

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ АГРАРНЫХ ПРОБЛЕМ И ИНФОРМАТИКИ
им. А.А. НИКОНОВА

УДК 338.26/.28; 339.97
№ госрегистрации
AAAA-A16-116033010090-6
Инв.№



УТВЕРЖДАЮ
ВРИО директора ВИАПИ,
академик, д.э.н.

А.В.Петриков
12 2016 г.

ОТЧЁТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

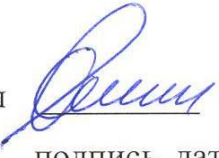
по теме 0571-2014-0016:
РАЗРАБОТАТЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБОСНОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО
РАЗМЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЁТОМ
БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

Зав. отделом системных
исследований
экономических проблем
АПК, руководитель задания,
д.э.н.

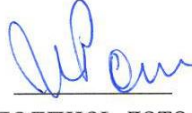
Сипиц С.О.

Москва 2016

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руковод. темы  Сиптиц С.О. (разделы 3,5,6)

зав.отд., д.э.н. _____
подпись, дата

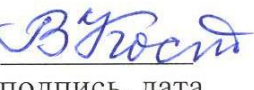
Гл. науч. сотр.,  Романенко И.А. (введение; разделы 1,2,4;
д.э.н. _____ заключение)
подпись, дата

Вед. науч. сотр.  Соболев О.С. (приложение А)
к.э.н. _____
подпись, дата

Вед. науч. сотр.  Евдокимова Н.Е. (разделы 7,8)
к.э.н. _____
подпись, дата

Научный сотр.  Рыбакова Р.А. (приложение Б)

подпись, дата

Научный сотр.  Костусяк В.М. (приложение Б)

подпись, дата

Научный сотр.  Егорова О.Д. (оформление отчёта)

подпись, дата

РЕФЕРАТ

Отчет содержит 94 страницы основного текста, 7 табл., 6 рис., 76 источников, 2 прил.

АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ, БИОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ, РАЗМЕЩЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АПК РЕГИОНА

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.

Объектом исследования являются региональные агропродовольственные системы.

Предметом исследования являются существующие методы и модели разработки стратегических направлений размещения сельского хозяйства по регионам с учетом климатических изменений.

Основные результаты исследований:

Разработаны **теоретические основы** размещения сельского хозяйства по регионам России с учетом биоклиматического потенциала территорий, включая модели и методы формирования информационной базы исследования, типологию задач размещения сельского хозяйства по регионам, экономико-математическую модель для проведения вариантных расчетов по определению эффективного размещения сельского хозяйства по регионам России с учетом биоклиматического потенциала территорий; алгоритм, реализация которого приводит к обоснованию стратегических направлений развития сельского хозяйства регионов; методологические основы моделирования межрегиональных потоков продовольствия в рыночных условиях.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Теоретические основы размещения сельского хозяйства в условиях долгосрочных климатических изменений.....	10
2 Биоклиматический потенциал территорий и методы его оценки.....	26
3 Типология задач размещения сельского хозяйства.....	34
4 Особенности моделирования процессов размещения сельскохозяйственного производства с учетом критериев его эффективности	38
5 Постановка задачи оптимизации отраслевой структуры сельского хозяйства региона с учетом воспроизводства почвенного плодородия.....	47
6 Формирование информационной базы экономико-математической модели размещения сельского хозяйства.....	57
7 Методологические подходы к проблеме моделирования межрегиональных потоков продовольствия.....	70
8 Моделирование межрегиональных торговых потоков ввоза-вывоза товаров – гравитационный подход.....	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	87
ПРИЛОЖЕНИЕ А	95
Апробация модели размещения сельскохозяйственного производства на регионах Центрального Федерального Округа.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	126
База данных ввоза-вывоза сельскохозяйственной продукции по регионам России «FoodStream».....	126

ВВЕДЕНИЕ

Современное размещение сельскохозяйственного производства по территории Российской Федерации в значительной мере определяется потребностями рынка, что приводит к развитию целого ряда негативных тенденций. Стабильность производства растениеводческой продукции часто входит в противоречие с коммерческой эффективностью. Возможность компенсации крупных неурожаев за счет использования особенностей в распределении биоклиматического потенциала территорий никак не реализуются. В отраслях животноводства наблюдается острый дефицит высокобелковых кормовых средств и качественных комбикормов, мощности по их производству не используются в полной мере из-за ограничений в производстве сырья нужного качества, а восполнение их дефицита за счет импорта приводит к неоправданному росту себестоимости животноводческой продукции.

Очевидно, что рентабельность производства основных товарных сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от уровня биоклиматического и агроэкологического потенциала. Наиболее рентабельно производство там, где эти потенциалы выше, так как потребуются меньше затрат на замещение лимитирующих климатических ресурсов, которые оцениваются с помощью показателя агропотенциала. Кроме этого, для рентабельного производства товарных сельскохозяйственных культур имеют большое значение такие факторы, как содержание питательных веществ в почве, так как при большом содержании накопленного в почве азота, фосфора и калия потребуются меньше затрат на их восполнение при выносе питательных веществ из почвы с урожаем, вследствие чего урожай будет выше, а затраты меньше. Таким образом, уровень затрат на один гектар посевов в значительной степени определяется рассмотренными выше факторами, что доказывает проведенный анализ влияния агропотенциала и затрат на 1 га посева товарных сельскохозяйственных культур на их

урожайность с использованием функции Кобба-Дугласа. Результаты этого анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Эффективность размещения производства продукции растениеводства по территории России

Культуры	Свободный член	Эластичность урожайности по агропотенциалу	Эластичность урожайности по затратам	R ²
Озимые зерновые культуры	1,53	0,59	0,19	0,41
Яровые зерновые и зернобобовые культуры	1,94	0,40	0,13	0,30
Пшеница	1,27	0,33	0,52	0,71
Рожь	1,78	0,18	0,39	0,54
Кукуруза на зерно	0,71	0,05	1,32	0,43
Ячмень	1,35	0,24	0,56	0,64
Овес	1,67	0,17	0,44	0,52
Гречиха	1,03		0,65	0,64
Просо	0,98	0,37	0,57	0,72
Зернобобовые культуры	1,79	0,39	0,13	0,21
Горох	2,02		0,36	0,47
Подсолнечник на зерно	-0,22	1,13	0,28	0,66
Соя	-0,07	0,53	0,56	0,46
Рапс озимый	-3,41	2,79	0,14	0,47
Свекла сахарная	1,19	1,92	0,21	0,86
Картофель	2,71	0,39	0,35	0,37
Овощи открытого грунта - всего	3,23	0,37	0,31	0,26
Многолетние беспокровные травы посева текущего года, включая посев осени прошлого года	1,58	0,55	0,17	0,32
Многолетние травы посева прошлых лет - всего	1,96	0,41	0,17	0,23

Из таблицы 1 видно, что в наибольшей степени от агроэкологического потенциала зависит производство таких культур как сахарная свекла, подсолнечник на зерно, рапс озимый. Коэффициент эластичности по 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, так как 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, во-первых, агроэкологический потенциал не используется достаточно эффективно, т.е. размещение производства этих культур по территории России не в достаточной степени учитывает природно-климатический фактор. Для получения эффекта опережающего роста урожайности по сравнению с ростом затрат на 1 га необходимо оптимизировать размещение производства отдельных сельскохозяйственных культур по территории России.

Таким образом, наличие существенных проблем аграрного сектора, с одной стороны, и имеющиеся возможности их минимизации за счет создания распределенной по территории Российской Федерации системы ведения сельского хозяйства, построенной на принципах рационального использования биоклиматического потенциала, иных региональных преимуществ, с другой, делает данную работу актуальной, выделяет ее в разряд первоочередных.

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:

1. Разработать типологию задач размещения сельского хозяйства и концептуальные подходы для формирования критериев при оптимизации размещения сельскохозяйственного производства по территории России с учетом биоклиматического потенциала;
2. Разработать базу данных межрегионального обмена сельскохозяйственной продукцией, сырьем и продовольствием для поддержки информационной технологии сценарного анализа вариантов размещения сельского хозяйства по регионам России;
3. Разработать постановку экономико-математической модели размещения и специализации сельского хозяйства на региональном уровне;
4. Разработать алгоритм определения вариантов размещения сельского хозяйства России с целью эффективного использования биоклиматического потенциала при реализации различных климатических сценариев на базе комплекса экономико-математических моделей.

Мы предполагаем, что разработанная методология рационального размещения и специализации сельского хозяйства позволит определить стратегические направления эффективного размещения сельскохозяйственного производства по регионам России.

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:

- а) моделирование процессов сельскохозяйственного производства в регионе в зависимости от его биоклиматического потенциала, основных факторов производства, рыночных факторов;

- б) методы идентификации моделей с использованием базы данных региональной информации;

- в) методы параметризации региональных моделей с построением системы многомерных производственных функций;

- г) методы экономико-математического моделирования (постановка и решение линейной и нелинейной задачи размещения и специализации сельского хозяйства региона по различным критериям).

Основные результаты ожидается получить в области решения следующих проблем:

При разработке моделей и методов формирования информационной базы исследования, типологии задач размещения сельского хозяйства по регионам, экономико-математической модели для проведения вариантных расчетов по определению эффективного размещения сельского хозяйства по регионам России с учетом биоклиматического потенциала территорий; алгоритма, реализация которого приводит к обоснованию стратегических направлений развития сельского хозяйства регионов; методологических основы моделирования межрегиональных потоков продовольствия в рыночных условиях.

1 Теоретические основы размещения сельского хозяйства в условиях долгосрочных климатических изменений

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства за счет оптимизации природно-климатического фактора размещения культур в зонах с наиболее благоприятным для них климатом, получили свое отражение в учении о природных (географических) зонах. Природно-климатический фактор, согласно данному учению, это изначальные природные условия климатических зон (интенсивность отдельных частей спектра солнечного луча, температура в определенных интервалах, строение пахотного слоя, структура, кислотность почвы и другие), которые сильно влияют на конечное размещение сельскохозяйственных подотраслей. Природные условия, характерные для конкретной местности, благоприятствуют, не благоприятствуют или делают вообще невозможным размещение определенных видов сортов растений или самих видов растений, обуславливают разную эффективность развития различных подотраслей по природно-климатическим зонам.

Основателем данного направления является выдающийся отечественный ученый-почвовед Докучаев Василий Васильевич. В 1883 году Докучаевым впервые было сформулировано понятие о почве как особом естественноисторическом теле, образующемся при взаимодействии материнской геологической породы, климата, рельефа местности, растительного и животного мира, хозяйственной деятельности человека[1], в 1886 году им была дана научная классификация почв Российской Империи. Со временем идеи Докучаева стали развивать другие ученые (Вавилов, Тимирязев, Селянинов), со временем были получены методологии и методы зонального районирования сельскохозяйственных территорий. Основными методами зональной агрономии читаются агроклиматическое и агроэкологическое районирование.

Суть метода агроклиматического районирования заключается в оценке почвенно-климатических особенностей изучаемой территории, таких как типы почв, сумма температур, продолжительность безморозного периода, количество и распределение осадков и прочие. При агроэкологическом методе районирования в качестве главного фактора сельскохозяйственного районирования выступает растение и его специфические требования к условиям окружающей среды. В то время как особенности внешней среды учитываются только в виде взаимодействия растение – среда.

Русский ученый Василий Иванович Вернадский (1821—1884 гг.) сформулировал в своих трудах биологический закон единства «организм-среда»[2] в форме биогеохимических принципов. Согласно этому закону между живыми организмами и окружающей их средой существуют тесные взаимоотношения, взаимозависимости и взаимовлияния, обуславливающие их диалектическое единство. Организмы в ходе своего существования получают для своего существования из окружающей среды вещества в виде химических элементов, солнечную и химическую энергию, а так же информацию, при этом одновременно отдают в окружающую среду трансформированные вещества, энергию и информацию. Таким образом, среда и организм активно воздействуют друг на друга, постепенно друг друга изменяя.

Понимание данного закона очень важно, так как с развитием науки и техники человек научился кардинально менять среду обитания сельскохозяйственных растений. Так, например, со временем ученые стали различать естественное плодородие почвы и эффективное для возделывания того или иного вида растений. Одним из главных направлений современной организации эффективного сельскохозяйственного производства стало оптимальное сочетание природно-климатических, агротехнических и экономических факторов производства.

Агротехническими методами человек изменяет характеристики среды обитания организма с целью более полного и полноценного раскрытия его

продуктивных свойств (мелиорация, культивация, известкование и другие). С помощью экономических факторов оптимизирует рентабельность своего производства.

Так закон единства «организм-среда» ставит проблему необходимости правильной оценки и учета влияния различных видов растений на окружающую среду, как особого специфичного фактора отрасли сельского хозяйства, для построения эффективного сельскохозяйственного производства в долгосрочной перспективе. Для сохранения высокого потенциала земельного ресурса в будущем необходимо правильно понимать и учитывать все факторы влияния растений на среду обитания, а так же во время проводить мероприятия направленные на их устранение или хотя бы снижение проявления (севооборот, внесение удобрений, полив и другие).

Проблему негативного воздействия организма на среду обитания изучал немецкий химик Юстус Либих[3], который на основании проведенных исследований формулирует «закон возврата», который К. А. Тимирязев и Д. Н. Прянишников считали одним из величайших приобретений науки. Суть данного закона сводится к тому, что земледелие, как отрасль производства, материально по своей природе. Урожай, как материальная субстанция, создается из материальных веществ, основную часть которых растение получает из почвы. Кроме того, почва это посредник растений в обеспечении их факторами жизни, среда их произрастания. При систематическом получении урожая с полей без компенсации веществ, использованных на его получение, почва разрушается, теряется ее плодородие. При компенсации выноса веществ и энергии сохраняется плодородие почвы, а при компенсации веществ и энергии с определенной степенью превышения происходит улучшение ее плодородия.

Однако, положительный эффект от улучшения плодородия происходит не бесконечно. Впервые это было замечено французским экономистом А. Р. Ж. Тюрго [4] в виде экономического закона «убывающего плодородия почвы». Суть данного закона заключается в том, что каждое дополнительное

вложение капитала и труда в землю даёт меньший по сравнению с предыдущим вложением экономический эффект, а после какого-то предела всякий дополнительный эффект становится невозможным.

В настоящее время вполне очевидно, что экономический закон «убывающего плодородия почвы» является прямым следствием влияния условий внешней среды на полноценное развитие организма.

Одним из важных условий благоприятного влияния окружающей среды на полноценное развитие организма является закон незаменимости и равнозначности факторов жизни растений. Данный закон был сформулирован и развит в своих трудах известным русским и советским почвоведом-агрономом, Василием Робертовичем Вильямсом [5]. Суть этого закона заключается в том, что ни один из факторов жизни растений не может быть заменен другим: нельзя заменить недостаток воды удобрениями, а недостаток солнечного света правильной кислотностью почвы. С точки зрения полноценного развития растения нет главных и второстепенных факторов жизни даже тогда, когда для растений любой из них необходим в незначительном количестве.

В 1840 году Юстус Либих формулирует биологический закон, который впоследствии назвали «Закон минимума Либиха». Согласно данному закону, несмотря на незаменимость и равнозначность факторов жизни растений, ограничивать полноценное развитие будет всегда фактор, находящийся в минимуме. От вещества, концентрация которого минимальна, и зависят в первую очередь рост растений, величина и устойчивость их урожая.

Дальнейшие исследования показали, что данный закон не применим к биологическим системам с неустойчивым состоянием, когда поступление в них различных веществ закономерно меняется и лимитирующими попеременно или одновременно становятся многие факторы, и поэтому потребовалась его доработка. Закон минимума Либиха был дополнен и расширен законом толерантности Шелфорда в 1913 году. Согласно Шелфорду ограничивающим фактором полноценного биологического

развития может быть как минимум, так и максимум вещества, диапазон между которыми определяет величину толерантности (выносливости) организма к данному фактору. Из данного закона следует, что идеальной внешней средой для полноценного биологического развития организма будет среда, в которой величины всех факторов оптимальны. Нарушение оптимальной величины того или иного фактора, как в меньшую, так и в большую сторону автоматически делает его лимитирующим фактором, ограничивающим рост растения.

Из биологического закона толерантности Шелфорда, как раз и вытекает экономический закон «убывающего плодородия почвы». Дополнительные затраты капитала и труда будут эффективны только том случае, если их увеличение создает более оптимальную внешнюю среду для жизни растений и оптимизирует их полноценное биологическое развитие. После того, как дополнительными вложениями нарушаются оптимальные величины внешней среды для благоприятного роста и развития растения, экономический эффект пропадает, а нарушенные изменения внешней среды в большую сторону становятся лимитирующим фактором ограничивающим полноценное развитие организма.

Дальнейшее изучение биологического развития растения показало, что величина урожая зависит не только от одного пусть даже лимитирующего фактора, но и от всей системы действующих факторов одновременно. Впервые данная проблема была поставлена немецким агрохимиком и физиологом растений А. Митчерлихом, а в 1918 году сформулирована Б. Бауле в “Закон совокупного действия”. Экспериментально было установлено, что в природе один фактор, влияющий на развитие растения, не действует автономно от другого. Совокупность всех факторов образует сложную систему, в которой один фактор может воздействовать на другой, поэтому эффективность окружающей среды зависит так же и от взаимодействия факторов как сложной системы. Например, повышенная температура способствует ускорению испарения влаги, снижение освещенности

обуславливает снижение потребностей растений в содержании цинка в почве, животные труднее переносят высокие температуры при большой влажности. Поэтому при выяснении истинной реакции организмов на изменение окружающей среды обязательно следует учитывать факторы внешней среды, как сложную систему воздействия на растение.

Кроме оптимизации среды обитания организмов и оптимизации полноценного развития организма важным фактором, влияющим на проектирование эффективного сельского хозяйства и его размещение, является изучение процессов оптимизации биологического потенциала организмов. Такие науки, как селекция, генетика и геномное модифицирование, активно развивающиеся в последние годы, позволяют человеку не только влиять на среду обитания растения и оптимизировать его процессы развития, но и качественно изменять свойства самого растения, кардинально изменяя его потенциальную продуктивность, характеристики и требования к внешней среде. На создание эффективных новых видов сортов сильно влияет природно-климатический фактор, из-за которого предъявляются различные требования к получаемому новому сорту.

В условиях мягких климатических зон с маловероятными сильными отклонениями от климатической нормы и наступлением стрессовых погодных условий, ограничивающих нормальный рост растения, основным критерием оптимизации биологического потенциала выступает повышение потенциальной урожайности. Получаемые сорта обладают большей потенциальной урожайностью, однако, менее устойчивы к неблагоприятным условиям среды и более требовательны к условиям внешней среды обитания. Поэтому наступление даже незначительных стрессовых условий, вызванных погодой или нарушением технологии возделывания, приводит к ощутимым потерям в урожайности данных видов растений.

В климатических поясах, где вероятность наступления стрессовых погодных условий достаточно высока, а саму территорию можно отнести в целом к зоне рискованного земледелия, главным критерием оптимизации

биологического потенциала новых сортов выступает сохранение и увеличение высокого адаптивного потенциала растений. Так как наступление неблагоприятных погодных условий, препятствующих полноценному биологическому развитию растений, достаточно велико, очень важно чтобы используемые сорта на данной территории обладали повышенной стрессоустойчивостью к ним и могли развиваться в них с минимальными потерями урожайности. Получаемые сорта менее требовательны к условиям окружающей среды и технологии своего возделывания. То есть если их сравнивать с сортами с низким адаптивным потенциалом по закону толерантности Шелфорда, то они обладают более большим диапазоном толерантности и более широким диапазоном максимума и минимума ограничивающим их полноценное развитие.

Таким образом, природно-климатический фактор оказывает сильное влияние на предъявляемые требования к создаваемым сортам растений. Оптимальными для разных климатических зон становятся совершенно разные виды сортов с разным уровнем потенциальной продуктивности и адаптивного потенциала.

Родоначальником изучения влияния социальных и экономических факторов в вопросах проектирования эффективного производства сельскохозяйственной продукции можно по праву считать немецкого экономиста Иоганна Генриха фон Тюнена. В 1826 году в своей книге “Изолированное государство в его отношении к сельскому хозяйству и национальной экономии”[6] он впервые в мире произвел анализ влияния экономических и социальных факторов сельскохозяйственного производства, влияющих на его размещение.

В предложенной Тюненом абстрактной модели изолированного государства транспортные издержки были главным фактором, влияющим на размещение подотраслей сельского хозяйства. Сама модель строилась на следующих предположениях: во-первых, государство представляет собой изолированную хозяйственную область в виде круга с почвой одинакового

плодородия, во-вторых, в центре круга находится город, являющийся единственным рынком сбыта для продукции. Иными словами влияние природно-климатических и биологических факторов в модели не учитывалось.

