J. Location Theory and International and Interregional Trade Theory. The Quarterly Journal of Economics, Feb 1954; 68: 97 - 114.

71 Krugman P (1980) Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade, AmEconRev 70:950-59.

72 <http://www.nber.org/papers/w5377>

73 J. Bergstrand The Generalized Gravity Equation, Monopolistic Competition, and the Factor-Proportions Theory in International Trade //The Review of Economics and Statistics, 1989, vol. 71, issue 1, 143-53

74 Anderson J.E., Wincoop E. Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle // The American Economic Review. 2003, Vol. 93, No. 1. pp. 170-192.

75 Rose AK (2006) Size really doesn't matter: In search of a national scale effect. 20:482-507.

76 McCallum, J., National Borders Matter: Canada-U.S. Regional Trade Patterns, Am. Ec. Rev. 85, 3, p. 615-623, 1995.

77 Lewis D.E. An empirical test of alternative theories of trade // Annals of Regional Science. –1975. – Vol. 9. – P. 102-111.

78 Mayer T., Combes P., Lafourcade M. Can Business and Social Networks Explain the Border Effect Puzzle? // Econometric Society 2004 North American Winter Meetings, №330.

79 Wolf N. Was Germany ever united? Evidence from Intra- and International Trade 1885-1933 // The Warwick Economics Research Paper Series 871. – University of Warwick, Department of Economics, 2008.

80 Perobelli F., Haddad E. Interdependence among the Brazilian states: An inputoutput approach / Discussion paper 03-T-18. – Regional Economics Applications Laboratory, University of Illinois, Urbana, 2003.

81 Каукин А.С. Теоретические аспекты формирования пространственного распределения торговых потоков (пространственная гравитационная модель внешней торговли) / дис. ... канд. экон. наук. – М., 2013.

82 Мишура А.В. Оценка гравитационных моделей межрегиональной торговли монополистически конкурентными товарами в России // Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. – 2012. – Т. 12. – Вып. 4. – С. 52–58.

83 Вербус В.А., Ошарин А.М. Межрегиональная торговля и гетерогенные предпочтения <https://publications.hse.ru/chapters/147831129>

84 Межрегиональное сотрудничество как фактор интеграционных процессов России и Республики Беларусь [Текст] / Т.В. Ускова, С.М. Дедков, Т.Г. Смирнова и др.. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2011. – 176 с.

85 http://www.forecast.ru/ARCHIVE/Presentations/CMASF_SM/feb2015/GravMod.pdf

86 Величко А.С., Грибова В.В., Федорищев Л.А. Облачный сервис для интерактивного моделирования межтерриториальной торговли // Моделирование и анализ информационных систем. 2016. Т. 23, №4. С. 412-426. DOI:10.18255/1818-1015-2016-4-412-426. URL: <http://mais-journal.ru/jour/article/view/367>.

87 Пошкус Б. Региональные модели реформирования агропромышленного комплекса // Международный сельскохозяйственный журнал, 1993; N 5-6. - С. 22-23

88 Пошкус Б.И., Анисимова О.С., Пантелеева О.И., Евдокимова Н.Е., Шолейко А.С., Григорьева Е.Е., Стомба Е.В. Система поддержки сельского хозяйства за рубежом // Экономика сельского хозяйства России, №1, 2012. -с. 36-49.

89 Соболев О.С. Моделирование размещения сельскохозяйственного производства в Центральном Федеральном округе России. - Москва, 2017. - 161 с.

***ПРИЛОЖЕНИЕ А - Рейтинги регионов по уровню
воспроизводства ресурсов в региональных АПС***

Таблица А1 - Динамика рейтингов регионов Российской Федерации по потреблению мяса и молока.

Рейтинги: 1 - наибольшее потребление	Потребление мяса на душу населения в год, кг				Потребление молока на душу населения в год, кг			
	1990	2000	2010	2015	1990	2000	2010	2015
Алтайский край	38	53	40	46	13	9	5	2
Амурская область	25	65	63	59	47	70	74	68
Архангельская область	65	73	70	60	54	75	73	72
Астраханская область	67	23	17	13	61	61	56	54
Белгородская область	6	4	3	4	37	37	20	19
Брянская область	7	7	58	58	18	15	55	64
Владимирская область	66	72	66	71	44	54	59	59
Волгоградская область	9	19	19	33	34	51	63	62
Вологодская область	22	36	6	37	7	27	40	47
Воронежская область	35	40	23	6	31	24	30	14
Забайкальский край	47	35	33	40	10	34	37	27
Ивановская область	48	61	69	72	24	56	69	69
Иркутская область	50	30	54	49	55	64	68	63
Кабардино- Балкарская Республика	73	69	71	54	35	18	16	8
	24	11	24	7	11	32	36	44

Рейтинги: 1 - наибольшее потребление	Потребление мяса на душу населения в год, кг				Потребление молока на душу населения в год, кг			
	1990	2000	2010	2015	1990	2000	2010	2015
Калининградская область								
Калужская область	42	42	39	26	40	43	51	49
Камчатский край	10	28	26	39	64	74	72	73
Карачаево- Черкесская Республика	2	64	51	61	60	2	1	4
Кемеровская область	14	55	44	36	17	40	47	51
Кировская область	28	12	52	56	67	6	14	13
Костромская область	59	63	75	75	22	22	58	61
Краснодарский край	29	52	21	14	69	58	54	46
Красноярский край	43	18	11	21	27	31	35	28
Курганская область	15	20	30	45	9	12	13	30
Курская область	30	8	29	15	62	36	41	57
Ленинградская область	71	50	28	20	16	53	9	6
Липецкая область	16	45	32	25	19	26	48	41
Магаданская область	3	24	25	22	14	66	45	23
Московская область	4	5	2	2	2	25	28	24