Согласно Тюнену цена реализации продукции в городе отличалась от цены реализации в месте производства на величину транспортных затрат, которые принимались прямо пропорциональными весу груза и дальности его перевозки. В результате этого различные подотрасли сельского хозяйства, по предложенной модели, начинали располагаться вокруг города в виде колец разного диаметра и иметь разную интенсивность производства, которая падала по мере удаления от города. Модель Тюнена оказала огромное влияние на теорию проектирования эффективного сельскохозяйственного производства и ее дальнейшее развитие.

Немецкий экономист Вильгельм Лаунхардт продолжил развитие концепции, предложенной Тюненом, и в 1882 году предложил свою концепцию оптимального размещения сельскохозяйственного производства. Размещение производства по Лаунхардту зависит от размещения источников сырья, необходимых для производства продукции и рынков ее сбыта. Место оптимального размещения предприятия находилось ближе к источникам сырья, если транспортные издержки на доставку продукции были меньше транспортных издержек на доставку сырья. И наоборот, ближе к рынку сбыта, если дешевле было сырье, чем произведенный товар. Позже полученная модель определения оптимального размещения предприятия с минимизацией транспортных издержек получила название «треугольник Лаунхардта»[7]

Сильное влияние на дальнейшее развитие теории размещения производства под влиянием экономического фактора внес немецкий экономист Альфред Вебер. В своей работе “О размещении промышленности: чистая теория штандорта”[8], опубликованной в 1909 году, он развил идеи Тюнена и Лаунхардта в области проектирования эффективного производства

путем введения критерия оптимальности в виде стремления к минимизации общих издержек производства, а не только транспортных. В своей работе Вебер начал систематизировать и классифицировать факторы, влияющие на размещение производства по степени их важности, общности и проявления. Основным фактором размещения он называл экономическую выгоду, которая выявляется для хозяйственной деятельности в зависимости от ее месторасположения, также выделял транспорт, рабочую силу и все остальные условия.

Дальнейший сильный толчок в развитии теорий проектирования эффективного сельского хозяйства дало появление вычислительной техники и развитие научной мысли. В 50-60-х годах прошлого столетия появляется экономико-математическое моделирование, как новая научная дисциплина. Хотя появление и дальнейшее развитие теории экономико-математического моделирования никак прямо не связано с теорией проектирования эффективного сельского хозяйства, прикладное использование моделей для исследования оценки влияния факторов производства сильно повлияло на дальнейшее развитие теорий проектирования эффективного сельского хозяйства.

В прошлом, как можно заметить, преобладали теории оптимизации, полученные различными учеными на базе традиционных методов исследования. Каждый ученый производил оптимизацию по отдельному фактору, который он непосредственно изучал и на котором специализировался, без учета остальных. Появление и применение экономико-математических моделей позволило исследовать и разрабатывать теории проектирование эффективного сельского хозяйства с учетом и детальной проработкой всех направлений факторов, а не с учетом какого-то одного, что дало сильный толчок к развитию научной мысли во всем мире.

В это время происходит формирование обобщенных экономико-математических моделей, в которых анализируются теории проектирования эффективного сельского хозяйства и его размещения с учетом

экономических, биологических, социальных и прочих факторов не по отдельности, а сразу. Так советский ученый в своих работах С. Г. Колеснев описывает условия, которые необходимо учитывать для достижения оптимального размещения и специализации сельского хозяйства:

- а) полное и наиболее производительное использование земли, как главного средства производства в сельском хозяйстве;
- б) рациональное использование энергетики и орудий труда;
- в) наиболее производительное использование рабочей силы на протяжении года и преодоление сезонности сельскохозяйственного труда;
- г) наиболее производительное использование отходов одной отрасли другими;
- д) ускорение оборота вкладываемых в производство средств и равномерное поступление денежных средств из оборота для расширенного производства [9].

Примерно в это же время западный экономист Бортс публикует свою книгу “Факторы, увеличивающие производственный потенциал экономики регионов”[10], в которой также сформулирует общий подход к решению проблемы размещения сельскохозяйственного производства и утверждает, что аграрное производство рекомендуется размещать на территориях, которые обладают конкурентными региональными преимуществами (факторами производства), снижающими издержки агропроизводства. Такими преимуществами по его мнению являются:

- а) потенциал для производства сельхозпродукции;
- б) наличие близлежащих перерабатывающих
- в) наличие пахотных земель с низкой стоимостью гектара;
- г) наличие средств мелиорации (орошения);
- д) подходящий биоклиматический предприятий сельхозпродукции;
- е) наличие недалекоотстоящих рынков сбыта и их ёмкость;
- ж) агломерационный эффект;

- з) наличие трудовых ресурсов определённой возрастной группы и квалификации;
- и) наличие развитой инфраструктуры в виде электрифицированных, газифицированных областей, дорог с асфальтированным покрытием, средств связи и информационных технологий;
- к) наличие машинно-тракторных станций, находящихся в собственности предприятий АПК или предоставляющих сельхозтехнику на условиях лизинга;
- л) наличие финансово-кредитных организаций и достаточного капитала;
- м) размещение в экспортно-сырьевых регионах, имеющих повышенный объём и рост ВРП, и возможность инвестирования части доходов в сельскохозяйственное производство;
- н) наличие недалекоотстоящих морских портов.

Дальнейшее развитие обобщенной теории проектирования эффективного сельского хозяйства и его размещения получила свое развитие с изучением агломерационного эффекта. До этого все теории размещения рассматривали оптимизацию размещения сельскохозяйственных предприятий относительно других объектов, однако совершенно не занимались проблемой изучения, откуда берутся сами эти объекты. Проблема агломерационного эффекта заключалась в анализе снижения издержек на производство в результате концентрации всех взаимосвязанных предприятий производственной цепочки региона и рынков сбыта, а не только изучением расположения сельскохозяйственного предприятия относительно уже существующих объектов производства. Иными словами, процесс образования и оптимального размещения происходит одновременно и у предприятий сельхозпроизводства, и предприятий по переработке сельхозпродукции, а также предприятий – поставщиков сельхозтехники, топливных компаний, предприятий по производству минеральных удобрений, кредитно-финансовых организаций, оптовых и розничных

рынков сельхозпродукции, товарных бирж и элеваторов. Это, в конечном итоге, приводит к концентрации этих фирм в одном регионе.

Первым на это обратил внимание Альфред Маршалл еще в конце 19 века, и в книге «Принципы экономической науки»[11], которая была опубликована в 1890-1891 годах, он первым произвел теоретический анализ данной проблемы. Согласно Маршаллу для возникновения эффекта агломерации существуют три объективные причины:

- а) предприниматели стараются размещать свое производство, при прочих равных условиях, рядом с рынком сбыта, а также рядом с основными поставщиками. Это приводит к концентрации производства. Концентрация в свою очередь привлекает все новых и новых производителей;
- б) на крупном рынке труда (т.е. в больших городах) легче найти узкоспециализированных работников – например, актеров для театра или журналистов для газеты. Таким образом, все люди подобных профессий концентрируются в городах;
- в) в больших городах, за счет более интенсивного взаимодействия людей, быстрее происходит получение новых знаний; жители больших городов имеют лучший доступ к информации; быстрее создаются новые знания и технологии.

Сильное влияние на дальнейшее развитие теории агломерационного эффекта оказал французский экономист Франсуа Перру. Широкое признание получила предложенная им в начале 1950-х годов теория “полюсов роста”, в основе которой лежит представление о ведущей роли в структуре экономики лидирующих отраслей, создающих новые товары и услуги. Те центры и ареалы экономического пространства, где размещаются предприятия лидирующих отраслей, становятся полюсами притяжения факторов производства, поскольку обеспечивают наиболее эффективное их использование. Отсюда и территориальная концентрация предприятий, обуславливающая формирование полюсов экономического роста.

«Полюс роста», по мнению французского экономиста Перу, включает три основных компонента:

а) ведущую отрасль, обладающую большим потенциалом роста и высокой способностью к нововведениям, иначе говоря, отрасль с большим мультипликационным эффектом (такие отрасли иногда называют пропульсивными);

б) группу отраслей местного значения, связанную с ведущей отраслью через систему отношений типа «затраты-выпуск». Эти отношения и служат средством передачи эффекта ведущей отрасли на всю экономику;

в) пространственную агломерацию производства, обеспечивающую предприятиям получение «внешней экономии». В полюсе роста возникает серия взаимосвязанных эффектов, которая при благоприятных условиях способна существенно изменить экономическое пространство регионов.

Идеи Альфреда Маршалла и Франсуа Перру в конце 20-го века были формализованы Полом Кругманом в виде экономико-математической модели. Кругман продолжил изучение агломерационного эффекта и выявил закономерность возникновения региональной агломерации в развитых странах, из которой следует, что в образовании агломерации главную роль играет эффект от объемов рынков или доступ к рынкам, нежели эффект от масштаба производства, от транспортных издержек и мобильности факторов производства. Следовательно, основной причиной неравномерного развития регионов или пространственной дифференциации их является размер рынка сбыта продукции фирмы.

Теория агломераций Пола Кругмана [12] утверждает, что основным фактором роста является скопление производственной деятельности в определенных регионах, которое дает выигрыш предприятиям благодаря увеличению своего размера или от положительных экстерналий, возникающих вследствие присутствия на рынке других фирм. По мнению

автора, изначальное неравномерное распределение производства при переходе к равновесию ведет к образованию агломераций. Возникновение агломераций приписывается случайному фактору или связывается с понятием возрастающей отдачи от масштаба. Последняя может быть различной – например, переток знаний, слияние рынков труда или экономия вследствие уменьшения расстояния между производителями и потребителями в условиях наличия издержек при осуществлении обмена. В конечном счете, причиной неравномерного развития регионов выступает агломерация производственной деятельности территорий.

Теория “полюсов роста” французского экономиста **Ф. Перру** во многом соприкасается с теорией производственно-территориальных комплексов (энергопроизводственных циклов) Н. Н. Колосовского. В основе теории лежит представление о ведущей роли в структуре экономики лидирующих отраслей, создающих новые товары и услуги. Те центры и ареалы экономического пространства, где размещаются предприятия лидирующих отраслей, становятся полюсами притяжения факторов производства, поскольку обеспечивают наиболее эффективное их использование. Отсюда и территориальная концентрация предприятий, обуславливающая формирование полюсов экономического роста.

Большой вклад в развитие идей Перру внесли **Х. Р. Ласуэн**, который анализирует процессы урбанизации на основе полюсов роста и диффузии нововведений, и **Д. Дарвент**, разработавший классификацию полюсов роста и предложивший перейти к изучению конкретных центров и отраслей.

Значительная территория России, разнообразие природно-ресурсного потенциала и социально-экономических условий, безусловно, требовали научных исследований в области размещения производительных сил. Интерес к территориальному экономическому и государственному устройству проявляли великие русские ученые **М. В. Ломоносов**, **А. Н. Радищев**, **К. И. Арсеньев**, **Д. И. Менделеев**, **Д. И. Рихтер**, **Н. Г. Чернышевский** и многие другие. В XIX- начале XX столетия основные

территориальные исследования экономики касались природного и экономического районирования, проблем региональных рынков, естественных производительных сил.

С 1920-х гг. изучение размещения производительных сил осуществлялось под сильным воздействием государства, так как были ориентированы на задачи планового управления. С одной стороны, обеспечивались возможности научного обоснования размещения производительных сил в масштабе всего народного хозяйства, с другой — подчинение требованиям централизованной административно-командной системы порождало многочисленные трудности в полирегиональной и многоконфессиональной стране для комплексного развития отдельных территорий.

Теоретические исследования в области размещения производительных сил в России в советский период концентрировались на трех направлениях:

- выявление закономерностей, принципов и факторов размещения производительных сил, которыми занимались видные российские ученые Ю. Г. Саушкин, А. Е. Пробст, Я. Г. Фейгин;

- экономическое районирование и образование региональных комплексов, которые нашли отражение в плане ГОЭЛРО, пятилетних планах развития народного хозяйства страны, трудах Н. Н. Баранского, Н. Н. Колосовского, П. М. Алампиева;

- разработка методов планирования и регулирования территориального и регионального развития, осуществляемая Комиссией по изучению естественных производительных сил (КЕПС), созданная академиком В. И. Вернадским в 1915 г. и Советом по изучению производительных сил (СОПС) с 1930 г.

Наибольшую известность получили работы Н. Н. Колосовского, посвященные теоретическим обоснованиям экономического районирования, где ключевым было понятие энергопроизводственного цикла. Н. Н. Колосовский выделил восемь устойчиво повторяющихся

совокупностей производственных процессов, являющихся основой для выделения крупных экономических районов и экономических подрайонов.

При этом, в подходах к построению теории и в назначении теории между западной и российской школами размещения производительных сил существуют определенные различия.

Во-первых, в отличие от традиций западных теорий размещения и пространственной организации хозяйства, где отправными моментами являются абстрактные ситуации, российская школа ориентировалась на обобщение эмпирики и решение задач, поставленных практикой.

Во-вторых, если западные теории концентрируют внимание на рациональном поведении экономических субъектов в экономическом пространстве, то российские теории были нормативными, т. е. искали решения вопросов: где в интересах народно-хозяйственного комплекса необходимо размещать новые производства, куда нужно перемещать население, какие новые регионы необходимо осваивать? Безусловно, отечественные исследования в области размещения производительных сил являются уникальными и в настоящее время наиболее востребованными, так как предоставляют возможность преодолеть последствия экономических кризисов и построить социально-ориентированную и эффективную экономику на основе проектирования эффективных и устойчивых региональных АПС.

2 Биоклиматический потенциал территорий и методы его оценки

Определение биоклиматического потенциала (БКП) отдельного района, зоны или региона является самостоятельной научно-исследовательской задачей. В данной работе приводится ряд определений, используемых в настоящее время российскими учеными, и обосновывается выбор методического подхода к оценке БКП, который в дальнейшем будет использован нами для обоснования методологических положений проектирования эффективных агропродовольственных систем.

Подробный анализ основных понятий, эволюции методов оценки БКП в историческом разрезе, а также современные модели определения значений БКП в абсолютном выражении и методы его сравнительной оценки в субъектах Российской Федерации приведены в работах [13, 14].

Проблема оценки производительности земельных ресурсов, являясь ключевой среди всех научных исследований в сельском хозяйстве, давно привлекала внимание выдающихся русских ученых, разработавших теоретические предпосылки оценки уровня и эффективности использования биоклиматического потенциала. Среди них К.А.Тимирязев, который связывал потенциальное природное богатство территории с количеством поступающей солнечной энергии, Докучаев В.В., который для оценки биологической продуктивности земель ввел показатель, характеризующий соотношение тепла и влаги (Докучаев, 1948). Им же сформулировано понятие о средних условиях сельскохозяйственного производства, применяемое для сравнительной межрегиональной оценки продуктивности земель. Г.В. Высоцкий (1905), развивая идеи В.В. Докучаева о природной зональности, отмечал, что природное богатство местности определяется известным гармоническим сочетанием тепла и влаги, осадков и испарения. В этот же период А.И. Воейков (1967) в своих исследованиях установил, что для каждого растения существует оптимальное сочетание света, тепла и влажности, которое наиболее благоприятно сказывается на его росте и развитии. А.А. Григорьев (1954) определил оптимальные условия для

накопления биомассы, которые создаются при соотношении тепла и влаги, равном единице, а при увеличении диспропорции между количеством тепла и влаги сокращается не только общая биомасса растительного покрова, но и разнообразие населяющих его живых организмов.

С.Г. Струмилин (Струмилин, Лупинович, 1947) выявил и обосновал основные факторы, определяющие почвенное плодородие, среди которых первое место принадлежит солнечной энергии и влаге. На втором месте — почва, поставляющая растениям питательные вещества. Они, в сочетании с другими факторами, такими как особенности естественной растительности, рельеф местности, степень эрозии почв и другие, образуют комплекс климатических условий.

Как отмечено в [13], впервые понятие о БКП в научную теорию и практику было введено П.И. Колосковым (1962, 1971). Он считал, что этот комплексный показатель характеризует общую потенциальную продуктивность земли и влияние таких важных климатических факторов, как температура, увлажненность и инсоляция.

Д.И. Шашко (1967, 1985) определил комплекс факторов, способствующих повышению эффективности сельскохозяйственного производства: набор культур, их биологическая продуктивность, издержки производства, уровень специализации и др. В качестве количественного выражения показателя БКП он предложил принять относительные величины биологической продуктивности, отражающие влияние соотношения тепла и влаги. Разработанный им способ бонитировки по климатическим факторам выражается в баллах фактической и потенциальной продуктивности, относительный показатель (коэффициент) биологической продуктивности он рассчитывает по данным фактической урожайности зерновых в условиях различного увлажнения. При этом максимальная биологическая продуктивность определяется суммами активных температур.

В работах С.А. Сапожниковой (1963, 1979) для определения БКП использованы такие термины, как "сельскохозяйственный бонитет климата"

или "сельскохозяйственная продуктивность климата", причем в качестве критерия для оценки БКП автор впервые предложила использовать урожайность зерновых культур.

В работе [13] отмечается, что преимущество использования зерновых для оценки сельскохозяйственного бонитета климата, по мнению С.А. Сапожниковой, заключается в следующем:

- они произрастают практически во всех умеренных поясах и при разных условиях увлажнения. При этом сельскохозяйственный бонитет, выраженный в урожайности зерновых, близок к фактической урожайности указанных культур почти на всей территории России (бывший СССР) в том случае, если их развитие продолжается в течение всего вегетационного периода;
- зерновые являются основой сельскохозяйственного производства;
- урожайность различных зерновых при расчетах можно сопоставлять без применения каких-либо переводных коэффициентов.

Ф.З. Батталов (1980) также считает, что использование урожая в качестве условного критерия при расчетах сельскохозяйственной продуктивности климата является неприемлемым, так как урожай зависит не только от климатических условий, но и от плодородия почвы, причем сельскохозяйственная продуктивность климата может быть оценена для отдельной культуры или группы культур. В работах Е.К. Зоидзе (1993; Зоидзе, Овчаренко, 2000) БКП определяется как "сельскохозяйственный бонитет климата" или "сельскохозяйственный потенциал климата". Согласно его концепции, под сельскохозяйственным потенциалом климата (СПК) следует понимать «максимальные сельскохозяйственные возможности природной среды, комплексно определяемые на основе общих показателей тепло- и влагообеспеченности, радиационного режима, неблагоприятных агроклиматических явлений, плодородия почвы и рельефа. При этом конечный результат может быть представлен в виде обобщенных баллов

бонитета по всем видам ресурсов, по их отдельным группам (блокам) и бонитировочным показателям» [13].

Несколько другой подход в своих работах, основанный на адаптивной системе интенсификации сельского хозяйства, предлагает А.А. Жученко (2001 а, б).

Обобщив существующие подходы к оценке БКП, Д.И. Шашко сформулировал следующие положения:

- производительность земель при прочих равных условиях определяется количеством поступающей солнечной энергии. Она всецело зависит от географического местоположения и соотношения тепла и влаги;
- в сельскохозяйственном производстве все большее значение в межрегиональном разрезе приобретает сравнительная оценка земель по факторам роста. Она должна проводиться с учетом комплекса природных условий так же, как и плодородия почв;
- необходимо различать сравнительную оценку земель по природным факторам (биологической продуктивности) с их хозяйственной оценкой, поскольку первая характеризует ее биоклиматический потенциал, а вторая учитывает уровень урожайности, экономическое плодородие почв, степень использования биоклиматического потенциала. Оценка хозяйственного использования земель базируется на оценке их по природным факторам. При этом сравнительная оценка биологической продуктивности земель проводится по сопоставимым показателям определенного (обычно среднего) уровня сельскохозяйственного производства; оценка хозяйственного использования земель проводится с учетом показателей, отражающих фактическое состояние производства, т.е. при разных его уровнях;
- при характеристике продуктивности земледелия следует учитывать также неблагоприятные климатические и погодные условия (низкие и высокие температуры, заморозки, суховеи др.), механический состав, кислотность и засоленность почв, особенности рельефа и др.;

- значения биоклиматического потенциала, рассчитанные по приходу и соотношению тепла и влаги, используются для общей оценки биологической продуктивности и для частной оценки продуктивности экологических типов сельскохозяйственных культур. При применении расчетных значений биоклиматического потенциала для частной оценки могут вводиться поправки на сопутствующие факторы, лимитирующие развитие и рост растений. Они, кроме того, могут ограничивать ареалы возделывания определенных экологических типов сельскохозяйственных культур. В связи с вышеуказанным частная оценка биологической продуктивности по расчетным значениям биоклиматического потенциала может применяться только в границах ареала возделывания конкретных культур.