Рейтинги: 1 - наибольшее потребление	Потребление мяса на душу населения в год, кг				Потребление молока на душу населения в год, кг			
	1990	2000	2010	2015	1990	2000	2010	2015
Мурманская область	57	71	46	28	29	72	34	32
Нижегородская область	61	68	41	35	46	44	42	34
Новгородская область	63	58	15	31	70	47	27	37
Новосибирская область	11	44	50	53	8	11	11	9
Омская область	18	10	9	18	3	3	3	10
Оренбургская область	26	37	43	48	15	14	7	5
Орловская область	8	2	8	29	6	30	57	56
Пензенская область	19	46	47	43	30	28	17	55
Пермский край	58	27	61	65	57	35	46	38
Приморский край	64	59	37	12	68	76	76	74
Псковская область	53	25	31	9	41	13	19	11
Республика Адыгея	31	70	1	44	72	48	49	53
Республика Алтай	1	3	7	3	59	21	18	7
Республика Башкортостан	36	9	10	30	38	10	4	3
Республика Бурятия	33	14	49	50	65	41	23	31
Республика Дагестан	74	76	76	76	76	73	62	18
Республика	75	74	74	74	75	69	66	66

Рейтинги: 1 - наибольшее потребление	Потребление мяса на душу населения в год, кг				Потребление молока на душу населения в год, кг			
	1990	2000	2010	2015	1990	2000	2010	2015
Ингушетия								
Республика Калмыкия	5	6	18	1	51	71	15	35
Республика Карелия	70	43	34	41	43	49	43	40
Республика Коми	39	15	14	16	20	38	22	16
Республика Марий Эл	21	47	36	5	48	1	8	25
Республика Мордовия	40	41	27	24	28	4	10	26
Республика Саха (Якутия)	20	1	4	8	4	17	12	12
Республика Северная Осетия - Алания	72	51	59	62	71	52	53	45
Республика Татарстан	37	22	20	17	42	5	2	1
Республика Тыва	69	54	65	69	73	68	70	67
Республика Хакасия	51	13	38	55	23	29	33	22
Ростовская область	27	66	35	42	66	57	24	17
Рязанская область	32	17	60	68	1	7	26	39
Самарская область	23	48	62	57	49	46	38	33
Саратовская область	12	29	42	70	5	19	6	29
Сахалинская	34	21	5	10	39	65	65	75

Рейтинги: 1 - наибольшее потребление	Потребление мяса на душу населения в год, кг				Потребление молока на душу населения в год, кг			
	1990	2000	2010	2015	1990	2000	2010	2015
область								
Свердловская область	52	31	16	19	33	42	39	36
Смоленская область	44	49	68	67	32	23	44	48
Ставропольский край	54	57	45	27	36	59	61	50
Тамбовская область	13	16	53	34	52	50	67	70
Тверская область	62	67	57	38	53	20	32	60
Томская область	45	60	48	52	12	63	25	20
Тульская область	17	34	55	64	58	62	75	76
Тюменская область	49	62	72	73	21	67	71	71
Удмуртская Республика	46	38	56	47	50	16	21	15
Ульяновская область	41	56	67	63	26	33	50	52
Хабаровский край	60	33	12	23	63	60	60	58
Челябинская область	55	26	22	32	56	55	64	65
Чеченская Республика	76	75	73	66	74	45	52	42
Чувашская Республика	56	32	64	51	25	8	29	21
Ярославская область	68	39	13	11	45	39	31	43

Таблица А2 - Динамика рейтингов регионов РФ по реновации тракторов и расходу дизельного топлива на 1 га пашни.

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Коэффициент реновации тракторов, %				Расход дизельного топлива, ц на 1 га пашни			
	1991	2000	2010	2015	1991	2001	2010	2015
Алтайский край	57	59	29	40	71	35	55	33
Амурская область	58	75	5	8	70	32	51	29
Архангельская область	15	55	18	10	9	27	49	56
Астраханская область	44	57	55	73	6	37	3	26
Белгородская область	45	18	9	43	30	30	26	10
Брянская область	16	52	26	1	32	60	61	42
Владимирская область	46	22	23	44	23	22	34	30
Волгоградская область	34	45	49	29	67	43	57	53
Вологодская область	35	11	24	39	20	6	29	39
Воронежская область	67	49	17	17	51	33	21	15
Забайкальский край	47	74	74	75	72	63	68	75
Ивановская область	48	40	59	38	38	50	70	71
Иркутская область	49	47	63	35	47	53	33	58
Кабардино-Балкарская Республика	50	32	66	4	13	24	2	12
	6	8	11	5	18	1	25	9

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Коэффициент реновации тракторов, %				Расход дизельного топлива, ц на 1 га пашни			
	1991	2000	2010	2015	1991	2001	2010	2015
Калининградская область								
Калужская область	12	27	15	15	55	67	65	66
Камчатский край	7	3	7	58	5	8	46	67
Карачаево-Черкесская Республика	51	53	54	3	14	31	8	5
Кемеровская область	36	46	50	55	50	10	36	19
Кировская область	19	65	62	51	59	58	71	64
Костромская область	20	31	72	52	40	46	67	69
Краснодарский край	72	13	22	12	22	18	4	6
Красноярский край	59	54	65	57	45	19	43	44
Курганская область	68	69	56	71	66	68	60	54
Курская область	60	28	25	27	48	52	23	31
Ленинградская область	21	9	10	11	8	73	5	3
Липецкая область	61	19	31	18	41	45	19	17
Магаданская область	17	2	3	6	1	4	24	28
Московская область	62	14	19	24	19	13	15	22
Мурманская область	9	33	6	74	10	71	1	2

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Коэффициент реновации тракторов, %				Расход дизельного топлива, ц на 1 га пашни			
	1991	2000	2010	2015	1991	2001	2010	2015
Нижегородская область	37	25	53	61	31	57	48	59
Новгородская область	22	70	57	56	21	38	72	68
Новосибирская область	52	41	60	65	61	76	13	11
Омская область	69	71	69	49	65	16	47	46
Оренбургская область	63	30	48	68	69	55	56	62
Орловская область	13	6	43	28	46	25	16	24
Пензенская область	64	60	27	23	58	41	40	57
Пермский край	23	35	37	45	36	59	63	63
Приморский край	65	37	12	13	24	12	41	25
Псковская область	10	43	61	72	34	20	66	72
Республика Адыгея	76	48	2	32	74	11	75	4
Республика Алтай	24	12	47	47	75	44	52	8
Республика Башкортостан	75	50	64	60	57	15	35	48
Республика Бурятия	38	61	67	67	60	49	76	76
Республика Дагестан	39	16	71	76	12	72	28	36
Республика Ингушетия	32	66	1	30	16	23	22	14
Республика Калмыкия	11	21	16	50	73	74	62	65

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Коэффициент реновации тракторов, %				Расход дизельного топлива, ц на 1 га пашни			
	1991	2000	2010	2015	1991	2001	2010	2015
Республика Карелия	4	10	58	62	17	5	17	23
Республика Коми	25	5	21	19	4	17	69	55
Республика Марий Эл	26	63	38	63	26	34	44	38
Республика Мордовия	8	15	39	64	43	26	18	16
Республика Саха (Якутия)	5	7	44	46	3	9	6	1
Республика Северная Осетия - Алания	40	23	76	2	7	36	14	50
Республика Татарстан	53	4	28	36	44	47	11	20
Республика Тыва	73	76	36	31	68	70	64	70
Республика Хакасия	74	62	4	66	76	28	59	61
Ростовская область	1	29	33	33	62	61	20	18
Рязанская область	18	34	45	54	54	39	32	34
Самарская область	54	42	8	14	56	54	39	47
Саратовская область	27	38	40	34	64	69	38	41
Сахалинская область	3	24	13	7	2	3	12	7
Свердловская область	55	26	32	41	35	64	37	37
Смоленская	14	51	34	53	52	62	74	74

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Коэффициент реновации тракторов, %				Расход дизельного топлива, ц на 1 га пашни			
	1991	2000	2010	2015	1991	2001	2010	2015
область								
Ставропольский край	41	39	41	26	37	2	10	21
Тамбовская область	42	36	20	16	42	42	42	60
Тверская область	2	64	70	69	39	66	73	73
Томская область	56	58	35	20	25	14	30	35
Тульская область	28	17	30	25	53	75	45	40
Тюменская область	66	20	14	22	27	56	9	13
Удмуртская Республика	29	56	42	42	33	40	50	51
Ульяновская область	30	73	52	48	49	29	53	45
Хабаровский край	70	1	75	9	11	7	7	27
Челябинская область	71	72	73	70	63	65	31	32
Чеченская Республика	33	67	68	21	15	21	27	43
Чувашская Республика	43	68	51	59	29	51	58	49
Ярославская область	31	44	46	37	28	48	54	52

Таблица А3 - Динамика суммарных рейтингов региональных АПС по видам капитала.

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Суммарный рейтинг по человеческому капиталу				Суммарный рейтинг по технике (физический капитал)			
	1990	2000	2010	2015	1990	2000	2010	2015
Алтайский край	51	62	45	48	128	94	84	73
Амурская область	72	135	137	127	128	107	56	37
Архангельская область	119	148	143	132	24	82	67	66
Астраханская область	128	84	73	67	50	94	58	99
Белгородская область	43	41	23	23	75	48	35	53
Брянская область	25	22	113	122	48	112	87	43
Владимирская область	110	126	125	130	69	44	57	74
Волгоградская область	43	70	82	95	101	88	106	82
Вологодская область	29	63	46	84	55	17	53	78
Воронежская область	66	64	53	20	118	82	38	32
Забайкальский край	57	69	70	67	119	137	142	150
Ивановская область	72	117	138	141	86	90	129	109
Иркутская область	105	94	122	112	96	100	96	93
Кабардино-Балкарская Республика	108	87	87	62	63	56	68	16

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Суммарный рейтинг по человеческому капиталу				Суммарный рейтинг по технике (физический капитал)			
	1990	2000	2010	2015	1990	2000	2010	2015
Калининградская область	35	43	60	51	24	9	36	14
Калужская область	82	85	90	75	67	94	80	81
Камчатский край	74	102	98	112	12	11	53	125
Карачаево-Черкесская Республика	62	66	52	65	65	84	62	8
Кемеровская область	31	95	91	87	86	56	86	74
Кировская область	95	18	66	69	78	123	133	115
Костромская область	81	85	133	136	60	77	139	121
Краснодарский край	98	110	75	60	94	31	26	18
Красноярский край	70	49	46	49	104	73	108	101
Курганская область	24	32	43	75	134	137	116	125
Курская область	92	44	70	72	108	80	48	58
Ленинградская область	87	103	37	26	29	82	15	14
Липецкая область	35	71	80	66	102	64	50	35
Магаданская область	17	90	70	45	18	6	27	34
Московская область	6	30	30	26	81	27	34	46
Мурманская	86	143	80	60	19	104	7	76

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Суммарный рейтинг по человеческому капиталу				Суммарный рейтинг по технике (физический капитал)			
	1990	2000	2010	2015	1990	2000	2010	2015
область								
Нижегородская область	107	112	83	69	68	82	101	120
Новгородская область	133	105	42	68	43	108	129	124
Новосибирская область	19	55	61	62	113	117	73	76
Омская область	21	13	12	28	134	87	116	95
Оренбургская область	41	51	50	53	132	85	104	130
Орловская область	14	32	65	85	59	31	59	52
Пензенская область	49	74	64	98	122	101	67	80
Пермский край	115	62	107	103	59	94	100	108
Приморский край	132	135	113	86	89	49	53	38
Псковская область	94	38	50	20	44	63	127	144
Республика Адыгея	103	118	50	97	150	59	77	36
Республика Алтай	60	24	25	10	99	56	99	55
Республика Башкортостан	74	19	14	33	132	65	99	108
Республика Бурятия	98	55	72	81	98	110	143	143
Республика Дагестан	150	149	138	94	51	88	99	112
Республика	150	143	140	140	48	89	23	44