На основе вышеизложенных положений (Шашко, 1985) разработана методика сравнительной оценки земель в межрегиональном разрезе. Биологическая продуктивность растений измеряется количеством биомассы $+(т/га)$, производимой в единицу времени на единице площади (обычно за год или за вегетационный период). При межрегиональной оценке земель тепло и влага, почвенное плодородие, интенсивность земледелия, биологические особенности культур рассматриваются как основные факторы биологической продуктивности. В условиях равной теплообеспеченности продуктивность растений определяется степенью влагообеспеченности и наоборот. БКП в этом случае представляет собой отношение суммы среднесуточных температур воздуха за период активной вегетации к аналогичной сумме для реперной территории, умноженной на коэффициент, отражающий влияние влагообеспеченности на урожай. На территории бывшего СССР средняя продуктивность зерновых культур соответствовала БКП $\approx 1,9$, который был принят и качестве базового (100 баллов). Поэтому переход от БКП к баллам осуществляется умножением значения БКП на соответствующий коэффициент пропорциональности.

В работе [13] отмечается, что значительный вклад в развитие теории и практики изучения и определения БКП внесла С.А. Сапожникова (1963, 1979; Сапожникова, Шашко, 1959; Сапожникова, Бринкен, 1970). По ее мнению, «исторически сложилось два взаимодополняющих направления в агроклиматических исследованиях, особенности которых достаточно хорошо иллюстрируются их результатами. В одном случае заключительным этапом становится районирование агроклиматических ресурсов (тепла, влаги) или опасных явлений (суровости зимы, засух, заморозков). В другом — районирование систем сельскохозяйственного производства и их составляющих (растений, агротехнических приемов, удобрений) в зависимости от климата. Районирование указанных ресурсов или стихийных явлений базируется преимущественно на количественной дифференциации универсальных показателей (суммах температур выше 10°C, коэффициентах увлажнения, длине безморозного периода). При районировании конкретных элементов сельскохозяйственного производства, как правило, подбираются соответствующие специфические показатели, что дает преимущество при оценке климатической обеспеченности данного элемента. Однако это затрудняет сравнительную оценку, например, эффективности разных агротехнических приемов, что необходимо при выборе оптимального варианта. Оба направления исследований рассматривают отдельно ресурсы света, тепла и влаги, а их обобщение осуществляется лишь в процессе картографирования».

В работе [13] делается вывод, что если при дифференциации "цены гектара" в пределах отдельных хозяйств, административных районов, а иногда и областей ведущая роль принадлежит бонитету почвы, то в пределах республик, краев и крупных областей решающее значение приобретает бонитет климата.

В основу расчета бонитета климата (B_k) С.А. Сапожниковой положена оценка тепло- и влагообеспеченности урожая зерновых, поскольку зерновые

культуры занимают ведущее место не только в России, но и во многих других странах мира.

При определенном сочетании тепла и влаги бонитет климата, численно равный условному урожаю яровых зерновых культур, определяется как произведение суммы температур за период вегетации и коэффициента условий увлажнения, рассчитанного по средней урожайности и уровню осадков. При расчете бонитета климата, по С.А.Сапожниковой, предполагается, что зерновые культуры полностью используют весь ресурс доступного тепла. Но при современном уровне агротехники это маловероятно. Именно поэтому рассчитываемый урожай рассматривается как условный, и бонитет климата оценивается не в центнерах на гектар, а в баллах.

Термин "биоклиматический потенциал" используется не всеми учеными и исследователями. Так, например, в работах Г.К. Зоидзе (1993; Зоидзе, Овчаренко, 2000) этот термин заменен понятием сельскохозяйственный потенциал климата (СПК). Однако, по сути совершенно очевидно, что речь идет о классическом подходе к исследованию биоклиматического потенциала среды. Даже основа предлагаемого подхода к оценке СПК — комплексный учет основных составляющих природной среды — говорит об этом. В методике сельскохозяйственной бонитировки климата, разработанной Е.К. Зоидзе, использовано более 100 показателей, а для типизации объектов применены приемы распознавания образов.

Таким образом, существующие методы оценки БКП территорий и оценка агроклиматических ресурсов (агроклиматическое районирование) базируются на оценке и учете различных агроклиматических показателей, хорошо коррелирующих с продуктивностью сельскохозяйственных культур, таких как показатели обеспеченности растений теплом и влагой, а для зимующих культур учитываются условия перезимовки. Для характеристики теплообеспеченности используются суммы активных температур воздуха выше различных пределов; даты начала, конца вегетационного периода и его

продолжительность; длительность безморозного периода и число дней с температурами воздуха выше 5, 10, 15°C и т.д. Для оценки влагообеспеченности территории применяется такой показатель, как обеспеченность осадками по месяцам вегетационного периода и фазам развития растений. Условия перезимовки оцениваются на основании средних из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха, а световые ресурсы — по фотопериодизму.

Неотъемлемой частью исследований БКП природной среды является анализ методов оценки продуктивности сельскохозяйственных культур. Наиболее известны методы, использующие для оценки продуктивности сельскохозяйственных культур, физико-статистические модели продукционного процесса агробиоценозов. Созданы многочисленные группы моделей продуктивности растений для оценки агроклиматических ресурсов. К первой группе следует отнести такой наиболее общий класс моделей, в которых оценка продуктивности растений входит в качестве одного из блоков. Вторую группу характеризует построение моделей, непосредственно связанных с оценкой климатических ресурсов при производстве продукции растениеводства.

3 Типология задач размещения сельского хозяйства

Далее представлена типология задач размещения сельского хозяйства по территории Российской Федерации и факторы, определяющие выбор ограничений и критериев при постановке задачи и разработке исследуемых сценариев:

а) по масштабу и связности моделируемой агропродовольственной системы (АПС):

- 1) уровень СХП, холдинга, сырьевой зоны;
- 2) уровень административного района;
- 3) уровень региона;
- 4) национальный уровень;
- 5) допустимые сочетания вышеперечисленных уровней.

б) по набору моделируемых видов деятельности:

- 1) фактически реализуемых;
- 2) перспективных.

в) по длине цепочек передела сырья:

- 1) производство сельскохозяйственной продукции;
- 2) производство сельскохозяйственного сырья и продукции переработки традиционных видов;
- 3) то же, что и в2) с учетом биотехнологических отраслей.

г) по числу субъектов, в интересах которых решается задача:

- 1) производители сырья;
- 2) переработчики сырья;
- 3) трейдеры всех видов;
- 4) конечный потребитель;
- 5) бюджеты разных уровней;
- 6) допустимые сочетания вышеперечисленных субъектов.

д) по видам учитываемых ограничений (как в детерминированной, так и в стохастической постановках):

- 1) земельные ресурсы;

- 2) земельные ресурсы и обеспеченность техникой;
- 3) земельные ресурсы, обеспеченность техникой и трудом;
- 4) земельные ресурсы, обеспеченность техникой, трудом и скотоместами;
- 5) земельные ресурсы, обеспеченность техникой, трудом, скотоместами, неотрицательный баланс почвенного плодородия;
- 6) земельные ресурсы, обеспеченность техникой, трудом, скотоместами, неотрицательный баланс почвенного плодородия, производственные мощности перерабатывающих отраслей;
- 7) земельные ресурсы, обеспеченность техникой, трудом, скотоместами, неотрицательный баланс почвенного плодородия, производственные мощности перерабатывающих отраслей, балансы кормовых средств и продовольствия;
- 8) земельные ресурсы, обеспеченность техникой, трудом, скотоместами, неотрицательный баланс почвенного плодородия, производственные мощности перерабатывающих отраслей, балансы кормовых средств и продовольствия, использование побочной продукции перерабатывающих отраслей.

е) по способу введения в задачу удельных показателей:

- 1) постоянные удельные показатели, фактические или перспективные;
- 2) интервально заданные удельные показатели;
- 3) нечетко заданные удельные показатели;
- 4) любое сочетание первых трех видов;
- 5) переменные, заданные как функции времени;
- 6) переменные, заданные как функции ресурсов (инвестиции в технологии).

ж) по степени территориальной однородности технологических способов в отраслях сельского хозяйства и перерабатывающей

промышленности:

1) территориально однородные капиталосберегающие:

- 1.1) технологические способы альтернативного земледелия (органическое, органо-минеральное, биодинамическое).

2) территориально однородные трудосберегающие:

- 2.1) интенсивные энергоемкие;
2.2) интенсивные энергоэффективные.

3) территориально неоднородные:

- 3.1) экзогенно - заданные;
3.2) эндогенные, определяемые из решения задачи.

з) по видам критериев оптимальности решения (как в детерминированной, так и в стохастической постановках):

1) однокритериальные:

- 1.1) производственные затраты в сельском хозяйстве;
1.2) производственные затраты всей цепочки передела сырья;
1.3) производственные затраты в сельском хозяйстве с учетом транспортировки;
1.4) чистый доход сельского хозяйства;
1.5) чистый доход всей цепочки передела сырья;
1.6) чистый доход в сельском хозяйстве с учетом транспортировки.

2) многокритериальные:

- 2.1) любые свертки критериев, представляющих интересы любого сочетания субъектов;
2.2) собственно многокритериальные.

и) по учитываемым каналам транспортировки с-х сырья.

- 1) фактически существующие;
2) перспективно реализуемые.

к) по учитываемым терминалам внешнеэкономического или межтерриториального обмена.

- 1) фактически существующие;

2) перспективно реализуемые.

л) по способам задания ценовой информации:

1) экзогенным;

2) эндогенным.

**м) по способам задания информации о размере
внешнеэкономического обмена:**

1) статистика фактических данных;

2) отдельные прогнозные оценки AGLINK&COSIMO.

4 Особенности моделирования процессов размещения сельскохозяйственного производства с учетом критериев его эффективности

Математическими методами могут быть решены такие задачи экономики, организации и планирования, где:

- можно четко сформулировать цель и выразить ее математически;
- можно дать количественную характеристику связей между факторами и результатами производства;
- исследуемый процесс является многовариантным;
- можно определить ограничения или условия, в которых находится решение.

Задачи планирования размещения сельскохозяйственного производства отвечают этим требованиям.

Сельское хозяйство представляет собой комплекс взаимосвязанных отраслей как по использованию ресурсов (земля, труд, техника), так и в какой-то мере по использованию продукции.

Учет многообразия природных и экономических факторов комплекса отраслей делает задачи непомерно больших размеров. В целях решения задач большой размерности широко используется метод поэтапного моделирования. Суть его заключается в том, что задача делится на отдельные части и решается по частям.

При поэтапном моделировании возможны различные подходы в конструировании задач оптимального территориального размещения производства:

- один из них характеризуется тем, что строится серия задач для отдельных объектов иерархической системы сверху вниз. Результаты решения предыдущей задачи служат исходной информацией для последующих. Например, при планировании размещения

сельскохозяйственного производства в области сначала решается задача размещения по зонам области, затем по районам зоны;

- широко используется двухэтапное решение задачи. На первом этапе решается серия однотипных задач по определению оптимальных рационов для производства 1 ц животноводческой продукции для каждого района размещения. После обработки полученных результатов ставится задача определения плана размещения всего сельскохозяйственного производства;

- возможен и такой подход, когда на первом этапе определяется монокультурный вариант размещения, затем задача решается вновь с учетом агробиологических и других условий производства, наконец, при необходимости производится корректировка плана с тем, чтобы учесть дополнительные экономические условия.

Различные методы поэтапного конструирования задач не исключают друг друга. Их использование при решении конкретных задач определяется особенностями моделируемого процесса, значением, придаваемым тем или иным условиям производства в зависимости от поставленной цели, и стремлением отразить их в задаче. Основное требование при этом заключается в том, чтобы в каждом случае правильно разделить единый экономический процесс на отдельные его части, не нарушая существенных связей между элементами системы.

При разработке плана размещения сельскохозяйственного производства можно придерживаться следующей схемы и последовательности выполнения работ:

- формируется общая идея задачи;
- устанавливается перечень неизвестных, величины которых требуется определить в результате решения задачи;
- выявляются условия, при которых решается задача и достигается поставленная цель;
- определяется критерий оптимальности;

- составляется экономико-математическая модель, т. е. дается математическое описание исследуемых экономических процессов;
- проводится сбор и соответствующая обработка исходных данных для ввода их в матрицу;
- подбирается программа для реализации задачи на ПЭВМ; производится кодировка исходной информации, пропуск задачи на ПЭВМ, расшифровка результатов решения;
- анализ полученных результатов, их корректировка.

Постановка задачи включает в себя формирование ее цели и выявление условий, при которых достигается цель. Смысл задачи сводится к отысканию из всех возможных оптимального варианта балансирования потребностей и ресурсов. При этом оптимум определяется в результате решения экстремальной задачи. В зависимости от того, какая часть баланса (потребности или ресурсы) закрепляется и какая экстремизируется (ресурсы или потребности), задача может быть сформулирована двояким образом:

- найти вариант сценария производства максимального объема продукции при заданных ресурсах;
- найти вариант сценария производства заданного объема продукции при минимальных затратах ресурсов.

Все многообразие задач по размещению производства можно свести к этим двум постановкам.

Формирование способов. При построении задачи выявляется система взаимосвязей ресурсов и результатов, и определяется количественная мера их связей, т. е. коэффициенты затрат-выпуска. Варианты преобразования ресурсов в продукцию, характеризующиеся определенной количественной мерой затрат ресурсов и выпуска продуктов, принято называть способами. Решение задачи сводится к определению по какому-то критерию оптимальной интенсивности способов, т. е. объемов использования каждого способа.

В задачах по размещению сельскохозяйственного производства формирование способов можно классифицировать:

- а) по видам производимой продукции;
- б) по назначению продукции;
- в) по технологии производства продукции;
- г) по используемым ресурсам.

Перечисленные признаки обуславливают различную систему связей ресурсов и продуктов и разные коэффициенты затрат-выпуска, а это служит основанием для формирования в каждом случае отдельных способов.

Формирование ограничений. Важной частью в постановке задачи является выявление области допустимых решений, «области свободы» в выборе вариантов. В качестве параметров области допустимых решений выступают ограничения. Введение в задачу ограничений обеспечивает выполнение предельно допустимых размеров использования ресурсов или производства продукции. Они определяются агротехническими и организационно-экономическими требованиями и условиями производства. В задачу нельзя ввести все условия исследуемого процесса уже потому, что не всегда удастся выявить и определить все количественные связи между факторами производства. К тому же имеющиеся программы, реализующие задачи на ПЭВМ, жестко ограничивают количество вводимых условий. В свою очередь накопленный опыт свидетельствует о том, что нет нужды отражать в модели все условия. Есть условия, определяющие процесс. Упущение их повлечет за собой искажение сущности моделируемого процесса. И есть факторы, отвлечение от которых лишь в незначительной степени отразится на результате решения задачи. Очень важно правильно выделить главные факторы и условия, определяющие весь процесс. Для этого необходим глубокий анализ моделируемого процесса.

По своему составу ограничения можно подразделить на две больших группы: по использованию лимитированных ресурсов и на объем производства.

По ресурсам формируются, как правило, ограничения типа «не больше». Они обеспечивают потребление ресурсов в количестве, не превышающем их наличие. Иногда ресурсы задаются равенством. В этом случае предусматривается производство такого объема продукции, который возможен при полном использовании имеющихся ресурсов.

Естественно, если ресурсы не лимитированы, отпадает смысл в их ограничении. Возможен такой вариант, когда объем одного, нескольких или всех ресурсов не задается, а определяется в результате решения задачи. При этом ограничения ставятся не на ресурсы, а на заданные объемы производства продукции.

Ограничения на интенсивность переменных могут быть типа «не меньше» или «не больше». Они ставят пределы объемам производства снизу и сверху. Часто употребляются ограничения типа «от и до», очерчивающие интервал допустимых изменений в интенсивности способа.

Для каждой задачи разрабатывается своя система лимитов в зависимости от конкретных условий, отражаемых в ней. Но есть общие требования для задач одного и того же класса. Например, в задачах по размещению производства растениеводческой продукции, чтобы не нарушить агротехнические требования к структуре посевных площадей, устанавливаются лимиты типа «не больше» для зерновых в целом. Если зерновые будут занимать свыше $2/3$, то на какой-то площади зерновые будут возделываться более двух лет подряд. Поэтому, например, для условий Сибири, как правило, устанавливается лимит по зерновым не более 70% посевной площади.

Ряд лимитов «не больше» определяется организационно-экономическими условиями и требованиями производства. Так, исходя из наличия трудовых ресурсов и уровня механизации, определяются максимально возможные посевные площади под трудоемкими культурами: картофелем, овощами; площадь под горохом на зерно лимитируют трудности

его уборки и т. д. Подобные лимиты могут быть установлены, исходя из возможностей хранения и реализации продукции.

Чтобы обеспечить производство продукции в нужном ассортименте по продукции явно или предположительно неэффективной, но необходимой для удовлетворения внутрихозяйственных нужд, устанавливаются лимиты типа «не меньше». Лимиты типа «не меньше» обеспечивают производство продукции в минимально необходимом размере независимо от ее эффективности и влияния на целевую функцию.

По отраслям животноводства лимиты «сверху» при перспективном планировании устанавливаются, исходя, главным образом, из выделяемых капитальных вложений, а по некоторым отраслям - из возможного естественного прироста животных. При планировании на текущий период основными факторами, имитирующими развитие отрасли, выступают возможности естественного прироста поголовья животных, ресурсы кормов, труда и наличие животноводческих помещений. Минимальный предел развития отрасли определяется производством необходимого количества скоропортящейся и малотранспортабельной продукции животноводства (молоко, диетические яйца и диетическое мясо) в пригородных зонах.

До введения ограничений в матрицу целесообразно сделать некоторые предварительные расчеты с тем, чтобы выяснить, хотя бы приблизительно, значение каждого ограничения, его влияние на результат решения задачи. В зависимости от степени влияния ограничения на формирование результатов определяется, какие из них являются обязательными и какие не влияют на процесс решения или их влияние незначительно, а следовательно, их в матрицу можно не вводить.

Критерий оптимальности. Важнейшим требованием при решении задач размещения является определение критерия оптимальности или признака, по которому производится оценка полученного решения.

Критерий развития производства определяется его целью.

Однако в конкретных экономических задачах не представляется возможным выразить эффективность принятых решений и проводимых мероприятий через этот общий критерий. В этом случае приходится использовать ряд частных критериев, которые косвенно выражают требования общего критерия экономического развития.

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.

Сформулированная цель решения задачи и выявление условий, при которых достигается цель - выражаются в виде линейных уравнений или неравенств, т. е. конструируется экономико-математическая модель.

Подготовка исходной информации. Математические методы предъявляют повышенные требования к исходной информации.

Деление условий задачи на потребности и ресурсы определяют такое же деление в формировании исходных данных. В задачах на минимум затрат потребности производства продукции задаются.

Для определения объемов, задаваемых системам более низкого порядка, можно решать итерациями серию задач по размещению сельскохозяйственного производства, начиная с крупных регионов и доводя решение до отдельных предприятий.

Показатели объемов имеющихся ресурсов: земли, основных средств, труда и других вводятся в задачу, как ограничения, а нормативы их затрат на единицу продукции - как коэффициенты при переменных.

5 Постановка задачи оптимизации отраслевой структуры сельского хозяйства региона с учетом воспроизводства почвенного плодородия

Постановка задачи оптимизации отраслевой структуры сельского хозяйства региона с учетом воспроизводства почвенного плодородия выглядит следующим образом:

Максимизировать чистый финансовый результат от деятельности сельского хозяйства региона:

$$\sum_{s \in S} \left(\sum_{l \in L} c_{sl} p_{sl} x_{sl} - \bar{c}_s (x_{1s} - x_{2s} - x_{3s}) \right) + \sum_{s \in S} \sum_{l \in L} c_{sl} x_{2sl} + \sum_{h \in H} c_h x_h \rightarrow \max \quad (1)$$

$$S = \bar{S} \cup \overset{=}{S}$$

где: c_{sl}, c_s, c_h - прибыль, получаемая с 1 т растениеводческой продукции s – го вида, возделываемой по l –й технологии, средняя цена реализации продукции s – го вида при межрегиональном обмене на региональном рынке, прибыль с одной структурной головы в животноводстве, соответственно;

p_{sl}, x_{sl} - урожайность и посевная площадь s – й культуры, возделываемой по l -1 технологии;

x_h - поголовье животных h – го вида;

x_{1s}, x_{2s}, x_{3s} - ввоз в регион продукции s – го вида, ее вывоз, использование продукции для нужд животноводства, соответственно;

L – множество технологий, отличающихся друг от друга дозами удобрений, удельными затратами, величиной урожайности;

$\bar{S}$ - множество видов полевых сельскохозяйственных культур, которые могут быть использованы и как товарная продукция и как корма;

$\overset{=}{S}$ - множество сельскохозяйственных культур только кормового назначения, включая пастбища и сенокосы;

H – множество видов сельскохозяйственных животных.

В выражении (1) первый член представляет собой прибыль от реализации растениеводческой продукции за вычетом кормов, которые по своим свойствам могут полностью замещать товарную продукцию этого же вида и, поэтому, приводят к эквивалентному уменьшению прибыли, далее идут денежные поступления от операций межрегионального обмена. При этом цена купли-продажи принята одинаковой, а все операционные затраты учтены в цене.

Второй член представляет собой прибыль от операций на рынке кормовых средств, которые не могут быть использованы иначе, чем корма (силос, клубнеплоды, сено, сенаж).

Третья составляющая критерия – прибыль от реализации животноводческой продукции.

Запишем уравнения балансов растениеводческой и животноводческой продукции.

$$\sum_{l \in L} p_{sl} x_{sl} - \pi_s + x_{1s} - x_{2s} - x_{3s} = 0, \forall s \in \bar{S} \quad (2)$$

$$p_h x_h - \pi_h + x_{1h} - x_{2h} = 0, \forall h \in H, \quad (3)$$

где x_{sl}, x_h - искомые площади сельскохозяйственных культур как товарного, так и кормового назначения, возделываемых на пашне, а также поголовье сельскохозяйственных животных, соответственно;

$p_h, \pi_s, \pi_h, x_{1s}, x_{2s}, x_{1h}, x_{2h}, x_{3s}$ - выход товарной продукции животноводства с одной структурной головы, внутри региональное потребление продукции растениеводства и животноводства, ее ввоз и вывоз из региона, использование для кормовых целей, соответственно.

Баланс продукции в натуре, получаемой с кормовых севооборотов и угодий, складывается из производства растениеводческой продукции в натуре, потребления ее блоком кормопроизводства; допускается также межрегиональный обмен:

$$\sum_{l \in L} p_{sl} x_{sl} - x_{3s} + x_{1s} - x_{2s} = 0, s \in \bar{S} \quad (4)$$

В (4) p_{sl} - выход кормов с единицы площади s -й культуры (или угодий) кормового севооборота, полученных с применением l -й технологии.

Все кормовые средства, получаемые из разных источников, сведем в четыре группы кормов: грубые, сочные, концентрированные и зеленые.

К грубым кормам будем относить сено и сенаж, полученные как с естественных угодий, так и с полей кормовых севооборотов, занятых однолетними и многолетними травами; солому в качестве кормового средства не рассматриваем (будем считать, что потребность в соломе на подстилку в виде добавок при силосовании зеленки с высоким содержанием влаги и пр. удовлетворяется).

В группу сочных кормов входят силос, полученный из разных источников (угодья+одно- и многолетние травы, силосные культуры), а также корнеклубнеплоды.

Все зернобобовые культуры образуют группу концентратов. Зеленые корма в летний период в качестве источников имеют угодья, одно – и многолетние травы комовых севооборотов. По каждой группе рассчитаем средневзвешенное содержание сухого вещества, обменную энергию, переваримый протеин, а также концентрацию обменной энергии на единицу сухого вещества. Эти показатели потребуются для оценки продуктивного действия кормовой базы в отраслях животноводства.

Определим потребность сельскохозяйственных животных в питательных веществах рационов кормления, необходимых для производства животноводческой продукции в регионе:

$$\sum_{s \in S} v_{si} x_{3s} - \sum_{r \in R} \left\{ \sum_{h \in H} n_{hri} x_h + v_{ri} (x_{1r} - x_{2r}) \right\} \geq 0, r \in R, s \in S = \bar{S} \cup \bar{\bar{S}}, i \in I \quad (5)$$

где I - множество видов питательных веществ рационов животных, учитываемых в зоотехнических требованиях;

n_{hri} - норма потребления 1 структурной головой h –го вида животных i -го вида питательных веществ, содержащихся в r – й группе кормов;

v_{si}, v_{ri} - удельное содержание i -го питательного вещества в s – м виде корма и в кормах r –й группы кормовых средств, соответственно.

Введем ряд ограничений, выделяющих множество допустимых решений.

Ограничение площадей, выделяемых для возделывания полевых культур (товарные и кормового назначения) запишем в виде:

$$\sum_{s \in \bar{S}} x_s (1 + \alpha_s) \leq F_1$$

$$\sum_{l \in L} x_{sl} = x_s \forall s \in \bar{S} \quad (6)$$

То же для культур кормовых севооборотов и угодий:

$$\sum_{s \in \bar{S}} x_s (1 + \alpha_s) \leq F - F_1 \quad \sum_{l \in L} x_{sl} = x_s \forall s \in \bar{S} \quad (7)$$

F_1, F, α_s площади, выделяемые для возделывания полевых культур (товарные и корма), общая площадь (площадь полевых культур только кормового назначения и угодий), доля посевных площадей, используемая для производства семенного материала s –й культуры, соответственно.

Ограничение по трудовым ресурсам в растениеводстве:

$$\sum_{s \in S} \sum_{l \in L} x_{sl} (1 + \alpha_s) f_{2sl} \leq F_2, S = \bar{S} \cup \bar{S} \quad (8)$$

F_2, f_{2sl} - трудовые ресурсы в растениеводстве и кормопроизводстве, затраты труда на единицу посевной площади, соответственно. Суммирование по индексу технологий введено для учета роста затрат труда с ростом урожайностей.

То же в животноводстве:

$$\sum_{h \in H} x_h f_{3s} \leq F_3 \quad (9)$$

Ограничение размера отраслей растениеводства из севооборотных соображений:

$$\Lambda_m^{\min} \leq \sum_{s \in \Omega_m} x_s (1 + \alpha_s) \leq \Lambda_m^{\max}, \quad (10)$$

где $\Omega_m, \Lambda_m^{\min}, \Lambda_m^{\max}$ - множество сельскохозяйственных культур, относящихся к m –й агротехнической группе (сплошного сева, подсолнечник, прочие пропашные, многолетние травы по годам использования),

$\Lambda_m^{\min}, \Lambda_m^{\max}$ - минимальная и максимальная площади, которые могут занимать культуры m –й группы в системе региональных севооборотов,

$$\begin{aligned} \Lambda_m^{\min} &= \lambda_m^{\min} F, \\ \Lambda_m^{\max} &= \lambda_m^{\max} F \end{aligned} \quad (11)$$

$\lambda_m^{\min}, \lambda_m^{\max}$ - доли названных групп сельскохозяйственных культур от общей площади пашни региона F , соответственно.

Ограничение по количеству используемых минеральных удобрений:

$$\sum_{s \in S} \sum_{l \in L} D_{sl} x_{sl} \leq \Theta, \quad (12)$$

где D_{sl} -доза НРК в действующем веществе, вносимая в рамках l –й технологии под s –ю полевою культурой или кормовые угодья;

Θ - фонд минеральных удобрений региона.

Ограничение по воспроизводству почвенного плодородия:

В качестве базового показателя почвенного плодородия используем прирост гумуса, оценку которого выполним в соответствие с Методическими рекомендациями “Регулирование баланса гумуса почв на основе исследования информационной базы длительных опытов”, ВНИИМС, 1992 г.).

Уравнение баланса гумуса записывается в следующем виде:

$$\Delta C = a_0 + a_1(k_3 \delta_3 + k_2 \delta_2 \delta_4^{0,005} + (k_{11} \delta_{11} + k_{12} \delta_{12} + k_5 \delta_5) / \delta_4^{0,005}), \quad (13)$$

где ΔC - изменение содержания гумуса в течение одного периода вегетации;
 a_0, a_1 - постоянные коэффициенты, определяемые опытным путем при подгонке модели;

$k_3, k_2, k_{11}, k_{12}, k_5$ - функциональные параметры, имеющие следующий вид:

$$k_i = \rho_i (1 - \exp(\sigma_i + \theta_i C)),$$

где $k_i = \rho_i (1 - \exp(\sigma_i + \theta_i C))$ - постоянные коэффициенты, зависящие от типа почв и механического состава почвогрунта;

δ_5 - доля посевных площадей, занятых культурами сплошного сева, %;

δ_2 - то же многолетними травами;

δ_{11} - то же пропашными культурами;

δ_{12} - то же чистыми парами;

δ_4 - средняя доза азотных удобрений, кг.дв./га;

δ_3 - количество органических удобрений, вносимых в среднем ежегодно на 1 га пашни, т (при влажности 75 %).

Внутрирегиональное потребление товарной растениеводческой и животноводческой продукции π_s, π_h , входящее в соотношения (2-3), может быть определено, по меньшей мере, двумя способами:

- О на основе региональных балансов наблюдаемых статистикой видов сельскохозяйственного сырья и продовольствия (внутрихозяйственное потребление + промышленная переработка + личное потребление);
- О с использованием функций конечного потребления с региональной дифференциацией. Эти функции построены для основных групп продовольствия и отражают зависимости потребления от цен и душевых доходов населения региона. Для тех видов продовольствия, для которых отсутствуют регулярные данные о региональном потреблении и ценах реализации, могут быть использованы оценки, полученные из нерегулярных источников.

Переход от исходного состояния региональной агропродовольственной системы к новому состоянию, характеризующемуся более высоким уровнем использования биоклиматического потенциала, не может произойти мгновенно. Такая трансформация потребует изменений в отраслевой структуре сельского хозяйства региона, технологической базе, подборе сортового состава возделываемых культурных растений, корректировки размеров отраслей животноводства и многого другого. По сути дела, речь идет об обосновании стратегии развития АПС на некотором, пока не определенном интервале времени. Ясно также, что сама возможность такого маневра потребует материально-денежных затрат от самих товаропроизводителей, участия внешних инвесторов, а также определенной переориентации направлений господдержки.

Определим вначале понятие **стратегического направления**, из которых, собственно, и состоит любая стратегия.

Под стратегическим направлением в дальнейшем будем понимать упорядоченную на интервале стратегического планирования последовательность проектов, приводящих к трансформации существующей вначале агропродовольственной системы в направлении более рационального использования агроэкологического потенциала регионов с учетом социально-экономических факторов, воздействующих на функционирование АПС.

Опишем схематичный алгоритм, реализация которого приводит к формированию стратегических направлений развития сельского хозяйства регионов и в целом решает задачу его размещения по территории страны.

1. Задать интервал стратегического планирования развития сельского хозяйства, единый для всех регионов.
2. Для i -го региона:
 - 2.1 сформировать список возделываемых культур, выбирая их из реестра районированных сортов;

- 2.2 сформировать список перспективных технологических способов производства сельскохозяйственных культур (не менее двух на каждую);
- 2.3 актуализировать список отраслей животноводства;
- 2.4 сформировать список перспективных технологических способов производства животноводческой продукции по ее видам;
- 2.5 используя данные региональной статистики, сформировать базу данных, содержащую сведения, достаточные для построения экономико-математической модели оптимизации отраслевой структуры сельского хозяйства региона по критерию максимизации совокупной прибыли;
- 2.6 решить прямую и двойственную ЛП - задачи оптимизации отраслевой структуры сельского хозяйства региона, определив, таким образом, распределение объемов сельскохозяйственной продукции по технологическим способам ее производства;
- 2.7 выбрать из решения двойственной ЛП – задачи значения теневых цен на производственные ресурсы и ранжировать их по убыванию;
- 2.8 определить значения удельных инвестиций для единичного изменения величины дефицитных ресурсов (для делимых инвестиционных проектов), выбрав для этого из электронной базы проектов соответствующий прототип и осуществив его параметрическую «привязку» к региональным условиям;
- 2.9 оценить инвестиционные возможности по группам инвесторов: сельхозтоваропроизводители, внешние инвесторы, государственные инвестиции; последние задать в нескольких равноотстоящих точках интервала $[0, Ing]$, где Ing – характерный размер интегральной (по всем мероприятиям Госпрограммы) поддержки из консолидированного бюджета;

2.10 каждому дефицитному производственному ресурсу в соответствии с п. 2.7, начиная с начала списка, сопоставить инвестиционный проект (не масштабируемый по своей природе или делимый) и определить зависимость срока его окупаемости и прироста прибыли в зависимости от объемов господдержки (2.9);

2.11 в случае, если прирост прибыли превысит правую границу устойчивости предыдущего решения ЛП – задачи, перейти к (2.6). В случае неделимого инвестиционного проекта, который может быть профинансирован, определить точечные значения срока окупаемости и прироста прибыли. Если ресурсов для его реализации недостаточно, проверить условие не превышения интервала стратегического планирования. Если превышения нет, то выбрать следующий вид ресурса и его теневую цену из (2.7). В противном случае перейти к (2.11);

2.12 построить аппроксимации зависимостей сроков окупаемости проектов и приростов прибылей от размеров господдержки в интервале $[0, Ing]$, (2.9). Если есть регионы, не определившие стратегические направления развития сельского хозяйства, то положить $i=i+1$ и перейти к (2.1). Иначе к (3);

2.13 решить задачу оптимального распределения консолидированного бюджета господдержки сельского хозяйства по регионам России, используя результаты (2.11) и откорректировать на этой основе производство продукции сельского хозяйства по годам интервала стратегического планирования.

3. Определить дефициты и профициты сельскохозяйственной продукции в регионах России как разность между внутри региональным потреблением и собственным производством.

4. Сформировать экономико-математическую модель транспортной задач, добавив в схему перевозок таможенные пункты, через которые осуществляется (или планируется в стратегической перспективе) производить внешнеэкономические операции с продовольствием.

5. Решить серию транспортных задач с шагом в 1 год на интервале стратегического планирования и определить, таким образом, структуру и объемы межрегионального и внешнеэкономического обмена продовольствием.

Из приведенного алгоритма следует, что для его реализации потребуется синхронизировать два процесса: стратегическое планирование развития региональных АПС с его корректировкой за счет ограничений, накладываемых задачами размещения. Как уже утверждалось эту сложную проблему нельзя решить без адекватного инструментария, включающего в себя информационную технологию и систему сценариев, в форме которых будут реализованы результаты данного исследования.

6 Формирование информационной базы экономико-математической модели размещения сельского хозяйства

Как было показано в разделе 3, типология задач размещения довольно обширна и требует адекватной структуры информационного обеспечения.

В этом разделе рассмотрим только вариант задачи размещения сельского хозяйства по регионам России, где в качестве критерия оптимальности используется суммарный чистый доход от сельскохозяйственной деятельности за вычетом транспортных затрат на межрегиональный и внешнеэкономический обмен. Обсудим проблему информационного обеспечения указанной задачи на концептуальном уровне.

Национальное сельское хозяйство представляет собой инерционную экономическую систему, трансформация которой в более эффективное состояние займет некоторое, неопределенное пока время. На этом временном промежутке будут протекать процессы развития и модернизации, как под воздействием факторов эндогенного характера, так и под влиянием мер аграрной политики. Это обстоятельство порождает потребность в прогнозировании многих характеристик социально-экономического окружения отраслей сельского хозяйства в регионах. Речь идет о многовариантных прогнозах, множество которых должно включать как инерционную динамику эволюции сельского хозяйства, так и прогнозировании различных сочетаний упомянутых характеристик социально-экономического окружения модели размещения.

Нормативная часть информационного обеспечения должна содержать все необходимое для описания производственных возможностей совокупности агропродовольственных систем регионов. Технологическое развитие отраслей сельского хозяйства в регионах, с позиции модельного представления состоит во введении, наряду с современными, перспективных технологических способов производства растениеводческой и животноводческой продукции. Таким образом, важной и довольно трудоемкой частью информационного обеспечения модели размещения

является раздел нормативной информации, содержащий параметры существующих и инновационных технологий сельскохозяйственного производства. Помимо этого в состав нормативной информации должны входить обоснованные с медицинских позиций параметры душевого потребления продовольствия, требования Доктрины продовольственной безопасности и другие показатели, необходимые для описания экономико-математической модели размещения сельского хозяйства. На рисунке 1 приведена структурная схема информационного обеспечения модели.



Рисунок 1 - Схема информационного обеспечения модели размещения сельского хозяйства по регионам Российской Федерации.

Рассмотрим кратко возможные варианты прогнозирования показателей социально-экономического окружения экономико-математической модели размещения сельского хозяйства. Наиболее распространенным и общеупотребительным следует признать способы прогнозирования показателей, предыстория которых задана в виде динамических рядов. К таковым можно отнести все перечисленные в левой части рисунка 1 величины, кроме объемов государственной поддержки сельского хозяйства, размер которых зависит от плановых значений в «Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», хотя по факту может и отличаться от последнего.

Анализ временных рядов представляет собой хорошо развитое научное направление в эконометрике, включающее большое количество процедур оценки параметров, критериев, методов и приемов, и обоснованный выбор конкретного способа прогнозирования одномерного временного ряда всякий раз представляет собой уникальную задачу.

В простейшем случае для прогнозирования одномерных динамических рядов применяют разнообразные методы выделения тренда и представление его подходящими аналитическими выражениями с оценкой параметров с помощью МНК; варианты прогнозы получают варьированием темпов роста по отношению к инерционной динамике.

Альтернативой к сказанному выше может быть построение факторных моделей с последующим прогнозированием динамики факторов. Такой подход часто применим к прогнозированию следующих показателей:

- численность населения с помощью моделей демографического воспроизводства;
- душевое потребление продовольствия как функции душевых доходов населения и цен на потребление прогнозируемого продукта, а также на продукты-субституты;

- зависимости цен на минеральные удобрения от мировых цен на нефть;
- площади, отводимые под возделывание сельскохозяйственных культур, представленные в виде регрессионных уравнений от доходности и числа сельскохозяйственной техники узкого звена на 100 га;
- мировые цены на продовольствие как решение модели частичного равновесия (Aglink&Cosimo).

Использование перечисленных факторных зависимостей в информационном обеспечении экономико-математической модели размещения существенно расширяет возможности построения вариантов прогноза показателей, вариация которых теперь зависит от входящих в зависимости факторов. Примеры построения и использования перечисленных факторных зависимостей содержатся в [15].

В разделе **нормативной информации** наибольшую роль играют параметры, характеризующие вводимые в рассмотрение технологические способы производства продукции сельского хозяйства. Технология возделывания и уборки сельскохозяйственной культуры в конкретном регионе задается следующими параметрами: доза NPK в действующем веществе – урожайность – денежно-материальные затраты на 1 га.- затраты труда, чел-час./ тонну.

Связь между урожайностью сельскохозяйственных культур и дозами минеральных удобрений можно определить, по меньшей мере, двумя способами. Первый способ содержится в методике программирования урожайности [16], второй основан на построении производственных функций, полученных в результате статистической обработки данных географической сети опытов с удобрениями [17]. Статистическая обработка этих данных и построение регрессионных зависимостей позволяют получить соотношения следующего вида:

$$Y = Y_0 + \Delta Y(N, P, K, H), \quad (14)$$

где $Y_0, \Delta Y(N, P, K, H)$ -урожайность без удобрений и прирост урожайности от применения минеральных (NPK) и органических (H) удобрений. Так, например, в [18] в серии полевых опытов с озимой пшеницей была установлена связь между дозами минеральных и органических удобрений:

$$Y=24,26+6,68N^{0.5}-1,33N+1,74P^{0.5}+3,13H^{0.5}-1,22(PH)^{0.5}; R=0,92. \quad (15)$$

По данным многочисленных полевых опытов Географической сети ВИУА, оплата 1 кг д. в. минеральных удобрений прибавками урожая основной продукции (кг) озимой пшеницы составляет: 3,5-6,5, озимой ржи 3,5-6,2, яровой пшеницы 3,4-6,0, ячменя 3,2-8,0, овса 2,5-7,0, кукурузы 2,2-7,0, риса 5,7-12,0, картофеля 20-50, сахарной свеклы 18-70, льносоломы 4,0-8,5, подсолнечника 2,0-4,0, овощей 10-50, сена трав 7-25, плодов и ягод 10-35. Наиболее высокая эффективность удобрений характерна для Нечерноземной зоны, где при внесении оптимальных доз минеральных удобрений прибавки урожайности с 1 га составляют: зерна 8-16 ц, картофеля 60-80, сена многолетних трав 15— 25, кормовых корнеплодов 90-160, зеленой массы культурных пастбищ 50-140 ц и более [19].

Эффективность органических удобрений также существенно зависит от почвенно-климатических условий. В Нечерноземной зоне внесение 30-40 т/га навоза обеспечивает прибавку урожая зерновых — 5-8 ц, картофеля — 60-75, овощей — 60-120 ц/га, в степных районах его эффективность значительно ниже.

Учитывая трудности, которые возникают на этапе сбора фактических данных о денежно-материальных затратах и затратах труда для всех пар «культура-регион», может быть предложен способ пересчета значений этих величин, достоверно измеренных для отдельных регионов. Для этого предлагается использовать регрессионные уравнения статистических зависимостей величины видов затрат на производство конкретного вида сельскохозяйственной продукции от значений средней температуры июля.

$$Z_i = a_i / t + b_i \ln t + c_i, \quad (16)$$

где Z_i – затраты на гектар убранной площади в растениеводстве в тысячах рублей;

t - средняя температура июля, в градусах по Цельсию;

a_i, b_i, c_i - коэффициенты регрессии.

Параметры регрессионных уравнений были рассчитаны с помощью пакета *Statistica 6.0*. Результаты по видам затрат для картофеля и зерна приведены ниже в таблицах и графиках.