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Суммарный рейтинг по человеческому капиталу				Суммарный рейтинг по технике (физический капитал)			
	1990	2000	2010	2015	1990	2000	2010	2015
Ингушетия								
Республика Калмыкия	56	77	33	36	84	95	78	115
Республика Карелия	113	92	77	81	21	15	75	85
Республика Коми	59	53	36	32	29	22	90	74
Республика Марий Эл	69	48	44	30	52	97	82	101
Республика Мордовия	68	45	37	50	51	41	57	80
Республика Саха (Якутия)	24	18	16	20	8	16	50	47
Республика Северная Осетия - Алания	143	103	112	107	47	59	90	52
Республика Татарстан	79	27	22	18	97	51	39	56
Республика Тыва	142	122	135	136	141	146	100	101
Республика Хакасия	74	42	71	77	150	90	63	127
Ростовская область	93	123	59	59	63	90	53	51
Рязанская область	33	24	86	107	72	73	77	88
Самарская область	72	94	100	90	110	96	47	61
Саратовская область	17	48	48	99	91	107	78	75
Сахалинская	73	86	70	85	5	27	25	14

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Суммарный рейтинг по человеческому капиталу				Суммарный рейтинг по технике (физический капитал)			
	1990	2000	2010	2015	1990	2000	2010	2015
область								
Свердловская область	85	73	55	55	90	90	69	78
Смоленская область	76	72	112	115	66	113	108	127
Ставропольский край	90	116	106	77	78	41	51	47
Тамбовская область	65	66	120	104	84	78	62	76
Тверская область	115	87	89	98	41	130	143	142
Томская область	57	123	73	72	81	72	65	55
Тульская область	75	96	130	140	81	92	75	65
Тюменская область	70	129	143	144	93	76	23	35
Удмуртская Республика	96	54	77	62	62	96	92	93
Ульяновская область	67	89	117	115	79	102	105	93
Хабаровский край	123	93	72	81	81	8	82	36
Челябинская область	111	81	86	97	134	137	104	102
Чеченская Республика	150	120	125	108	48	88	95	64
Чувашская Республика	81	40	93	72	72	119	109	108
Ярославская область	113	78	44	54	59	92	100	89

Таблица А4 – Динамика суммарного рейтинга региональных АПС по всем видам капитала и направления изменения (рост +, падение -) тренда рейтингов регионов по каждому из видов капитала.

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Суммарный рейтинг				По видам капитала:		
	1990	2000	2010	2015	Челове- ческий	Физи- ческий	Природ- ный
Алтайский край	57	37	27	18	+	+	-
Амурская область	66	74	58	42	-	+	+
Архангельская область	28	71	65	59	+	-	+
Астраханская область	56	52	30	44	+	-	+
Белгородская область	16	11	2	9	+	+	+
Брянская область	4	23	60	43	-	+	-
Владимирская область	58	47	54	63	-	-	+
Волгоградская область	29	39	56	48	-	+	+
Вологодская область	7	7	12	40	-	+	+
Воронежская область	60	31	7	2	+	-	+
Забайкальский край	53	64	66	69	-	-	+
Ивановская область	38	65	75	75	-	+	-
Иркутская область	68	61	68	65	-	-	+
Кабардино-Балкарская	44	28	41	11	+	+	+

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Суммарный рейтинг				По видам капитала:		
	1990	2000	2010	2015	Челове- ческий	Физи- ческий	Природ- ный
Республика							
Калининградская область	3	2	10	3	+	-	-
Калужская область	31	53	49	37	-	+	-
Камчатский край	8	19	36	71	-	-	-
Карачаево- Черкесская Республика	19	32	17	7	+	+	-
Кемеровская область	15	34	52	39	+	-	-
Кировская область	47	26	59	55	-	-	+
Костромская область	26	41	76	76	-	+	+
Краснодарский край	62	27	13	10	+	-	-
Красноярский край	49	20	39	33	+	-	+
Курганская область	39	45	43	61	-	-	-
Курская область	67	21	18	24	-	-	-
Ленинградская область	14	55	1	1	+	+	+
Липецкая область	22	24	28	14	-	+	+
Магаданская область	2	12	11	12	+	-	-
Московская область	9	3	4	6	+	-	+
Мурманская область	11	75	6	28	+	+	+

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Суммарный рейтинг				По видам капитала:		
	1990	2000	2010	2015	Челове- ческий	Физи- ческий	Природ- ный
Нижегородская область	51	60	55	56	+	+	+
Новгородская область	54	68	50	57	+	-	-
Новосибирская область	20	48	32	30	-	+	-
Омская область	34	14	26	19	-	+	+
Оренбургская область	48	25	40	53	-	+	+
Орловская область	5	4	19	29	-	+	-
Пензенская область	45	50	29	49	+	+	-
Пермский край	50	36	64	68	-	-	+
Приморский край	72	54	46	21	+	+	-
Псковская область	23	15	51	41	+	+	+
Республика Адыгея	75	51	25	27	+	+	+
Республика Алтай	41	8	20	4	+	+	-
Республика Башкортостан	71	9	16	31	-	-	+
Республика Бурятия	63	44	67	70	-	+	+
Республика Дагестан	69	73	74	66	+	+	-
Республика Ингушетия	64	72	45	54	+	+	+
Республика Калмыкия	25	49	14	34	+	+	-

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Суммарный рейтинг				По видам капитала:		
	1990	2000	2010	2015	Челове- ческий	Физи- ческий	Природ- ный
Республика Карелия	21	17	37	45	+	+	+
Республика Коми	10	5	22	15	+	-	+
Республика Марий Эл	18	30	23	25	+	-	+
Республика Мордовия	17	10	8	23	+	+	-
Республика Саха (Якутия)	1	1	5	5	-	+	-
Республика Северная Осетия - Алания	61	42	62	38	+	+	+
Республика Татарстан	55	6	3	8	+	+	+
Республика Тыва	76	76	73	72	-	-	-
Республика Хакасия	73	22	31	62	-	-	+
Ростовская область	35	67	15	16	+	-	+
Рязанская область	12	13	44	58	-	-	+
Самарская область	59	58	35	35	-	+	+
Саратовская область	13	35	24	47	+	+	+
Сахалинская область	6	18	9	13	-	-	-
Свердловская область	52	43	21	26	+	-	-
Смоленская область	27	56	69	74	-	+	+

Рейтинги: 1 - наибольшее значение	Суммарный рейтинг				По видам капитала:		
	1990	2000	2010	2015	Челове- ческий	Физи- ческий	Природ- ный
Ставропольский край	43	38	42	20	+	+	+
Тамбовская область	32	29	53	51	-	+	+
Тверская область	36	69	72	73	+	+	+
Томская область	24	62	33	22	+	-	-
Тульская область	37	57	63	64	-	-	-
Тюменская область	42	63	47	50	-	-	+
Удмуртская Республика	40	33	48	36	-	+	+
Ульяновская область	30	59	71	67	-	+	-
Хабаровский край	70	16	38	17	+	-	-
Челябинская область	74	70	57	60	-	+	-
Чеченская Республика	65	66	70	46	+	-	-
Чувашская Республика	33	40	61	52	-	-	+
Ярославская область	46	46	34	32	+	-	+

Таблица А5 – Динамика суммарного рейтинга региональных АПС по всем видам капитала Центрального федерального округа

Регионы	1991	2000	2010	2015
Ивановская область	4	2	1	1
Костромская область	11	7	2	1
Тверская область	10	3	4	2
Смоленская область	12	1	3	3
Тульская область	3	10	5	4
Тамбовская область	9	9	8	5
Владимирская область	2	5	9	6
Калужская область	5	4	7	7
Рязанская область	8	13	11	8
Ярославская область	7	6	10	9
Брянская область	16	12	6	10
Курская область	1	10	14	11
Орловская область	15	15	13	12
Липецкая область	6	8	12	13
Московская область	13	16	16	14
Белгородская область	14	14	17	15
Воронежская область	1	11	15	16

Таблица А6 – Динамика суммарного рейтинга региональных АПС по всем видам капитала Северо-Западного федерального округа

Регионы	1991	2000	2010	2015
Ленинградс-кая область	3	5	1	1
Калинин-градская область	1	2	3	2
Мурманская область	7	6	2	3
Республика Коми	4	1	6	4
Республика Карелия	6	4	5	5
Вологодская область	5	3	4	6
Псковская область	2	7	7	7
Новгородская область	9	9	8	8
Архангельская область	8	8	9	9

Таблица А7 – Динамика суммарного рейтинга региональных АПС по всем видам капитала Южного федерального округа (с 2010г).

Регионы	1991	2000	2010	2015
Краснодар-ский край	5	1	1	1
Ростовская область	1	5	2	2
Республика Адыгея	6	2	5	3
Астраханская область	3	3	3	4
Республика Калмыкия	2	4	4	5
Волгоградская область	4	6	6	6

Таблица А8 – Динамика суммарного рейтинга региональных АПС по всем видам капитала Северо-Кавказского федерального округа

Регионы	1991	2000	2010	2015
Кабардино-Балкарская Республика	1	4	1	1
Карачаево-Черкесская Республика	4	1	2	2
Республика Дагестан	2	3	3	3
Республика Ингушетия	3	2	5	4
Республика Северная Осетия - Алания	5	6	4	5
Ставропольский край	5	7	6	6
Чеченская Республика	6	5	7	7

Таблица А9 – Динамика суммарного рейтинга региональных АПС по всем видам капитала Уральского федерального округа

Регионы	1991	2000	2010	2015
Свердловская область	1	1	1	1
Тюменская область	3	1	2	2
Челябинская область	4	3	4	3
Курганская область	2	2	3	4

Таблица А10 – Динамика суммарного рейтинга региональных АПС по всем видам капитала Приволжского федерального округа

Регионы	1991	2000	2010	2015
Республика Татарстан	9	1	1	1
Республика Мордовия	2	3	2	2
Республика Марий Эл	1	6	5	3
Республика Башкортостан	12	2	3	4
Самарская область	14	13	7	5
Удмуртская Республика	4	10	9	6
Саратовская область	7	9	4	7
Чувашская Республика	3	4	12	8
Оренбургская область	11	7	8	9
Кировская область	6	5	11	10
Нижегородская область	10	12	10	11
Пензенская область	13	11	6	12
Ульяновская область	5	14	14	13
Пермский край	8	8	13	14

Таблица А11 – Динамика суммарного рейтинга региональных АПС по всем видам капитала Сибирского федерального округа

Регионы	1991	2000	2010	2015
Алтайский край	5	3	5	1
Забайкальский край	3	1	1	2
Иркутская область	9	8	4	3
Кемеровская область	2	6	3	4
Красноярский край	6	4	2	5
Новосибирская область	1	5	8	6
Омская область	4	2	7	7
Республика Алтай	10	7	6	8
Республика Бурятия	8	11	9	9
Республика Тыва	8	9	11	10
Республика Хакасия	7	10	10	11
Томская область	11	12	12	12

Таблица А12 – Динамика суммарного рейтинга региональных АПС по всем видам капитала Дальневосточного федерального округа

Регионы	1991	2000	2010	2015
Республика Саха (Якутия)	1	1	1	1
Магаданская область	2	3	2	2
Сахалинская область	3	5	3	3
Хабаровский край	5	2	4	4
Приморский край	7	6	6	5
Амурская область	6	7	7	6
Камчатский край	4	4	5	7

Таблица А13 - Динамика рейтингов федеральных округов Российской Федерации по потреблению мяса.