Таблица 2 – Итоги расчета параметров регрессии величины средних по региону затрат всего по картофелю на гектар убранной площади в тысячах рублей от величины средней по региону температуры июля, в градусах по Цельсию

R= 0,937 R ² = 0,879 Скорректир. R ² = 0,859 F(2,12)=43,493 p<,00000 Станд.ошибка оценки: 32,444						
	В	Стд. ош. β	В	Стд. ош. В	t(12)	p-уров.
c			-4677,36	855,670	-5,466	0,00014
a	4,565	0,721	22678,60	3582,799	6,329	0,00003
b	3,832	0,721	1197,22	225,310	5,313	0,00018



Рисунок 2 – Графики фактических и расчетных значений средних затрат всего по картофелю на гектар убранной площади в тысячах рублей.

Таблица 3 – Итоги расчета параметров регрессии величины средних по региону затрат на оплату труда с отчислениями на социальные нужды по картофелю на гектар убранной площади в тысячах рублей от величины средней по региону температуры июля, в градусах по Цельсию

$R = 0,905$ $R^2 = 0,819$ Скорректир. $R^2 = 0,789$ $F(2,12) = 27,156$ $p < ,00004$ Станд. ошибка оценки: 2,664						
	В	Стд.ош. β	В	Стд.ош. В	t(12)	p-уров.
c			-173,108	70,266	-2,463	0,029
b	2,102	0,881	44,143	18,502	2,385	0,034
a	2,938	0,881	980,945	294,215	3,334	0,005



Рисунок 3 – Графики фактических и расчетных значений средних затрат на оплату труда с отчислениями на социальные нужды по картофелю на гектар убранной площади в тысячах рублей

Таблица 4 – Итоги расчета параметров регрессии величины средних по региону материальных затрат по картофелю на гектар убранной площади в тысячах рублей от величины средней по региону температуры июля, в градусах по Цельсию

R= 0,92 R ² = 0,847 Скорректир. R ² = 0,821						
F(2,12)=33,207 p<0,00001 Станд. ошибка оценки: 35,355						
	β	Стд. ош. β	B	Стд. ош. B	t(12)	p-уров.
c			-4801,610	932,459	-5,149	0,0002
b	4,066	0,81	1231,860	245,529	5,017	0,0003
a	4,751	0,81	22891,26	3904,33	5,863	0,0001



Рисунок 4 – Графики фактических и расчетных значений средних материальных затрат по картофелю на гектар убранной площади в тысячах рублей

Таблица 5 – Итоги расчета параметров регрессии величины средних по региону затрат всего по зерну на гектар убранной площади в тысячах рублей от величины средней по региону температуры июля, в градусах по Цельсию

$R = 0,914$ $R^2 = 0,835$ Скорректир. $R^2 = 0,802$ $F(2,10)=25,352$ $p < 0,00012$ Станд. ошибка оценки: 1,561						
	β	Стд. ош. β	B	Стд. ош. B	t(10)	p-уров.
c			-381,506	84,536	-4,516	0,001
b	5,935	1,327	96,668	21,620	4,471	0,001
a	6,619	1,327	1942,99	389,69	4,986	0,0005



Рисунок 5 – Графики фактических и расчетных значений средних затрат всего по зерну на гектар убранной площади в тысячах рублей.

Таблица 6 – Итоги расчета параметров регрессии величины средних по региону затрат на оплату труда с отчислениями на социальные нужды по зерну на гектар убранной площади в тысячах рублей от величины средней по региону температуры июля, в градусах по Цельсию

$R = 0,945$ $R^2 = 0,894$ Скорректир. $R^2 = 0,87$ $F(2,9) = 37,831$ $p < 0,00004$ Станд. ошибка оценки: 0,169						
	В	Стд. ош. β	В	Стд. ош. В	t(9)	p-уров.
C			-81,183	11,89	-6,828	0,00008
B	8,465	1,247	20,473	3,013	6,794	0,00008
A	9,023	1,247	409,10	56,49	7,242	0,00005



Рисунок 6 – Графики фактических и расчетных значений средних затрат на оплату труда с отчислениями на социальные нужды по картофелю на гектар убранной площади в тысячах рублей

Таблица 7 – Итоги расчета параметров регрессии величины средних по региону материальных затрат по зерну на гектар убранной площади в тысячах рублей от величины средней по региону температуры июля, в градусах по Цельсию

R= 0,882 R ² = 0,778 Скорректир. R ² = 0,729						
F(2,9)=15,79 p< 0,0011 Станд. ошибка оценки: 0,875						
	B	Стд. ош. β	B	Стд. ош. B	t(9)	p-уров.
c			-217,978	61,381	-3,551	0,006
b	6,409	1,799	55,410	15,556	3,56	0,006
a	7,067	1,799	1145,36	291,63	3,927	0,003

При решении задачи размещения в структуру экономико-математической модели вводятся различные технологические способы производства, отличающиеся выше перечисленными параметрами, которые, в конечном итоге, и определяют их эффективность. Элементы затрат (денежно материальных и трудовых) различных способов производства определяются на базе соответствующих технологических карт возделывания и уборки сельскохозяйственных культур в регионах.

Нормативы затрат кормов и переваримого протеина для коров молочного стада определим по формулам, полученным при аппроксимации табличного материала.

$$E_U = 0,0084U + 10,184, R^2 = 0,996 \quad (17)$$

$$PT = 0,1249E_U - 0,9735, R^2 = 0,999, \quad (18)$$

где E_U – норма годового потребления энергии рациона, ц.к.е;

U - годовой надой, кг; $U_m \in [2500; 6000]$

PT -норма потребления переваримого протеина, ц.

Нормативы затрат кормов и переваримого протеина на получение продукции выращивания в годовом исчислении можно определить по формулам:

$$E_m = -0,0001m^2 + 0,1309m - 3,7123, R^2 = 0,99, \quad (19)$$

где m - продукция выращивания, кг/гол/год;

E_m - затраты энергии рациона, ц.к.е. на продукцию выращивания КРС на откорме.

Связь между продукцией выращивания, (кг/гол/год) и потребным количеством переваримого протеина, (ц) задается в следующем виде:

$$PT_m = 0,00744m + 0,24, \quad (20)$$

где PT_m -норма потребления переваримого протеина на продукцию выращивания КРС.

Нормативы затрат энергии на продукцию выращивания в свиноводстве (полнорационные комбикорма):

$$E_{cv} = 0,0249m_{cv} + 4,04 \quad (21)$$

Затраты протеина:

$$PT_{cv} = 67,72 \ln(E_{cv}) - 250,08, \quad (22)$$

где E_{cv} - норматив затрат энергии, ц.к.е;

PT_{cv} - норматив затрат переваримого протеина, кг.

В зависимости от направлений овцеводства годовая потребность в энергии на 1 овцу на начало года изменяется от 5,6 до 7,1 ц.к.е. Выход мяса по регионам меняется от 16 до 39 кг.

Нормативы затрат кормов на продукцию в птицеводстве варьируют незначительно в силу существенно более высокого технологического уровня.

Источником нормативов капитальных затрат на технологические трансформации являются соответствующие инвестиционные проекты.

Использование перечисленных факторных зависимостей в информационном обеспечении экономико-математической модели размещения существенно расширяет возможности построения вариантов прогноза показателей, вариация которых теперь зависит от входящих в зависимости факторов. Примеры построения и использования перечисленных факторных зависимостей содержатся в [15].

7 Методологические подходы к проблеме моделирования межрегиональных потоков продовольствия

Теории межрегиональных экономических отношений тесно переплетаются с теориями международной торговли и международной экономической интеграции. Близость указанных теорий предопределяется сходством основных понятий, факторов, проблем, методологии анализа.

Теоретическая экономика в процессе своего развития по-разному отвечала на вопрос, почему регионы специализируются на производстве и вывозе определенных товаров. Для того чтобы подробнее изучить развитие теоретических взглядов в этой области, необходимо рассмотреть формирование ключевых в этой области теорий межрегиональной торговли Смита-Рикардо и Хекшера-Олина, а также проанализировать направления их переосмысления современными экономистами [20].

Торговля между регионами на международном уровне, а также их торговля друг с другом гораздо свободнее, чем межгосударственная, и это факт. Внутри страны расстояния между рынками, как правило, меньше (но не обязательно, например, для таких стран, как США, Россия и т.п.), а также институциональные и денежные условия несравненно более однородны. Они имеют одну и ту же денежную единицу, интегрированный рынок капиталов и общую банковскую систему, что, без сомнения, содействует торговле. Практически отсутствуют аналоги и сами международные барьеры, которые препятствуют свободной торговле, хотя некоторое неравенство условий все же существует из-за проведения государством региональной политики (развитие «отстающих», содействие рынку труда, а также и прежде всего, государственные финансовые субсидии).

На поверхности лежит тот факт, что регионы зависят от торговли для поддержания их экономического благополучия, а ее интенсивность (при прочих равных условиях), вероятно, будет увеличиваться, а не уменьшаться. Таким образом, понимание того, почему некоторые регионы являются более

успешными в торговле, чем другие, имеет важное значение для экономистов, плановиков и лиц, определяющих региональную политику. Международные торговые теории играют важную роль в региональном контексте, однако, нет единого объяснения региональной торговой специализации, и существует много теорий и идей относительно того, почему это так.

Теоретические принципы производственной специализации регионов и межрегиональной торговли формально (понятийно, терминологически) были впервые выведены в рамках теорий международных экономических отношений, т.е. международниками, а не регионалистами. В связи с этим необходимо назвать классиков английской политической экономики А. Смита и Д. Риккардо и шведских экономистов Э. Хекшера и Б. Олина. Основные выводы международных и межрегиональных теорий Смита - Риккардо и Хекшера - Олина получены с системе постулатов межрегиональных отношений, несмотря на то, что их авторы в своих поясняющих примерах упоминают об Англии, Шотландии, Португалии и приводят другие международные примеры. Безусловно, выводы, о которых идет речь, применимы и к международным отношениям (в большей степени это касается валютных и торговых союзов, общих рынков), но они требуют дополнений и корректировок, учитывающих специфику именно международных отношений (включение валютных, таможенных, институциональных и других условий).

Модель торговли по А. Смиту [21] построена на следующих предпосылках и допущениях: труд - единственный производственный фактор; полная занятость трудовых ресурсов в производстве; в международной торговле участвуют только две страны и два товара; издержки производства постоянны, а их снижение увеличивает спрос; цена одного товара выражена в количестве труда, затраченного на производство другого; расходы по перевозке товаров равны нулю; внешняя торговля свободна от ограничений.

Теория абсолютных преимуществ, представленная на этой модели, состоит в том по А.Смиту, что страны экспортируют те товары, которые они производят с меньшими издержками (в производстве которых они имеют абсолютное преимущество), а импортируют те товары, которые производятся другими странами с меньшими издержками (в производстве которых преимущество принадлежит их торговым партнерам).

Каждая страна (регион) должна специализироваться на производстве и продаже того товара, по которому она обладает абсолютным преимуществом. Если она сконцентрирует свои ресурсы на производстве только таких товаров и откажется от производства товаров, по которым страна (регион) не обладает абсолютными преимуществами, то это приведет к увеличению объемов производства и потребления товаров в сотрудничающих странах (регионах).

Д.Рикардо [22] продвинулся в теории существенно дальше А.Смита. Он показал, что абсолютные преимущества представляют собой лишь частный случай. Рикардо доказал, что производственная специализация выгодна даже при отсутствии абсолютных преимуществ, если у страны или региона имеются сравнительные преимущества в данном виде производства, а именно, это должно быть производство товара с большей сравнительной эффективностью. Закон сравнительных преимуществ Рикардо гласит, что регион или страна специализируется на производстве тех товаров, по которым трудовые издержки сравнительно ниже, хотя по абсолютной величине они могут быть и несколько больше.

Рикардо приводит ставший классическим пример обмена английского сукна на португальское вино, в результате которого получают выгоду обе страны, даже если абсолютные издержки производства сукна и вина в Португалии ниже, чем в Англии. Он полностью абстрагируется от транспортных расходов и таможенных барьеров и ориентируется на относительно более низкую цену сукна в Англии по сравнению с Португалией, что объясняет его экспорт и относительно более низкую цену

вина в Португалии, что также объясняет экспорт последнего. В результате делается вывод, что свободная торговля ведёт к специализации в производстве каждой страны, развитию производства сравнительно преимущественных товаров, увеличению выпуска продукции во всём мире, а также к росту потребления в каждой стране.

Теория Хекшера – Олина, названа так по имени двух шведских экономистов – Эли Хекшера и Бертила Олина. Б.Олин создал теорию межрегиональной торговли на основе статьи своего учителя Хекшера и положений собственной докторской диссертации. Ее новизна заключалась в отказе от принципов трудовой теории стоимости, потерявшей свое значение в конце XIX в. Вначале Олин [23] рассмотрел экономику, состоящую из отдельных регионов, причем внутри регионов предполагалась совершенная мобильность факторов, а между ними – совершенная не мобильность. Затем он описал мировую торговлю как особый случай межрегиональной торговли. Теорема Хекшера – Олина гласит, что в условиях свободной торговли достигается равновесие цен факторов производства в различных странах, а в результате – и общее экономическое равновесие.

Из выводов Хекшера и Олина следует, что отстающие или развивающиеся страны (регионы), имеющие, как правило, сильный дефицит капитала и избыток рабочей силы, должны специализироваться на производстве и вывозе трудоемкой продукции. Развитые страны (регионы), накопившие большие массы функционирующего капитала (в том числе научно-технического), должны стремиться к вывозу капиталоемкой продукции. Страны (регионы), обладающие большими площадями сельскохозяйственных угодий и относительно низкой плотностью населения, заинтересованы в расширении вывоза сельскохозяйственной продукции. Заметим, что земля и другие естественные ресурсы являются немобильными факторами, а перемещаться могут только продукты их использования.

Основные допущения и интерпретации теории Хекшера — Олина подвергались проверке и корректировке в последующие десятилетия. В

частности, было установлено, что для выбора целесообразной структуры вывоза и ввоза товаров необходимо принимать во внимание не только прямые затраты производственных факторов, но и косвенные, сконцентрированные в потребляемых сырье и материалах. Эту аналитическую задачу реализовал много позже В. Леонтьев [24] на основе метода межотраслевого баланса (input-output analysis). Полученные им результаты вошли в историю как парадокс В. Леонтьева, опровергнувший теорию Хекшера-Олина. Исследуя внешнюю торговлю США, Леонтьев предположил, что доля капиталоемких товаров в экспорте будет расти, а трудоёмких — сокращаться. В действительности же при анализе торгового баланса США доля трудоёмких товаров не сокращалась. В этом и состояла суть парадокса. Разрешение парадокса Леонтьева состоит в том, что корректное исследование требует не двухфакторной, а многофакторной модели торговли. Трудоёмкость товаров, импортируемых США, довольно велика, но цена труда в стоимости товара значительно ниже, чем в экспортных поставках США. Капиталоемкость труда в США значительная, вместе с высокой производительностью труда это приводит к существенному влиянию цены труда в экспортных поставках. Нужно добавить, что доля трудоёмких поставок в экспорте США растёт опережающими темпами, подтверждая парадокс Леонтьева. Леонтьев провел статистическую проверку, которая показала, что США экспортируют товары, требующие более квалифицированного труда, чем импортные.

Это исследование послужило основой для создания американским экономистом Д. Кисингом [25] в 1956г. модели, учитывающей квалификацию рабочей силы. В производстве участвуют 3 фактора: капитал, квалифицированный и неквалифицированный труд. Относительно изобилие высококвалифицированной рабочей силы ведет к экспорту товаров, требующих большого количества квалифицированного труда.

В более поздних моделях западных экономистов использовалось 5 факторов: финансовый капитал, квалифицированный и

неквалифицированный труд, пригодные для сельскохозяйственного производства земельные угодья и другие естественные ресурсы.

Моделирование межрегионального обмена в межотраслевой постановке было реализовано в СССР В.В. Леонтьевым в 1963 году [24]. Тогда макроэкономическое моделирование разрабатывалось в Сибирском отделении АН СССР под руководством А.Г. Гранберга и др. Были реализованы межрегиональные межотраслевые модели. Они подкреплялись разработкой методологии стратегического регионального планирования с использованием программно-целевых методов.

Моделирование ввоза-вывоза продукции между регионами в СССР реализовалось так или иначе с помощью динамических модификаций межотраслевого баланса, транспортных моделей (которую использовали мы в наших исследованиях при разработке модели размещения сельского хозяйства по территории России), сетевых и графовых моделей. Серьезный провал произошел в исследованиях, посвященных проблеме моделирования межрегиональных обменов в российской науке из-за перехода к рыночной экономике, что вызвало необходимость изучения и применения зарубежных разработок в этом направлении и, прежде всего, гравитационной модели.

8 Моделирование межрегиональных торговых потоков ввоза-вывоза товаров – гравитационный подход

Реальное моделирование межрегиональных торговых потоков ввоза-вывоза товаров начинается с построения в 1962 году будущим Нобелевским лауреатом Яном Тинбергеном гравитационного уравнения [26, 27]. За почти 55 лет использования уравнение приобрело солидную репутацию хорошей имитации, а сам анализ заработал повсеместное уважение и вошел в основы микроэкономического анализа, что позволило ему перейти к стадии зрелости, когда уравнение гравитации «обернулось» гравитационной моделью, которая стала бесспорным лидером в литературе по оценке торговой политики [28]. В уравнении Тинбергена объём экспорта из одной страны в другую связан со следующими переменными: ВВП экспортирующей страны, ВВП импортирующей страны, географическое расстояние между двумя странами.

Тинберген, будучи доктором физических наук, при решении им задачи анализа международной торговли при отсутствии торговых ограничений вспомнил закон Ньютона. Все простые и успешные идеи имеют свою собственную жизнь, и их отцовство можно отнести к нескольким лицам. До Тинбергена, Равенштейн в 1885-м и Зипф [29] в 1946 году использовали гравитационные концепции для моделирования миграционных потоков. Независимо от Тинбергена, Пёйхонен в 1963 году [30] с подачи Л. Торнквиста опубликовал статью, используя аналогичный подход. Студент и член команды Тинбергена Нидерландского экономического института Ханс Линнеман [31] опубликовал исследование, в котором расширил аналитические возможности и теоретические основы уравнения гравитации с использованием модели Вальраса в качестве модельного базиса. К 1970 уравнение гравитации было уже обязательным для изучения в вузовской программе. Известная книга по международной торговле Эдварда Лимера и Роберта Штерна включила почти целую главу о гравитационном подходе Leamer and Stern [32], основанную на вкладе Саважа и Дойча [33]. Книга Лимера и Штерна дала торговой экономике термин сопротивления, который

вводился в экономический глоссарий как синоним расстояния и других препятствий для торговли. Чтобы кратко представить длинную историю, то можно сказать, что с первой концептуализации Тинбергена гравитационное уравнение использовалось снова и снова для экспериментального анализа международной и межрегиональной торговли. Способность гравитационного уравнения верно аппроксимировать двусторонний товарооборот делает его одним из самых стабильных эмпирических отношений в экономике.

В версии Тинбергена в уравнении гравитации X_{ij} - размер торгового потока между любой парой регионов стохастически определяется по: (i) M_i - объем экспорта, который i -тый регион в состоянии поставлять в j -тый регион, зависящий от экономического размера последнего, который измеряется в пересчете ВВП в долларах США; (ii) M_j , размер рынка импортирования, измеряется в пересчете его ВВП в долларах США; (iii) ϕ_{ij} , географическое расстояние между двумя регионами в тысячах морских миль, как грубая мера транспортных расходов, или индекс информированности об экспортирующем рынке. Уравнение было приведено в **log-log** форме так, что эластичность торгового потока была постоянной (a_1, a_2, a_3) относительно трех независимых переменных. На самом деле, торговые потоки были измерены в размерах экспорта и импорта товаров, и только ненулевые торговые потоки были включены в расчеты. Результаты оказываются не слишком отличными при использовании экспорта или импорта. Предполагалось, что соседние страны, чтобы иметь более интенсивную торговлю, чем то, что расстояние в одиночку было бы предсказать; соседство указывалось фиктивной переменной N_{ij} , которая имела значение равное 1, если оба региона имели общую сухопутную границу. Наконец, уравнение было дополнено политическим или полуэкономическим фактором: фиктивная переменная V_{ij} указывает, что продаваемые товары получили преференции в импортирующем регионе. Как обычно, в уравнение был также включен остаточный член ε_{ij} . Итак, уравнение целиком:

$$\ln X_{ij} = \ln G + a_1 \ln M_i + a_2 \ln M_j + a_3 \varphi_{ij} + a_4 N_{ij} + a_5 V_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (23)$$

Эластичности оценивались с помощью МНК на данных 1958 торговых потоков для 18 стран, в качестве первого подхода, и для 42 стран в качестве проверки устойчивости.