	ДФО	ПФО	СЗФО	СКФО	СФО	УФО	ЦФО	ЮФО
2000	2	3	5	7	3	4	1	6
2001	2	3	5	7	3	4	1	6
2002	2	4	4	7	3	5	1	6
2003	2	4	5	8	3	6	1	7
2004	1	3	5	7	2	4	1	6
2005	1	3	3	5	2	3	1	4
2006	1	4	3	6	2	4	1	5
2007	1	5	3	7	2	4	1	6
2008	1	5	2	7	3	4	1	6
2009	1	5	3	7	2	4	1	6
2010	2	5	3	7	4	5	1	6
2011	2	5	3	7	4	5	1	6
2012	2	7	4	8	5	6	1	3
2013	2	7	4	8	5	6	1	3
2014	2	5	3	6	4	5	1	2
2015	2	6	4	7	5	6	1	3

Таблица А14 - Динамика рейтингов федеральных округов Российской Федерации по потреблению молока.

	ДФО	ПФО	СЗФО	СКФО	СФО	УФО	ЦФО	ЮФО
2000	8	1	5	7	2	6	3	4
2001	8	1	5	7	2	6	3	4
2002	8	1	3	7	2	6	4	5
2003	8	1	3	7	2	6	4	5
2004	8	1	3	7	2	6	4	5
2005	8	1	3	7	2	6	4	5
2006	8	1	3	7	2	6	4	5
2007	8	1	3	7	2	6	4	5
2008	8	1	3	6	2	7	5	4
2009	8	1	3	6	2	7	5	4
2010	7	1	2	5	3	6	4	4
2011	8	1	2	6	3	7	5	4
2012	7	1	2	4	3	6	5	4
2013	8	1	2	4	3	7	6	5
2014	8	1	2	4	3	7	6	5
2015	8	1	2	4	3	7	6	5

Таблица А15 - Динамика рейтингов федеральных округов Российской Федерации по коэффициенту реновации тракторов.

	ДФО	ПФО	СЗФО	СКФО	СФО	УФО	ЦФО	ЮФО
2000	2	2	1	4	6	5	3	3
2001	5	5	2	1	6	6	3	4
2002	1	6	4	5	8	7	3	2
2003	5	6	4	1	6	7	3	2
2004	1	5	4	8	7	6	3	2
2005	1	3	1	6	5	4	3	2
2006	5	3	2	6	8	7	1	4
2007	6	4	1	5	8	7	2	3
2008	4	2	1	3	4	2	1	2
2009	1	1	2	5	7	6	3	4
2010	1	5	2	6	8	7	3	4
2011	1	5	6	2	3	6	3	4
2012	1	5	4	3	7	6	2	6
2013	1	4	5	3	7	5	2	6
2014	3	6	1	4	8	5	2	7
2015	1	6	5	3	8	7	2	4

Таблица А16 - Динамика рейтингов федеральных округов Российской Федерации по расходу дизельного топлива в центнерах на 1 гектар пашни.

	ДФО	ПФО	СЗФО	СКФО	СФО	УФО	ЦФО	ЮФО
2000	8	4	1	2	7	6	3	5
2001	8	4	1	2	7	6	5	3
2002	8	5	1	3	7	6	4	2
2003	5	6	2	4	8	7	3	1
2004	8	5	2	3	6	7	4	1
2005	7	5	2	3	6	8	4	1
2006	7	5	2	3	6	8	4	1
2007	8	6	2	3	5	7	4	1
2008	5	6	3	2	7	8	4	1
2009	8	6	3	2	7	5	4	1
2010	8	7	3	1	6	4	5	2
2011	5	8	7	2	6	4	3	1
2012	6	8	5	2	7	4	3	1
2013	3	8	7	2	5	6	4	1
2014	3	8	5	2	4	6	7	1
2015	2	8	4	3	6	5	7	1

Таблица А17 - Динамика суммарного рейтинга федеральных округов Российской Федерации.

	ДФО	ПФО	СЗФО	СКФО	СФО	УФО	ЦФО	ЮФО
2000	3	4	2	1	4	1	3	5
2001	3	6	2	1	3	2	4	5
2002	2	4	1	1	6	3	5	7
2003	3	6	2	1	6	4	5	7
2004	2	4	2	1	6	2	3	5
2005	2	4	1	2	5	2	3	5
2006	3	5	1	1	6	2	4	7
2007	3	7	1	2	6	4	5	8
2008	3	6	1	2	6	4	5	7
2009	3	4	1	2	5	2	4	6
2010	3	4	1	2	5	4	6	7
2011	2	3	5	1	4	6	3	7
2012	2	4	3	1	5	6	7	7
2013	3	2	5	1	4	6	6	7
2014	2	3	1	3	3	5	4	6
2015	1	1	2	3	4	5	6	7

ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Результаты идентификационных расчетов гравитационной модели для регионов Российской Федерации (на примере Тамбовской области)

Гравитационная модель для Тамбовской области была выбрана с таким набором переменных:

$$X_j = f(Y_j, d_j) = g \cdot (Y_j)^b / d_j^d$$

где X_j – это объем ввоза или вывоза товаров из Тамбовской области в регион j , Y_j – валовой региональный продукт региона j , а d_j расстояние между регионами.

Для расчетов будем использовать в лог-линейной форме с положительными коэффициентами b , d при $a = \log(g)$:

$$\ln X_j = a + b \ln Y_j - d \ln d_j + e_j.$$

Данные для расчетов были получены путем процедуры аналитической выборки из инструментального программного средства анализа потоков продовольствия» «FoodStream».

Для визуального контроля наличия данных данное программное средство позволяет получить картографическое представление объемов ввоза-вывоза товаров из региона, в нашем случае Тамбовской области. Ввоз зерна в Тамбовскую область в 2014 году представлен на рис. Б1, а вывоз в том же году – на рис. Б2.

Определение параметров гравитационной модели было выполнено с помощью программы STATISTIKA 6.0. Результаты

расчетов приведены в таблицах Б1 и Б2. Отклонения фактических данных от расчетных представлены на графиках, представленных на рисунках Б3 и Б4.

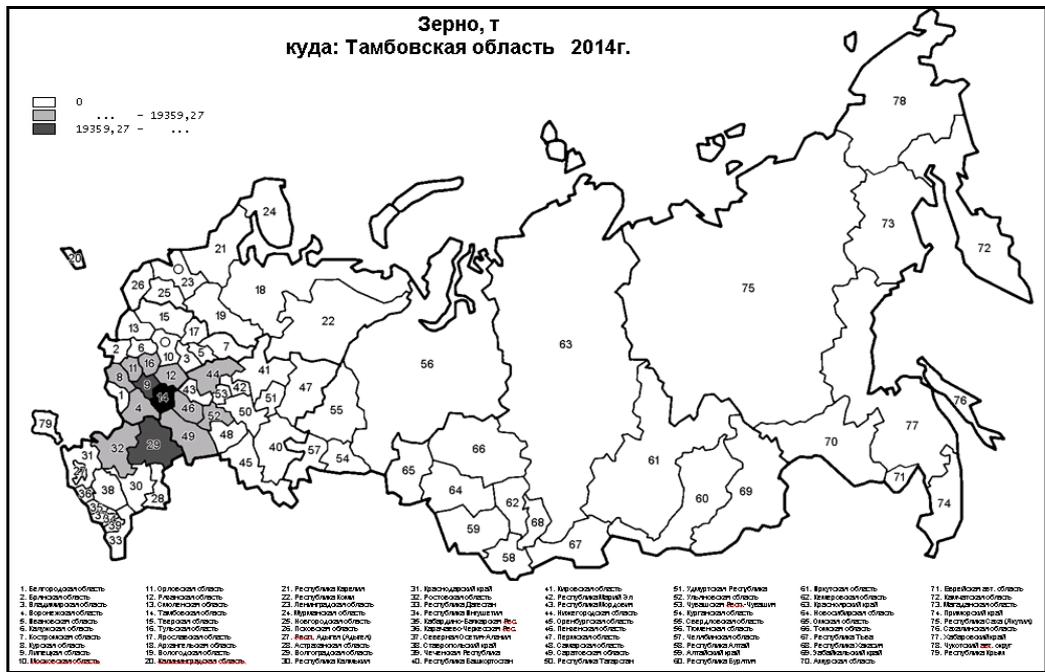


Рисунок Б1 – Ввоз зерна в Тамбовскую область из других регионов России в 2014 году, тонн.

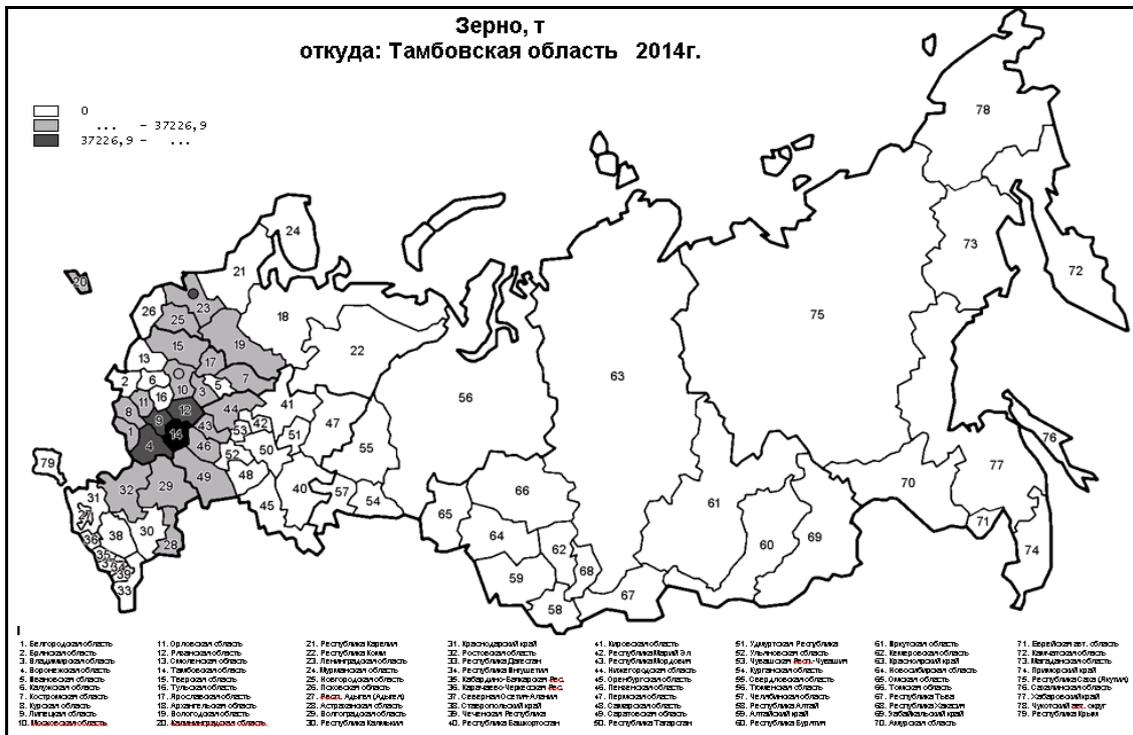


Рисунок Б2 – Вывоз зерна из Тамбовской области в другие регионы России в 2014 году, тонн.