Даже в первоначальной оценке самим Тинбергеном в 1962 году, коэффициенты при ВВП и расстояниях дали "ожидаемые знаки", как и во всех последующих анализах - коэффициенты экономических аттракторов были положительными, и только коэффициент при расстоянии был отрицательным. Кроме того, было установлено, что точность оценки увеличивается, когда выборка данных увеличивается с 18 до 42 стран; с другой стороны, коэффициент для пограничного соприкосновения никогда не получался значимым. Хотя функция в том виде не была совершенной, Тинберген, который был «охотником за корреляциями», нашел спецификацию, которая объясняла очень высокий процент данных с R^2 равным 0,82. Этот результат показал, что применение лог-линеаризованной версии универсального закона тяготения Ньютона к социальным взаимодействиям успешно.

Спецификация, однако, оставляла место для улучшения, а положительно воздействующая, но относительно небольшая роль торговых предпочтений была той точкой, которая стимулировала дальнейшие исследования. Рассмотрим некоторые из основных открытых вопросов, связанных с развитием формулы Тинбергена, остановившись подробно на каждом. Рассмотрим кратко теоретические проблемы и более широко эмпирическую литературу по торговле, связанные с уравнением гравитации, а также укажем некоторые из перспективных направлений для будущих исследований.

Начнем с первого члена, выделенного во вводимом уравнении Тинбергена: определение. Двусторонние торговые потоки определяются переменными, включенными в правую часть уравнения гравитации. Это предполагает четкий вектор причинности, которая идет от дохода и

расстояния до торговли. Это направление причинности, однако, определяется теорией и основывается на предположении, что уравнение гравитации является производным от микроэкономической модели, где доходы и вкусы для дифференцированных продуктов уже даны. Эмпирически причинно-следственную связь уравнения гравитации труднее установить: уравнение, как оно есть, представляет собой регрессию эндогенных переменных на эндогенные переменные. Как следствие, параметр гравитационной постоянной G не является постоянным: он варьируется в зависимости от торгового партнера и с течением времени и коррелирует со многими, если не всеми, «политическими» переменными, влияющими на торговлю (которые редко рассматриваются как аналог обработки рандомных испытаний экспериментального набора данных). Отказ признать это приводит к возможному искажению оценки воздействия «политических» переменных, и это часто так и происходит. Мы оказываемся в области пропущенных переменных предпочтений. Для упрощения, давайте оставим в стороне размер ВВП и расстояния перевозок и сосредоточимся на «политических» переменных. Эмпирическое уравнение гравитации будет иметь следующую структуру:

$$\ln X_{ij} = \ln G + a_5 V_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (24)$$

В то время как истинная структурная модель такова:

$$\ln X_{ij} = \ln G + a_5 V_{ij} + a_6 Z_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (25)$$

Мы можем написать Z_{ij} как функцию V_{ij} в качестве вспомогательной регрессии:

$$\ln Z_{ij} = b_0 + b_1 V_{ij} + u_{ij} \quad (26)$$

Не осознавая этого, мы рассчитали следующее уравнение:

$$\ln X_{ij} = (a_0 + b_0 * a_6) + (a_5 + a_6 * b_1) V_{ij} + (\varepsilon_{ij} + a_6 * u_{ij}) \quad (27)$$

Таким образом, если $b_1 = 0$, то

$$E(\hat{a}_5) = a_5 + a_6 (\sum v_{ij} z_{ij} / \sum v_{ij}^2) \text{ -последний член – смещение.} \quad (28)$$

Соответственно, смещение зависит от соотношения между переменной политики и пропущенной переменной и может иметь положительный или отрицательный знак. Кроме того, неправильная спецификация модели также влияет на стандартизованную ошибку, что приводит к положительному отклонению.

Проблема неучтенных (пропущенных) переменных в уравнении гравитации решается с помощью различных подходов. Первый состоит в том, чтобы включить в уравнение одну или несколько прокси-переменных, коррелированных с опущенной переменной. Мы обсудим эту стратегию в контексте влияния расстояния на торговлю. Второй подход заключается в том, чтобы включить временной аспект в анализ и перейти от межрегионального анализа к анализу панельных данных.

Когда мы будем рассматривать аспекты, связанные с правильной спецификацией, приведенной в следующем примере, где мы покажем, что смещение от неправильной спецификации не является тривиальным, а здесь мы хотели бы сосредоточиться на выборе между межсекторальными и панельными спецификациями. Даже если такие элементы, как расстояние и размер ВВП лучше всего охватываются кросс-секторными разрезами и панельные данные не добавляют дополнительного содержания при коротких горизонтах, но в большинстве случаев спецификации на панельных данных предпочтительнее, следует отдавать сечения спецификаций из-за неспособности последнего должным образом учитывать смещение опущенных переменных. С другой стороны, политические эффекты, такие как продвижение соглашений о свободной торговле или торговые таможенные союзы, всегда лучше определять по панельным данным через измерение временных рядов. Действительно, в описании по кросс-секторным разрезам они очень коллинеарны с расстоянием.

Для Тинбергена уравнение гравитации было "отношением оборота", где не рассматривались отдельно ни спрос, ни предложение, не присутствовали цены, а также не принималась во внимание динамика. Это

вовсе не означает, что это уравнение не было моделью. Валовой национальный продукт импортера и экспортера взял на себя соответственно значение производственных мощностей и спроса, а расстояния являются мерой возможности торгового выбора. Предположения не были прописаны, и ограничения не были явно наложены, но модель уже была *in place* (лат. в зародыше). Удивительно, но все обращения к модели вплоть до начала 1980-х касались эмпирики, в то время как теоретический базис модели остался недоработанным. С тех пор многое изменилось коренным образом.

Три десятилетия теоретических работ показали, что уравнение гравитации может быть получено из многих различных - а иногда и конкурирующих - торговых механизмов. В 1979 году Джеймс Андерсон [34, 35] предложил теоретическое объяснение уравнения гравитации на основе функции спроса с постоянной эластичностью замещения (CES), а-ля модель Армингтона [36], где каждая страна производит и продает товары на международном рынке, которые отличаются от тех, которые производятся в любой другой стране. В ходе дальнейших доработок была включена структура Армингтона потребительских предпочтений в (i) рамках монополистической конкуренции (Krugman [37]; Bergstrand [38]; Helpman and Krugman [39]), в (ii) модели а-ля Хекшера-Олина (Deardorff, 1998) или в (iii) модели а-ля-Рикардо (Eaton и Kortum [40]). Катализатором более поздней и современной волны теоретических взносов в гравитацию является литература по модели международной торговли с гетерогенностью фирм, возглавляемая Бернаром и др. [41], и Мелицем [42].

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 [43] 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.

Работы по моделированию межрегиональной торговли немногочисленны и выполнены по различным товарным группам.

В работе Мишура А.В. [44] проанализирована торговля потребительскими товарами. Расчеты выполнены на основе модификации гравитационной модели Диксита-Стиглица-Кругмана [37] 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.»

В работе Гурова И.П. [45] гравитационная модель, поименованная "модель тяготения", применена к данным о взаимной торговле стран Содружества. Основным выводом из результатов моделирования автор считает следующее, что: «На фоне экономического роста 2000-2006 г. выявлена тенденция снижения степени реализации потенциала внутрирегиональной торговли в целом и по отдельным государствам-участникам СНГ: рост товарного обмена между странами Содружества отстает от роста масштаба их экономик, что свидетельствует о слабости интеграционных процессов на постсоветском пространстве.»

Вербус В.А. и Ошарин А.М. в статье [46] 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».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ основных теоретических исследований в области размещения производства позволил сделать следующие выводы: теории межрегиональных экономических отношений тесно переплетаются с теориями международной торговли и международной экономической интеграции. Близость указанных теорий предопределяется сходством основных понятий, факторов, проблем, методологии анализа; теории размещения производства, капитала, населения и других факторов базируются на соответствующих предметных разделах экономической науки; современная теория размещения производства тесно соприкасается с теорией отраслевых рынков; региональная экономика дополняет экономические теории благодаря включению пространственных факторов экономического развития (географического положения, локализации ресурсов и т.п.) и форм пространственной организации экономики.

Рассмотрение зарубежной и отечественной практики моделирования размещения производства и межрегионального обмена позволяет сделать вывод о том, что моделирование выполняется на данных по сильно агрегированным товарным группам и не имеет эмпирических и аналитических результатов моделирования межрегиональной торговли продовольственными товарами, что приводит к использованию при решении задач размещения хорошо апробированных в прошлом методов линейного программирования, в частности применяется транспортная задача.

Проведенное исследование позволило разработать новые теоретические подходы к решению задачи размещения с применением методов математического моделирования и сценарного анализа, получить новые научные результаты в области формирования информационной базы исследования, модельного описания влияния как производственных, так и биоклиматических факторов на эффективность сельскохозяйственного производства.

В качестве основных результатов исследования можно выделить следующие: разработаны **теоретические основы** размещения сельского хозяйства по регионам России с учетом биоклиматического потенциала территорий, включая модели и методы формирования информационной базы исследования, типологию задач размещения сельского хозяйства по регионам, экономико-математическую модель для проведения вариантных расчетов по определению эффективного размещения сельского хозяйства по регионам России с учетом биоклиматического потенциала территорий; алгоритм, реализация которого приводит к обоснованию стратегических направлений развития сельского хозяйства регионов; методологические основы моделирования межрегиональных потоков продовольствия в рыночных условиях.

Практическая реализация теоретических исследований заключается в апробации модели размещения на регионах Центрального Федерального округа (Приложение А).

Разработанная база данных ввоза-вывоза продовольствия позволяет оценивать межрегиональные продовольственные потоки, их направление и объемы, и может служить основой для разработки гравитационной модели обмена продовольствием, включая импорт и экспорт (Приложение Б).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Докучаев В. В. Русский чернозём 1883 год.
- 2 Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения 1926 год.
- 3 Юстус Либих. Химия в приложении к земледелию и физиологии (или Сельскохозяйственная химия), 1862 год.
- 4 Тюрго, Анн Робер Жак. Размышления о создании и распределении богатств 1770 год.
- 5 Вильямс В.Р. Избранные сочинения. Том 1. Работы по почвоведению (1898-1931).
- 6 Иоганна Генриха фон Тюнен. Изолированное государство в его отношении к сельскому хозяйству и национальной экономике 1826 год.
- 7 Вильгельм Лаунхардт. Теория выбора трассы: Дискуссия о принципах размещения 1872.
- 8 Альфред Вебер. О размещении промышленности: чистая теория штандорта 1909 год.
- 9 Вопросы размещения и специализации сельского хозяйства СССР. Под редакцией Л. М. Зальцмена, С. Г. Колеснева и др. Экономиздат, 1962 год.
- 10 Borts G.H., Stein J.I. Economic Growth in a Free Market. – New York, London, 1964.
- 11 Альфред Маршалл. Принципы экономической науки 1890-1891 годы
- 12 Кругман П. Пространство: последний рубеж. // Пространственная экономика, 2005.- №3.– С.121-126.
- 13 Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. «Биоклиматический потенциал России : теория и практика», М., 2006
- 14 Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д., Темников В.Н., Усков И.Б., Романенков В.А., Рухович Д.И.

«Биоклиматический потенциал России: Меры адаптации в условиях изменяющегося климата», М., 2008

15 Сиптиц С.О. Экономико-математическая модель и методика оптимального распределения ресурсов целевых программ развития сельского хозяйства. Научные труды . ВИАПИ им. А. А.Никонова, вып. 35, М.: «Аналитик», 2011 г.

16 Каюмов М. К. Справочник по программированию урожаев сельскохозяйственных культур.- М.: Агропромиздат, 1989 – 320с.

17 Эффективность отдельных видов минеральных удобрений по сельскохозяйственным культурам для почв Российской Федерации (нормативы). М.ФГНУ «Росинформагротех», 2003 г.

18 Фомкина Т.П. Влияние различных доз и сочетаний органических и минеральных удобрений на урожайность и качество озимой пшеницы при выращивании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Автореферат канд. дисс. М.2007. С.20.

19 Электронный ресурс <http://www.activestudy.info/effektivnost-primeneniya-udobrenij/> © Зооинженерный факультет МСХА.

20 Ведута Е.Н. Стратегия и экономическая политика государства. М.: «Академический проект», 2003.

21 Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов : [перевод с английского] / Адам Смит. - Москва : Эксмо, 2009.

22 Рикардо Д. Начала налогообложения [Текст] : стратегия сравнительного преимущества : "Железный" закон заработной платы / Давид Рикардо. - Москва : Бизнеском, 2010.

23 Улин Б. Межрегиональная и международная торговля / Бертил Улин; Пер. с англ. М. Я. Каждана ; АНХ Правительства РФ. - 2-е изд., перераб. - М. : Дело, 2004.

24 Леонтьев В. В. Избранные произведения в 3-х тт. Т. 1. Общеэкономические проблемы межотраслевого анализа. – М. : Экономика, 2006.

- 25 Т.А. Фролова Мировая экономика. Конспект лекций. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010.
- 26 Tinbergen J (1951), *Econometrics*, Allen and Unwin, London.
- 27 Tinbergen J (1962), *Shaping the World Economy*, The Twentieth Century Fund, New York.
- 28 De Benedictis L, Vicarelli C (2005) Trade Potential in Gravity Panel Data Models. *Topics in Econ Analysis Policy*, 5, ISSN: 1538-0653
- 29 Zipf GK (1946) The P1P2/D hypothesis: On the inter-city movement of persons. *Am Sociol Rev* 11:677–686.
- 30 Pöyhönen P (1963) A tentative model for the volume of trade between countries. *Weltwirt Arch* 90:93-99.
- 31 Linnemann H (1966), *An Econometric Study of International Trade Flows*, North Holland, Amsterdam.
- 32 E. E. Leamer and R. M. Stern *Quantitative International Economics*. - Boston: Allyn and Bacon, 1970.
- 33 Savage IR, Deutsch KW (1960) A Statistical Model of the Gross Analysis of Transaction Flows, *Etrica*, 28: 551-572.
- 34 Anderson JE (1979) A Theoretical Foundation for the Gravity Equation. *Am Econ Rev*, 69:106-116.
- 35 Anderson JE, Yotov YV (2010) The changing incidence of geography, *Am Econ Rev*, 100(5), 2157-2186.
- 36 Armington, P. (1969) A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. *IMF Staff Papers* 16(3): 159-176.
- 37 Krugman P (1980) Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade, *AmEconRev* 70:950-59.
- 38 Bergstrand JH (1985) The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence. *Rev Econ Stat* 67: 474-481.
- 39 Helpman E, Krugman P (1985) *Market Structure and Foreign Trade: Increasing Returns, Imperfect Competition and the International Economy*, Cambridge, MIT Press.

40 Eaton J, Kortum S (2002) Technology, geography and trade, *Etrica* 70(5): 1741-1779.

41 Bernard A., Jensen JJ, Redding S, Schott P (2007) Firms in International Trade. *J of Econ Persp*, 21:105-130.

42 Melitz MJ (2003) The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity, *Etrica* 1695-1725.

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

44 Мишура А.В. Оценка гравитационных моделей межрегиональной торговли монополистически конкурентными товарами в России // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. - 2012. - Т. 12, вып. 4. - С. 52-59.

45 Гурова И.П. Региональная торговля СНГ: "модель тяготения" / И.П.Гурова //Международная экономика. 2010. № 3. С. 43-46.

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

47 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.

48 Romanenkov V.A., Smith J.U., Smith P., Sirotenko O.D., Rukhovitch D.I.,Romanenko I.A. Soil organic carbon dynamics of croplands in European Russia : estimates from the "MODEL OF HUMUS BALANCE"// Regional Environmental Change. 2007. Т. 7. № 2. С. 93-104.

49 Franko U., Kuka K., Romanenko I.A., Romanenkov V.A. Validation of the CANDY model with Russian longterm experiments// Regional Environmental Change. 2007. Т. 7. № 2. С. 79-91.

50 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.

51 Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д., Сиптиц С.О., Романенко И.А. и др. Биоклиматический потенциал России: продуктивность и рациональное размещение сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата. // М.: 2012.

52 «Оценка устойчивости и эффективности региональных агропродовольственных систем (АПС). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015660285 в Реестре программ для ЭВМ от 28 сентября 2015 г.

53 Романенко И.А., Сиптиц С.О. и др. Методика разработки стратегических направлений размещения растениеводства // Научные труды ВИАПИ им. АА.Никонова, вып. 45/ Москва, 2016.

54 Романенко И.А., Сиптиц С.О. Теоретические основы размещения сельского хозяйства с учетом экономических и природно-климатических факторов// Экономика сельского хозяйства России. 2016. №3.С. 60-65.

55 Smith P., Smith J.U., Wattenbach M., Gottschalk P., Franko U., Kuka K., Romanenkov V.A., Shevtsova L.K., Sirotenko O.D., Rukhovich D.I., Koroleva P.V., Romanenko I.A., Lisovoi N.V. Changes in mineral soil organic carbon stocks in the croplands of European Russia and Ukraine, 1990-2070 // Regional Environmental Change. 2007. Т. 7. № 2. С. 105-119.

56 Smith J., Smith P., Wattenbach M., Gottschalk P., Romanenkov V.A., Shevtsova L.K., Sirotenko O.D., Rukhovich D.I., Koroleva P.V., Romanenko I.A., Lisovoi N.V. Projected changes in the organic carbon stocks of cropland mineral soils of European Russia and Ukraine, 1990-2070 // Global Change Biology. 2007. Т. 13. № 2. С. 342-356.

57 Абрамов А.А., Евдокимова Н.Е., Колосков В.С., Романенко И.А., Строков С.Н., Сиптиц С.О. Долгосрочные прогнозы развития

агропродовольственных рынков. Москва: Энциклопедия российских деревень. 2009.

58 Абрамов А.А., Евдокимова Н.Е., Колосков В.С., Романенко И.А., Сиптиц С.О. Синтез эффективных механизмов регулирования агропродовольственных рынков//Научн. тр. ВИАПИ. М.: ЭРД, 2010.

59 Абрамов А.А., Евдокимова Н.Е., Колосков В.С., Романенко И.А., Сиптиц С.О. Моделирование и прогнозирование развития агропродовольственных систем национального уровня // Научн. тр. ВИАПИ им. А.А.Никонова. Вып. 33. Москва: ЭРД, 2011.

60 Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Проектирование эффективных государственных регуляторов рынков агропродовольственной продукции//Актуальные проблемы современной аграрной теории и политики. - М.: ЭРД, 2005, стр. 338-385.

61 Романенко И.А., Сиптиц С.О., Евдокимова Н.Е., Соболев О.С., Колосков В.С. Влияние госрегулирования на агропродовольственные рынки: анализ и прогноз. // Научные труды ВИАПИ им А.А.Никонова, вып. 38.- М., ЭРД, 2013. – 266 с.

62 Галямин Е., Сиптиц С., Милютин Н. Модель формирования урожая агроценоза и ее идентификация//В сб.: Принципы управления продукционными процессами в агроэкосистемах. М., 1976. С. 96-115.

63 Абрамов А.А., Евдокимова Н.Е., Колосков В.С. Международный опыт регулирования агропродовольственных рынков //АПК: Экономика, управление. 2011. № 2. С. 58-61.

64 Романенко И.А. Теоретические основы анализа национальных агропродовольственных систем с применением методов математического моделирования. Москва, 2006.

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

66 Романенко И.А. Управление с применением современных информационных технологий // Экономика с/х России. 1997. №7. С. 28.

67 Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Информационно-аналитическая система для поддержания задач прогнозирования развития региональных АПС//Инновационные технологии возделывания с.-х. культур в Нечерноземье. Том I. – Иваново, 2013, с. 26-31.

68 Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Основные эконометрические зависимости модели АПК РФ. / Информатика в решении экономических проблем АПК. М.: 1997, стр. 57-80.

69 Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Методика математического моделирования Российского рынка зерна. М.: РАСХН, ГНУ ВИАПИ им. А.А.Никонова, 2006.

70 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.

71 Романенко И.А., Сиптиц С.О. Модельный инструментарий экономического анализа АПК//Вестник МГАУ им. В.П. Горячкина. 2005. № 3 (13). С. 147-150.

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

73 Романенков В.А., Романенко И.А. и др. Прогноз динамики запасов органического углерода пахотных земель европейской территории России. ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. Москва, 2009.

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

75 Романенко И.А. Методические подходы к решению задачи территориального размещения сельскохозяйственного производства с использованием экономико-математического моделирования // Экономика с.-х. и перерабатывающих предприятий. 2010. № 9. С. 23-25.