Таблица Б1 – Результаты расчетов параметров гравитационной модели по вывозу зерна из Тамбовской области.

Regression Summary for Dependent Variable: Вывоз (зерно) R= 0,82111068 R2= 0,68577848 Adjusted R2= 0,35427994 F(2,39)=12,248 p						
	b*	Std. Err. - of b*	b	Std. Err. - of b	t(39)	p-value
Intercept			-16,57	9,297	-1,782	0,082
Валовой региональный продукт	0,4858	0,1265	1,7744	0,462	3,839	0,0004
Расстояние	-0,4544	0,1265	-1,79	0,4995	-3,59	0,0009

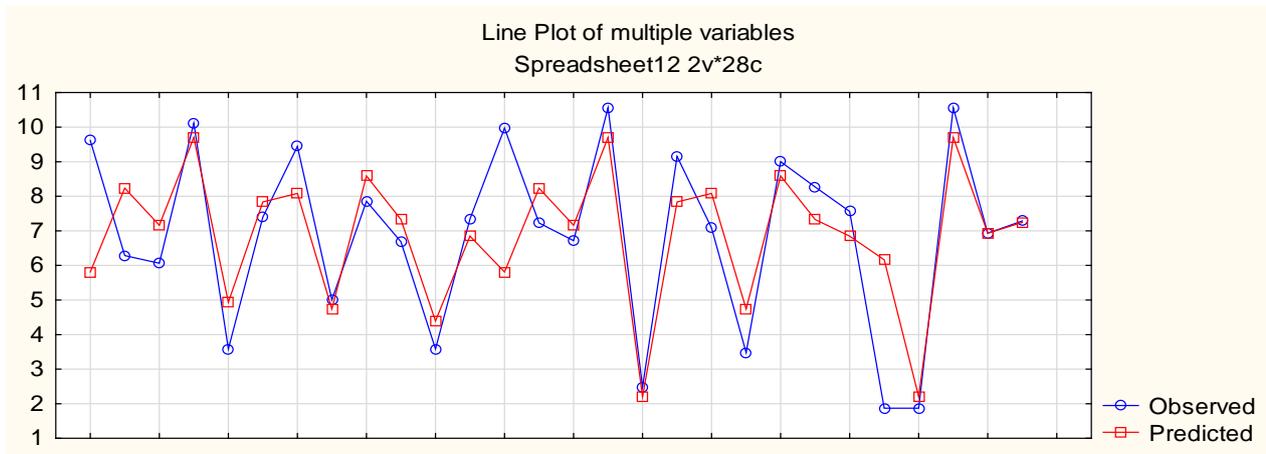


Рисунок Б3. Сравнение фактических данных и расчетных с использованием гравитационной модели.

Таблица Б2 – Результаты расчетов параметров гравитационной модели по ввозу зерна в Тамбовскую область из других регионов России.

Regression Summary for Dependent Variable: Ввоз (зерно) R= 0,72011211 R2= 0,51856145 Adjusted R2= 0,47271016 F(2,21)=11,310 p						
	b*	Std. Err. - of b*	b	Std. Err. - of b	t(21)	p-value
Intercept			38,167	12,04	3,1698	0,0046
Валовой региональный продукт	-0,198	0,1658	-0,789	0,66	-1,196	0,245
Расстояние	-0,6159	0,1658	-2,522	0,679	-3,713	0,0013

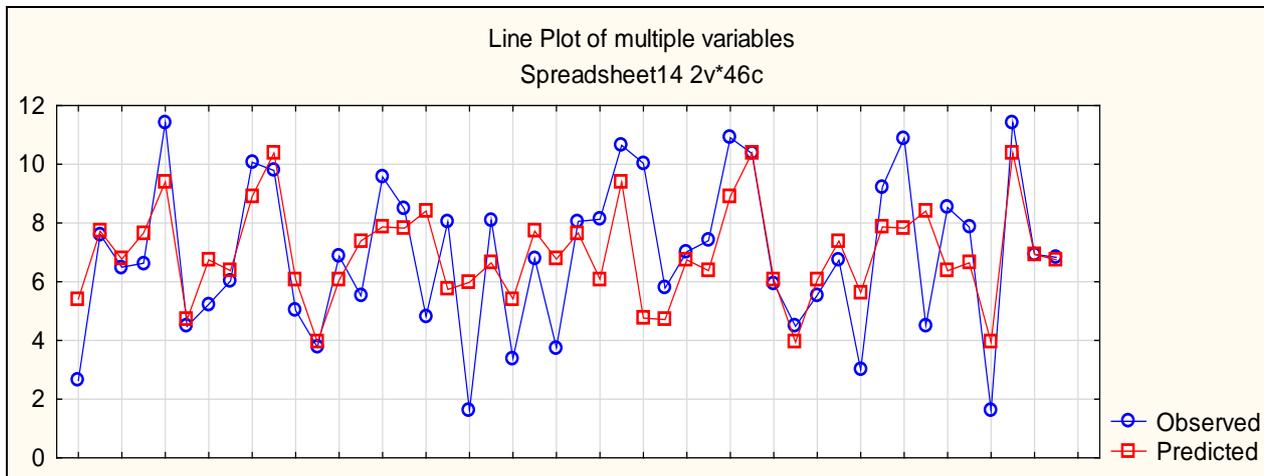


Рисунок Б4. Сравнение фактических данных и расчетных с использованием гравитационной модели.

Научное издание

**Устойчивость размещения аграрного производства
по регионам России с учетом рисков климатических
изменений**

Компьютерная верстка: О.Д.Егорова

ISBN 978-5-6040748-2-4

Формат 60x90/16

Объем 12 п.л.

Тираж 300 экз.

Типография ООО «Аналитик»

Москва, ул. Клары Цеткин, д.18, корп. 3

Тел.: 8 (495) 617-09-24