76 Огневцев С., Сиптиц С., Романенко И., Евдокимова Н., Калинкина Т. Прогноз стратегического развития АПК РФ с использованием динамической модели его функционирования. // Социально-экономические проблемы аграрной политики и развитие агропродовольственных рынков. - М.: ЭРД, 2002. - С. 203-224.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Апробация модели размещения сельскохозяйственного производства на регионах Центрального Федерального Округа

A1 Постановка задачи определения приоритетов размещения сельскохозяйственных производств в регионах ЦФО

Задача распределения земельных площадей (задача размещения), используемых для производства 9 основных видов сельскохозяйственной продукции (зерна, подсолнечника, картофеля, овощей открытого грунта, сахарной свёклы, молока, говядины, свинины и мяса птицы) в регионах ЦФО, формулируется следующим образом:

$$\text{Найти min} \quad C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} * c_{ij} \quad (A1)$$

$$\text{при ограничениях:} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq S_i \quad i=1,...,m \quad (A2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq D_j \quad j=1,...,n \quad (A3)$$

$$\sum_{i=1}^m S_i \geq \sum_{j=1}^n D_j, \quad (A4)$$

где: C – суммарные затраты в рублях на производство вышеперечисленных 9 видов сельхозпродукции в регионах ЦФО;

c_{ij} - затраты на 1 га земельной площади, используемой при производстве i -ого вида продукции в j -ом регионе;

x_{ij} - размер земельной площади в га, используемой при производстве i -ого вида продукции в j -ом регионе (результаты решения задачи);

S_i - ограничение в га на использование земельной площади в i -ом регионе для производства 9 основных видов сельхозпродукции. Это ограничение, возможно, сформировать из ограниченного размера земель сельскохозяйственного назначения в i -ом регионе;

i – индекс региона;

D_j - ограничение в га на использование земельной площади во всём ЦФО для производства конкретного j -ого вида продукции. Это ограничение,

возможно, сформировать из ограничения потребления j -ого вида продукции в ЦФО;

j – индекс вида продукции.

Ограничение (A2) означает, что сумма распределённых земель в i -ом регионе по всем j видам продукции не должна превышать ограничение S_i в га на использование земельной площади в i -ом регионе для производства 9 основных видов сельхоз- продукции.

Ограничение (A3) означает, что сумма распределённых земель по всем i регионам ЦФО, для производства j -ого вида продукции, должна быть больше или равна ограничения D_j в га на использование земельной площади во всём ЦФО для производства j -ого вида продукции.

Очевидно, что в такой постановке и при выполнении соотношения (A4), задача размещения аналогична постановке транспортной задачи. И, поэтому, может быть решена при использовании программы LPSOLVE для расчёта транспортной задачи (алгоритм “Transportation Problem”). Все расчёты в данном приложении А были сделаны при использовании статистики за 2012 г. в ЦФО.

А2 Транспортная модель как инструмент решения поставленной задачи

Решения x_{ij} доставляющие минимум интегрированных затрат в формуле (А1), одновременно обеспечивают и максимум прибыли при найденном размещении 9 видов сельхозпродукции по земельным площадям регионов ЦФО при сформированных ограничениях в данной постановке задачи.

Для составления площадей-ограничений, используемых для производства конкретного вида сельхозпродукции в различных регионах РФ и площадей-ограничений, используемых для производства конкретного вида сельхозпродукции в целом по ЦФО, применялись данные из [А1]¹.

Поголовье молочных коров по всем регионам ЦФО составило 1210 тыс. голов. На 1 молочную корову требуется 1,3 пашни га в год. Следовательно, для всего стада необходимо 1573 тыс. га.

Поголовье КРС по всем регионам составило 2854,6 тыс. голов.

На 1 мясную корову, бычка или телёнка, используемую для производства говядины требуется 1,3 пашни га в год. Следовательно, для всего стада необходимо 3711 тыс. га.

Поголовье свиней в ЦФО по всем регионам составило 7635,9 тыс. голов. На содержание 1 свиньи требуется 0,25 га. Следовательно, на содержание всего стада свиней в ЦФО требовалось 1909 тыс. га.

Производство яиц в ЦФО по всем регионам составило 8773,3 млн. штук при средней годовой яйценоскости 289 яиц от одной курицы.

Следовательно, оценочное число кур в ЦФО было 30,36 млн. голов.

На содержание 1 курицы необходимо 0,01 га.

Значит, на содержание поголовья кур в ЦФО требовалось 303,6 тыс. га.

В расчётах использовались также следующие формулы:

а) для растениеводческих видов продукции:

¹ Министерство сельского хозяйства России. АПК в 2012 году. М., 2013 г

$$C_{га} = C_{ц} * ур, \quad (A5)$$

где

$C_{га}$ – затраты в рублях на 1 га при производстве конкретной растениеводческой продукции ;

$C_{ц}$ - затраты в рублях на 1 центнер произведённой конкретной растениеводческой продукции ;

$ур$ - урожайность растениеводческой продукции в ц/га.

б) для животноводческих видов продукции:

$$C_{га} = C_{ц} * \frac{прод}{пл_{га}}, \quad (A6)$$

где

$C_{га}$ – затраты в рублях на 1 га при производстве конкретной животноводческой продукции;

$C_{ц}$ - затраты в рублях на 1 центнер произведённой конкретной животноводческой продукции;

$прод$ - продуктивность в центнерах на 1 голову при производстве конкретной животноводческой продукции;

$пл_{га}$ – земельная площадь в га, необходимая для содержания 1 головы животноводческой продукции (молочной коровы, 1 головы КРС, свиньи, птицы).

Из таблицы A1 следует, что программа LPSOLVE размещает различные сельскохозяйственные производства по землям регионов в соответствии с производственной себестоимостью производства того или иного вида продукции.

Если же какому-либо региону надо выделить земельную площадь под культуру, нераспределённую в этот регион, то тогда необходимо для этого региона выполнить второй этап размещения (подраздел A3.2).

А3 Результаты расчёта по транспортной модели на данных по ЦФО

Размещение земель в тыс. га для производства 9 основных видов сельхозпродукции в регионах ЦФО, полученное вычислением в программе LPSOLVE, приведено в таблице А1.

А3.1 Анализ полученного размещения сельхозпроизводства в регионах ЦФО (1 этап размещения)

На 1 этапе моделирования находится приближённое размещение. На 2 этапе моделирования это размещение уточняется, исходя не только из критерия минимизации суммарной себестоимости сельскохозяйственного производства в регионе, но и в соответствии с потребительскими запросами региона на каждый из 9 видов сельхозсырья. В таблице А1 приведены результаты 1 этапа моделирования размещения сельхозпроизводства в регионах ЦФО.

Таблица А1- Модельное и фактическое размещение сельхозпроизводства в ЦФО в тыс. га

Регион ЦФО	Зерно	Картофель	Овощи	Подсолнечник	Свёкла	Молоко	Говядина	Свинина	Птица
<i>Владимирская</i>									
Модель							443		
Факт	84,9	26,4	10,0	0	0	79,4	104,8	40,1	18,5
<i>Ивановская</i>									
Модель	228								
Факт	63,4	11,3	3,3	0	0	42,3	51,1	3,4	11,7
<i>Костромская</i>									
Модель	213								
Факт	45,1	10,7	3,8	0	0	38,6	43,5	12,7	20,0
<i>Московская</i>									
Модель	401,1								303,6
Факт	94,1	49,7	19,2	0	0	143,8	166,8	77,6	9,9
<i>Тверская</i>									
Модель	416								
Факт	66,7	23,9	4,2	0	0	88,5	98,4	42,0	3,8
<i>Тульская</i>									
Модель	771,5								
Факт	465,5	52,8	7,5	10,8	6,1	54,9	70,1	31,2	17,8
<i>Ярославская</i>									
Модель	368								
Факт	46,4	15,3	4,6	0	0	76,7	88,9	15,4	44,1
<i>Москва</i>									

Регион ЦФО	Зерно	Картофель	Овощи	Подсолнечник	Свёкла	Молоко	Говядина	Свинина	Птица
Модель	3,9								
Факт	1,9	1,2	0,8	0	0	0	9,1	12,6	1,1
<i>Белгородская</i>									
Модель		660,8					414,5	1174	
Факт	747,8	54,0	16,5	184,5	103,2	127,1	175,5	826,1	58
<i>Брянская</i>									
Модель						352	557,4		
Факт	312,6	55,5	7,0	1,8	4,4	125,2	199,9	65,3	12,4
<i>Воронежская</i>									
Модель	3079,5								
Факт	1386,3	100,1	23,1	469,2	148,9	212,4	335,7	164,5	26,9
<i>Калужская</i>									
Модель	379								
Факт	79,0	23,6	5,5	0	0	75,2	97,4	18,3	4,7
<i>Курская</i>									
Модель							1830,3		
Факт	950,1	63,7	8,0	128,0	112,0	110,4	142,1	196,1	9,4
<i>Липецкая</i>									
Модель	566,2		145,8					693,7	
Факт	755,6	50,3	9,5	112,6	84,1	67,8	112,3	125,8	19,6
<i>Орловская</i>									
Модель						1221			
Факт	774,5	33,8	5,0	31,7	45,2	68,7	105,0	163,3	6,8
<i>Рязанская</i>									
Модель	982								
Факт	513,3	29,3	6,8	27,9	13,5	94,9	133,4	43,0	25,0
<i>Смоленская</i>									
Модель							465,8		
Факт	124,8	20,0	3,7	0	0	97,2	82,2	32,1	8,7
<i>Тамбовская</i>									
Модель				1306,4	682,2				
Факт	892,2	39,2	7,1	339,8	110,8	62,6	93,7	484,2	7,3

а) Зерно

Наибольшие площади для производства зерна модель рекомендует размещать в регионах, обладающих наибольшими наделами чернозёмных земель. Это в порядке убывания площадей: Воронежская область 3079,5 тыс. га, Рязанская область 982 тыс. га, Тульская область 771,5 тыс. га и Липецкая область 566,2 тыс. га.

Все перечисленные области расположены южнее Московской области и отличаются кроме обширных наделов чернозёмных земель, тёплым

климатом, достаточной влагообеспеченностью и продолжительным вегетационным периодом.

Такие природные преимущества снижают себестоимость производства зерна в указанных регионах, что и наблюдается во входных данных, а большие площади благоприятной для зерновых посевов земли усиливают уменьшение суммарной себестоимости затрат при производстве зерна в функционале расходов по производству 9 видов сельхозпродукции в регионах ЦФО.

Воронежская область является одним из крупнейших регионов в Чернозёмной зоне России. Из 4 млн. га земель сельхозугодий Воронежской области, 3 млн. га или 75% составляют высокопродуктивные чернозёмы.

В Тульской области чернозёмные почвы занимают 47,9% всей площади сельхозугодий. В Липецкой области чернозёмные почвы составляют 69% всей почвенной площади, вместе с лугово-чернозёмной почвой 78% всего почвенного покрытия и 85% сельскохозяйственных угодий.

В Тамбовской области чернозёмные почвы занимают 87% земельного фонда. Это самый высокий процент присутствия чернозёмов среди регионов ЦФО.

Сравним предложенное программой размещение земель под производство зерна с фактическим размещением земель под выпуск зерновых по данным [А1].

Так в ЦФО наибольшие 5 земельных наделов, на которых производились зерновые, значились в порядке убывания в следующих областях:

- Воронежская обл. 1386,3 тыс. га;
- Курская обл. 950,1 тыс. га;
- Тамбовская обл. 892,2 тыс. га;
- Орловская обл. 774,5 тыс. га;
- Липецкая обл. 755,6 тыс. га.

Две из этих областей: Воронежская и Липецкая рекомендуются моделью наряду с фактическим размещением под производство зерна. Однако, модель советует производить зерна в Воронежской области в 2 раза больше исходя из интересов минимизации интегрированных затрат на производство сельхозпродукции в ЦФО, в Липецкой области производить зерна несколько меньше, чем фактически собирается, а в Курской, Тамбовской и Орловской областях в качестве наиболее приоритетных видов сельхозпродукции выбрать не зерно, а другие виды.

В Курской области программа рекомендует наиболее значимым производством выбрать выпуск говядины. В Тамбовской области – подсолнечник и сахарную свёклу. В Орловской области – производство молока.

Модель не оставила незамеченным биоклиматические и земельные ресурсы Рязанской области и назначила этому региону второй рейтинг по количеству производимого зерна после Воронежской области. Ну, и, наконец, Липецкую область с её обширными чернозёмами, модель рекомендует оставить в списке ведущих производителей зерна, поставив её в рейтинге производителей на 4-е место. (В фактическом рейтинге производителей зерна Липецкая область была на 5-ом месте). 3-е место по размеру земельных площадей под производство зерна модель отвела Тульской области.

А теперь сравним фактическое производство сельхозпродукции в тех регионах ЦФО, где было несовпадение по пяти самым рейтинговым областям с рекомендациями программы.

a1) Тамбовская область. Это регион с преобладанием чернозёмной почвы и такими же высокими температурными данными, как и в Воронежской области. По фактическим данным Тамбовская обл. стоит на 3 месте в ЦФО по производству зерна на площади в 892,2 тыс. га. Однако программа рекомендует производить в Тамбовской области на земельных наделах, определённых в ограничениях задачи, не зерно, а подсолнечник и

сахарную свёклу. Эти культуры по расчётам модели должны быть самыми рейтинговыми в Тамбовской области.

Если сравнить рекомендации программы по Тамбовской области с фактическим производством подсолнечника и сахарной свёклы в этом регионе, то можно сделать следующие выводы:

- Тамбовская область занимала 2 место в ЦФО по производству подсолнечника на площади в 339,9 тыс. га.;
- 1 место по этой культуре было за Воронежской областью на площади 469,2 тыс. га.

Такая же ситуация складывалась в Тамбовской области и по производству сахарной свёклы:

- в 2012 г. Тамбовская область занимала в ЦФО 2 место по сбору свёклы на площади в 110,8 тыс. га;
- 1 место занимала Воронежская обл. на площади 148,9 тыс. га.

Из расчётов программы видно, что исходя из критерия минимизации интегрированных затрат на производство 9 видов сельхозпродукции в ЦФО с учётом себестоимости производства зерна, подсолнечника и сахарной свёклы в Воронежской и Тамбовской областях, программа перераспределила земельные площади на увеличение производства зерна в Воронежской области и сокращение производства подсолнечника и сахарной свёклы в этом регионе. И, напротив, программа увеличила производства подсолнечника и сахарной свёклы в Тамбовской области и сократила производство зерна в этом регионе.

а2) Курская область. Этот регион занимал 2 место в ЦФО по производству зерна на площади в 950,1 тыс. га и 5 место по поголовью КРС. Модель рекомендует отвести 1830,3 тыс. га в Курской области на увеличение и содержание стада КРС для производства говядины.

Данная рекомендация может не удовлетворить потребностям Курской области по потреблению и производству 9 видов сельхозпродукции для данного региона. В этом случае необходимо сделать дополнительный расчёт

(2-ой этап размещения) с учётом существующих потребностей и сложившихся видов производства сельхозпродукции, распределив площадь земли в 1830,3 тыс. га между необходимыми для региона видами производства, включая расширенное производство говядины, рекомендованное моделью.

В настоящий момент земельные наделы Курской области насчитывают 74% чернозёмных площадей. В Курской области одинаково успешно сложилось как производство растениеводческих культур: зерна, сахарной свёклы, подсолнечника, так и животноводческой продукции: молока, свинины, говядины. В этих условиях улучшающим шагом является корректировка 1-ого этапа расчёта модели на уровне ЦФО, рекомендующего для Курской области наиболее значимым видом производства – выпуск говядины, на более детальное распределение земельной площади в 1830,3 тыс. га с учётом существующих в области рентабельных видов производства сельхозпродукции и потребностей населения в продовольственном сырье.

а3) Орловская область. Этот регион занимал 4 место в ЦФО по производству зерна на площади в 774,5 тыс. га. По производству молока Орловская область не входила даже в первую десятку регионов ЦФО. Тем не менее, модель рекомендует расширить земли, используемые для содержания молочных коров и сделать этот вид сельхозпроизводства наиболее рейтинговым в регионе, так как себестоимость производства молока (32 руб./л) – одна из самых низких в ЦФО (меньше только в Брянской области: 26 руб./л). Этот расчёт модели для данного региона также нуждается в корректировке и детализации с учётом сложившихся рентабельных видов производства сельхозпродукции, потребительских запросов населения области.

б) Говядина

Наибольшие площади под производство говядины программа рекомендует размещать в следующих регионах ЦФО (в порядке убывания

площади земель):

- Курская область 1830 тыс. га;
- Брянская область 557,4 тыс. га;
- Смоленская область 465,8 тыс. га;
- Владимирская область 443 тыс. га;
- Белгородская область 414,5 тыс. га.

Если сравнить предложенное моделью размещение с фактическим размещением земли в ЦФО под производство мяса КРС, по данным [А1], то можно сделать вывод, что отмеченные программой регионы были крупными производителями говядины в ЦФО и входили в первую десятку регионов ЦФО по численности поголовья КРС. Это следует из представленного списка:

- Воронежская обл. 421,6 тыс. голов;
- Брянская обл. 250,1 тыс. голов;
- Московская обл. 238,9 тыс. голов;
- Белгородская обл. 232,7 тыс. голов;
- Курская обл. 194,2 тыс. голов;
- Владимирская обл. 141,7 тыс. голов;
- Смоленская обл. 138,0 тыс. голов.

В список модели для размещения земель под производство мяса КРС не попала Воронежская область (1-е место по поголовью КРС в ЦФО) и Московская область (3-место по поголовью КРС в ЦФО). В Воронежской области модель рекомендовала производить зерно, а в Московской области - мясо птицы.

Как было отмечено выше, выбрав Воронежскую область крупнейшим производителем зерна, программа незначительно разошлась в этом выборе с фактической ориентацией этого региона на производство зерна.

Что касается выбора программой производства мяса птицы в качестве наиболее рейтингового вида производства, то такой выбор тоже совпадает с фактической ориентацией Московской области на производство птицы по

данным [A1]. Московская область входила в десятку крупных производителей мяса птицы ЦФО. Выбор программой наиболее приоритетных видов сельхозпроизводства в Московской области: производство мяса птицы и производство зерна удачно дополняют друг друга. Так как в кормовом рационе кур, зерно составляет до 2/3 кормовой смеси.

Такой высокий процент использования зерна в кормовом рационе птицы отличает отечественную особенность составления рациона кормления кур. Европейские фермеры используют для кур кормовую смесь, в которой зерно составляет до трети состава. Оставшуюся часть рациона заменяют комбикорма.

в) Сахарная свёкла

Несмотря на то, что Тамбовская область не является лидером по валовому сбору сахарной свёклы в ЦФО, а входит лишь в тройку регионов ЦФО с наилучшими показателями по этой культуре, программа не случайно выбрала в качестве одной из наиболее значимых производств сельхозкультур этого региона – сахарную свёклу. Этому выбору способствовали высокая доля чернозёмных земель в Тамбовской области, такая же высокая среднемесячная температура в течение вегетационного периода в сравнении с другими лидирующими фактическими производителями сахарной свёклы - Воронежской областью (1 место по валовому сбору) и Курской областью (2 место по выпуску). Однако, себестоимость производства сахарной свёклы, обусловленная вышесказанными природными преимуществами в сочетании с ограничениями на площадь земельных наделов позволяет модели рекомендовать выпуск сахарной свёклы одним из приоритетных направлений сельхозпроизводства в Тамбовской области.

г) Подсолнечник

В качестве второй приоритетной культуры в Тамбовской области программа выбрала подсолнечник. Биоклиматические условия этого региона как нельзя лучше подходят для выращивания подсолнечника. Чернозёмные

почвы с содержанием гумуса в пределах 3-7%, повышенная температура в течение вегетационного периода, обеспечивают снижение себестоимости производства подсолнечника. Подсолнечник – светолюбивая культура. Недостаток солнечных дней сокращает урожайность подсолнечника и влияет на размер зерна. Кроме этого, урожайность подсолнечника заметно снижается в условиях продолжительных дождей в период сбора урожая. Тамбовская область в меньшей степени подвержена таким явлениям по сравнению с другими регионами ЦФО.

д) Свинина

Наиболее подходящими по рекомендации модели регионами для выпуска свинины являлись: Белгородская область 1174 тыс. га и Липецкая область 693,7 тыс. га. Выбор программой Белгородской области совпал с фактической ориентацией этого региона на производство свинины. Белгородская область занимала 1 место в ЦФО по поголовью свиней (3304,4 тыс. голов), заметно опережая другие регионы ЦФО по данным [А1]. Липецкая область занимала 5-ю позицию в ЦФО по поголовью свиней.

е) Картофель и овощи

Картофель, по рекомендациям программы является приоритетной культурой в Белгородской области, а овощи, заняли первую ступеньку по значимости в Липецкой области. Нельзя ни отметить, что биоклиматические условия в этих регионах соответствуют повышенной урожайности и более низкой себестоимости производства этих культур по сравнению с половиной регионов ЦФО. Можно также добавить, что и картофель, и овощи составляют существенную долю в рационе кормления свиней и, поэтому, размещение производства этих культур в регионах, где модель наметила выпуск свинины, является, несомненно, рациональным решением. А как было отмечено в предыдущем пункте, свинина по рекомендации модели, является приоритетным направлением как раз в Белгородской и Липецкой областях.

ж) **Молоко**

Распределение выпуска молока на земельные площади Орловской и Брянской областей в качестве наиболее приоритетных направлений аграрного производства выполнено моделью в соответствии с тем, что в этих регионах самая низкая себестоимость производства молока в ЦФО.

Как можно оценить выбор программы, зная фактические объёмы производства молока в Брянской и Орловской областях по данным [A1]. Брянская область занимала 7 место в ЦФО по производству молока в размере 350,7 тыс. тонн. Учитывая, что чернозёмы составляют не более 10% земель Брянской области, модель отнесла земельные ресурсы региона именно на животноводство, а не на растениеводство. 65% земельных ресурсов Брянской области составляют подзолистые почвы на севере и западе региона и 25% серые лесные почвы на юге и востоке области. Распределение производства молока как наиболее приоритетного направления в Орловскую область является наиболее объективным решением программы. В этом решении отразился фактор качества пастбищ, используемых при производстве молока в этом регионе. Так в условиях Среднерусской лесостепи, в которой находится Орловская область, продуктивность пастбищных травосмесей заметно выше, чем в более северных регионах ЦФО. Травосмеси на основе пастбищного клевера составляют существенную долю зелёного корма с пастбищ в рационе кормления молочных коров.

А3.2 Модель размещения сельхозпроизводств в отдельном регионе ЦФО (2 этап размещения).

На этом этапе определяется окончательное распределение земельных площадей в конкретном регионе ЦФО под производство 9 основных видов сельскохозяйственной продукции.

Для каждого региона ЦФО решается следующая задача.

$$\text{Найти } \min \quad C = \sum_{i=1}^9 c_i * x_i \quad (A7)$$

$$\text{при ограничениях: } x_i \geq b_i, \quad (\text{A8})$$

где: C – суммарная себестоимость производства 9 видов сельскохозяйственной продукции в конкретном регионе ЦФО;

x_i - размер земельной площади, распределённой под производство i -ого вида сельхозсырья в конкретном регионе ЦФО (результат решения задачи);

c_i - себестоимость произведённого на одном га земельной площади i -ого вида продукции в данном регионе;

b_i - ограничение на земельную площадь под производство i -ого вида продукции, вытекающее из статистики потребления этой продукции в данном регионе.

К ограничениям типа (A8) добавляются ограничения типа равенств, полученные на 1 этапе решения задачи, при нахождении наиболее приоритетных видов производства сельхозпродукции в каждом регионе ЦФО.

A3.3 Моделирование размещения сельхозпроизводства в Курской области

На 1-ом этапе размещения производства сельхозпродукции в регионах ЦФО, модель наметила наиболее выгодным видом продукции в Курской области выпуск говядины. Себестоимость производства говядины в регионе была невысокой в рамках ЦФО и составляла 34,5 руб./кг. Однако в ЦФО были и более низкие себестоимости производства говядины. Например, в Брянской области 24,5 руб./кг или в Смоленской области 27 руб./кг.

Расширение животноводческих программ развития в Курской области происходило в условиях доминирования производства растениеводческой продукции над животноводческой. Так в 2013 г. продукция растениеводства составляла 67% в структуре сельскохозяйственного ВВП региона, в то время как продукция животноводства лишь 33% [A3]².

² Курская область в цифрах. 2013. Краткий статистический сборник /Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Курской области. Курск, 2013 – 70 с.

Решим задачу (A7) при ограничениях (A8) для Курской области в соответствии с потребностями населения этого региона в 9 основных видах сельхозсырья.

Коэффициенты b_i вычисляются из следующих данных. Известны среднестатистические годовые нормы потребления 9 видов сельхозпродукции в Курской области на одного жителя. Известна численность населения Курской области в 2012 г. Известно также, сколько земельной площади необходимо в год для производства 1 тонны данного вида растениеводческой или животноводческой продукции. Известна, кроме этого, продуктивность производства животноводческой продукции и урожайность растениеводческой продукции в данном регионе.

Используя формулы (A5) и (A6) и перечисленные статистические данные, находим коэффициенты b_i .

Так из [A5]³ следует, что численность населения Курской области составила 1121,6 тыс. человек. В сельской местности постоянно проживают 382,1 тыс. человек или 34% всего населения. В Курской области на 1 жителя в год потреблялось [A7]⁴:

- картофеля	130 кг;
- овощей	109 кг;
- сахара	50 кг;
- молока	244 кг;
- мяса и мясопродуктов	71 кг;
- хлеба и хлебных продуктов	143 кг;
- подсолнечного масла	11,9 кг

Вычислим коэффициенты b_i для растениеводческих культур.

A3.3.1 Урожайность зерновых в 2012 г. в Курской области составила 30,9 ц/га [A1]. Минимальная урожайность зерновых в Курской области была

³ БД MS Office Access “АПК-Регион” ФГБНУ ВИАПИ

⁴ Росстат РФ. Потребление основных продуктов питания населением РФ. М., 2013 г.

в 2010 г. 19,0 ц/га [A1]. Годовое потребление зерна в Курской области составило 2813 тыс. тонн [A6]⁵.

Земельная площадь S , необходимая для производства зерна в объеме потребления, связана с урожайностью следующим соотношением:

$$S = \frac{P}{Yr}, \quad (A9)$$

где: P – годовое потребление зерна в Курской области в 2012 г.

Yr – урожайность зерновых в Курской области в т/га.

$P=2813$ тыс. тонн ; $Yr = 3,1$ т/га ;

Из формулы (A9) следует, что $S=907,4$ тыс. га.

Однако в годы с неблагоприятными погодно-климатическими условиями урожайность зерновых в Курской области может снижаться до минимального значения в 1,9 т/га, как это было в 2010 г. В этом случае для получения устойчивого годового объема пшеницы в регионе необходимо отвести для производства пшеницы не 907,4 тыс. га, а 1481 тыс. га.

A3.3.2 По данным [A1] урожайность картофеля в Курской области составила 13,75 т/га. Годовое потребление картофеля в Курской области составило 145,8 тыс. тонн в 2012 г. Земельная площадь S , необходимая для производства картофеля в объеме потребления, связана с урожайностью соотношением (A9).

где: P – годовое потребление картофеля в Курской области;

Yr – урожайность картофеля в Курской области в т/га.

$P=145,8$ тыс. тонн ; $Yr = 13,75$ т/га ;

Из (A9) следует, что $S=10,6$ тыс. га.

A3.3.3 По данным [A1] урожайность овощей в Курской области составила 18,8 т/га. Годовое потребление овощей в Курской области составило 122,3 тыс. тонн.

Из формулы(A9) следует, что $S=6,5$ тыс. га.

⁵ <http://www.zol.ru>. Баланс ресурсов и использования зерна за 2012 г.

А3.3.4 Урожайность подсолнечника в Курской области составила 19,1 ц/га [А1]. Годовое потребление подсолнечного масла [А7] в Курской области составило 13,3 тыс. тонн.

Используем следующие известные допущения: выход подсолнечного масла из подсолнечника 40%. Т.е. для производства 1 тонны подсолнечного масла надо 2,5 тонн подсолнечника.

Из этого соотношения следует, что годовое потребление подсолнечника в Курской области составило 33,4 тыс. тонн.

$$P=33,4 \text{ тыс. тонн} ; Yr = 1,91 \text{ т/га} ;$$

Из формулы (А9) следует, что $S=17,5$ тыс. га

А3.3.5 Урожайность сахарной свёклы в Курской области составила 426,4 ц/га [А1]. Годовое потребление сахара [А7] в Курской области составило 43,7 тыс. тонн. Доля сахара в сахарной свёкле составляет 19%.

Для производства 43,7 тыс. тонн сахара необходимо вырастить в год 230,2 тыс. тонн сахарной свёклы.

$$P=230,2 \text{ тыс. тонн} ; Yr = 42,6 \text{ т/га} ;$$

Из формулы (А9) следует, что $S=5,4$ тыс. га.

Вычислим коэффициенты b_i для продукции животноводства.

А3.3.6 Потребление молока в Курской области составило 244 кг в год на человека [А7]. Умножая этот показатель на численность населения Курской области, получаем годовое потребление молока в Курской области в размере 273,7 тыс. тонн молока. По данным [А1], средние годовые надои молока на 1 корову составляли в Курской области 3973 кг. Следовательно, для реализации годового потребления в 218,7 тыс. тонн молока необходимо было 68,9 тыс. голов. Для содержания 1 молочной коровы в год требуется 1,3 га земли. Следовательно, для 68,9 тыс. голов потребуется 89,6 тыс. га земли.

А3.3.7. Стадо КРС в Курской области составило 194,2 тыс. голов, включая молочных коров [А1]. Стадо коров составило 84,9 тыс. голов [А1].

Из пункта *А3.3.6* следует, что для производства молока в объёме потребления надо 68,9 тыс. голов молочных коров. Значит, для производства

говядины можно использовать (194,2 – 68,9) тыс. голов КРС или 125,3 тыс. голов.

Для годового содержания и кормления 1 головы стада необходимо 1,3 га земли. Для содержания всего стада понадобится 162,9 тыс. га земельных площадей.

Это верхняя оценка по использованию земли для производства говядины. Нижняя оценка связана с уровнем потребления говядины в Курской области. По оценке в [A7], потребление говядины в РФ в 2012 г. составляло 18 кг в год на человека. 18 кг в год на человека в Курской области, умноженное на население региона даёт оценку в 20,2 тыс. тонн говядины, потребляемой в регионе в 2012 г.

В дальнейших расчётах принимается, что выход говядины из живой массы КРС составлял 45%.

Средний живой вес 1 головы стада КРС, реализованный на убой, составлял 364 кг [A1]. Из этой живой массы КРС производится 164 кг говядины. Следовательно, для такого годового потребления используется в год на убой стадо КРС в 123,2 тыс. голов. Для содержания такого стада понадобится 160,2 тыс. га земли. Это нижняя оценка использования земель для производства и потребления говядины в Курской области. Однако нижняя оценка должна быть не меньше фактического использования земли под производство говядины, равного 142090 га или 142,1 тыс. га. Т.е. в качестве нижней оценки принимаем 160,2 тыс. га.

А3.3.8 По оценке [A1] потребление свинины в РФ составило 33 кг в год на человека. Умножая эту оценку на численность населения Курской области, получаем годовое потребление свинины в Курской области в 2012 г. в размере 37 тыс. тонн.

В дальнейших расчётах принимается, что выход свинины из живой массы свиней составлял 65%.

По данным [A1], средний живой вес одной головы свиней, реализованный на убой в сельхоз организациях Курской области составлял

104 кг. Из этой живой массы свиней производится 68 кг свинины. Следовательно, чтобы реализовать годовое потребление в 37 тыс. тонн необходимо ежегодно на убой отправлять 544,2 тыс. голов свиней.

Стадо свиней в Курской области насчитывало 784,5 тыс. голов, т.е. в 1,4 раза больше, чем необходимо для годового потребления свинины в регионе. Для содержания такого стада требуется $784,5 \text{ тыс. га} \times 0,25 \text{ га} = 196,1 \text{ тыс. га}$ земель. Полученная оценка является обоснованной при существовавшем уровне потребления свинины в Курской области.

А3.3.9 Потребление мяса птицы в РФ составило 25 кг в год по оценке в [А7]. Умножая эту оценку на численность населения Курской области, получаем годовое потребление мяса птицы в Курской области в 2012 г. в размере 28 тыс. тонн. В дальнейших расчётах принимается, что выход мяса кур из живой массы курицы составлял 54%.

Считаем, что средний вес курицы, отправляемой на убой составляет 2,5 кг. Из этой живой массы курицы производится 1,4 кг курятины. Тогда для реализации годового потребления населения Курской области в мясе птицы понадобится 20 млн. голов птицы. Учитывая, что для содержания и кормления одной курицы требуется 0,01 земли, окончательная оценка необходимой земельной площади, связанной с потреблением мяса птицы, составляет 200 тыс. га. Это нижняя оценка для земельной площади, распределяемой под мясо птицы.

Фактическое количество птицы в регионе составило 4553500 голов. Для такого поголовья птицы по допущению модели использовалось 45535 га земли. Таблица А2 используется для составления ограничений в уравнении (А10)

Таблица А2 - Земельные площади для составления ограничений в двух размещениях

	зерно	картофель	овощи	подсолнечник	свёкла	молоко	говядина	свинина	птица
Факт	950,1	63,7	8,0	128,0	112,0	109,8	142,1	196,1	45,5
1 этап							1830,3		
Потребл.	907,4	10,6	6,5	17,5	5,4	89,6	160,2	196,1	200

Запишем уравнение (A7) с ограничениями (A8) для Курской области.

$$C(\min) = 13,3 * X_1 + 81 * X_2 + 285,2 * X_3 + 13,1 * X_4 + 46,5 * X_5 + 36,9 * X_6 + \\ + 34,5 * X_7 + 21,4 * X_8 + 8,3 * X_9 \quad (A10)$$

- | | |
|--|---------------------------|
| 1) $X_1 > 907400$ | земли под зерно |
| 2) $X_2 = 10600$ | земли под картофель |
| 3) $X_3 = 6500$ | земли под овощи |
| 4) $X_4 > 17500$ | земли под подсолнечник |
| 5) $X_5 = 5400$ | земли под сахарную свёклу |
| 6) $X_6 = 89600$ | земли под молоко |
| 7) $X_7 > 160200$ | земли под говядину |
| 8) $X_8 > 196100$ | земли под свинину |
| 9) $X_9 > 200000$ | земли под мясо птицы |
| 10) $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 = 1830300$ - ограничение на сумму всех земель, выделенных под производство 9 видов сельхоз-продукции в Курской области. | |

Эта сумма не должна превышать значение суммы земель, распределённых под производство наиболее приоритетных видов сельхозпроизводства на 1 этапе размещения земель в регионах ЦФО.

Размерность коэффициентов в уравнении (A10) измеряется в тыс. рублей на 1 га.

Размерность переменных измеряется в га.

Однако, при распределении приоритетных сельскохозяйственных производств по регионам ЦФО, модель не принимала во внимание, является ли выбранный вид производства рентабельным в данном регионе. Так, рентабельность производства говядины в Курской области была убыточна и составляла (-)31%. Поэтому, если модель рекомендует расширить производство говядины в Курской области, то сначала этот вид производства надо сделать, хотя бы безубыточным. Это можно достичь дотациями или субсидированием. Определим, какую часть дотации должны составлять от себестоимости производства говядины в Курской области, чтобы производство говядины было безубыточным или рентабельность была равна 0.

Воспользуемся соотношением:
$$R = \frac{X}{C} - 1, \quad (A11)$$

где: R – рентабельность производства говядины в абсолютной величине;

X – цена производителя на говядину;

C – себестоимость производства говядины.

Формула (A11) эквивалентна формуле (A12).

$$R\% = 100 * \left(\frac{X}{C} - 1 \right), \quad (A12)$$

где: R% – рентабельность производства говядины в процентах;

X – цена производителя на говядину;

C – себестоимость производства говядины.

Цена производителя на говядину (КРС в убойном весе) в Курской области отсутствовала в БД Росстат, хотя цена производителя на КРС в живом весе в Курской области составляла 67,7 руб./кг [A1], т.е. была ниже на 46% себестоимости говядины, которая равнялась 124,7 руб./кг [A2]⁶. После поступления в торговую сеть, говядина реализуется по выгодным ценам. Так в Курской области потребительские цены на говядину (кроме бескостной) составили 226 руб./кг, а 1 кг бескостной говядины стоил 343 рублей. Найдем эту низкую цену производителя на говядину после забоя из формулы (A12) $X = 0,69 * C = 86$ руб./кг.

Определим теперь размер дотаций, как долю от себестоимости из формулы:

$$R = \frac{X + D}{C} - 1, \quad (A13)$$

где: R – рентабельность производства говядины в абсолютной величине;

X – цена производителя на говядину;

C – себестоимость производства говядины.

D – дотации на производство говядины.

⁶ Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности СХО за 2008-2013 г.г. (ФГБУ “Центр экспертно-аналитической оценки эффективности деятельности АПК).

Т.к. $X=0,69 \cdot C$, то для безубыточного производства говядины, дотации должны составлять в Курской области в 2012 г. $0,31 \cdot C$ или 31% от себестоимости производства говядины. Много это или мало в сравнении с реальными показателями по дотациям производства говядины. Так известно, что в отдельных регионах РФ дотации на 1 кг произведённой говядины составляли 5-6% от её себестоимости. В странах ЕС дотации на производство говядины составляют до 25% от её себестоимости. Так что 31% для Курской области – это высокая цифра для подъёма производства говядины в интересах региона и ЦФО, но осуществимая.

Определим теперь коэффициент при переменной X_7 с учётом дотаций в 31% от себестоимости производства говядины в формуле (A11). Он естественно будет меньше, чем первоначальный. Для этого используем формулу (A6). В этой формуле

$C_{ц}$ - затраты в рублях на 1 центнер произведённой животноводческой продукции составляли для производства говядины в Курской области 12472 руб./ц [A2]. С учётом дотаций затраты уменьшатся на 31% и составят 8606 руб./ц.

прод - продуктивность в центнерах на 1 голову составляла для производства говядины в Курской области 3,64 ц/гол. [A1] (средний живой вес 1 головы КРС, реализованный на убой в сельхозорганизациях);

пл_га – земельная площадь в га, необходимая для содержания 1 головы КРС в Курской обл. Принимаем это значение равным 1,5 га на 1 голову КРС. Это не противоречит использованию этого показателя на 1 этапе размещения, когда для всех областей он принимался равным 1,3 га. На 2 этапе размещения для Курской области желательно выбрать этот показатель побольше, но в рамках допустимого для содержания КРС диапазона в 1-1,5 га. В этом случае коэффициент при переменной X_7 (земли для производства говядины), а также и суммарная себестоимость всей сельхозпродукции в Курской области будут снижаться. Из формулы (6) следует, что

С_га – затраты в рублях на 1 га при производстве говядины в Курской области составят 20883 рублей с учётом выделенных дотаций или 20,9 тыс. рублей.

Теперь обращаясь к формуле (A10) видно, что по себестоимости производство говядины стала более конкурентоспособным, чем свинина, молоко, картофель, овощи, сахарная свёкла, но уступает себестоимости зерна, мяса птицы и подсолнечника. Модель, как известно, выделяет наибольшие земельные наделы под виды производства с наименьшей себестоимостью. Поэтому, зерно и подсолнечник будут ограничены неравенствами. А вся оставшаяся в свободном распределении земля уйдёт под производство вида с наименьшей себестоимостью, т.е. мяса птицы. При этом суммарная себестоимость по всем видам производства должна существенно уменьшиться, что и подтвердят программные расчёты. Запишем модифицированное уравнение (A10) с новым коэффициентом при переменной X_7 (говядина) и ограничения в формате программы LPSOLVE.

Отметим следующие особенности составления ограничений. Ограничения 2), 3) и 6) записаны в виде равенств т.к. рентабельности производства этих видов сельхозсырья были отрицательны, и пользователь программы вправе ограничить земельные площади для таких производств.

	x1	X2	x3	x4	x5	x6	x7	X8	x9		
Коэфф.	13,3	81,0	285,2	13,1	46,5	36,9	20,9	21,4	8,3		
зерно	1									>	907400
картоф.		1								=	10600
овоши			1							=	6500
подсол.				1						>	17500
свёкла					1					=	5400
молоко						1				=	89600
говядина							1			>	160200
свинина								1		>	196100
птица									1	>	200000
1 этап	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	1830300
Решение	907400	10600	6500	17500	5400	89600	160200	196100	437000		29739230

При наличии принятых ограничений решение задачи ЛП программой LPSOLVE выглядит следующим образом:

X₁ = 907400 га земли под зерно

$X_2 =$	10600 га	земли под картофель
$X_3 =$	6500 га	земли под овощи
$X_4 =$	17500 га	земли под подсолнечник
$X_5 =$	5400 га	земли под сахарную свёклу
$X_6 =$	89600 га	земли под молоко
$X_7 =$	160200 га	земли под говядину
$X_8 =$	196100 га	земли под свинину
$X_9 =$	437000 га	земли под мясо птицы

В полученном распределении земельных ресурсов под животноводство наибольшие земельные площади модель закрепила за производством мяса птицы в размере 437000 га, затем свинины в размере 196100 га. Т.е. модель распределила наибольшие площади под те эти виды животноводства, которые фактически были наиболее рентабельными в 2012 г., а также обладали невысокой себестоимостью производства продукции в расчёте на 1 га земли. Под производство говядины модель выделила 160200 га, т.е. столько, сколько требовалось для удовлетворения потребительских запросов региона по говядине.

Максимальные по размеру земельные ресурсы в Курской области, соответствующие уровню потребления, модель выделила для производства зерна: 907400 га. Зерно было одним из наиболее рентабельных видов продукции в Курской области и также отличалось невысокой себестоимостью. Фактически в Курской области под зерно было занято 950100 га.

Следующие по размеру земельные ресурсы для животноводства в Курской области модель выделила под производство молока. Это решение также соответствует фактическому состоянию дел по производству молока и молочной продукции в Курской области.

И, наконец, что очень важно, в полученном размещении земельных ресурсов удовлетворены все потребности региона по производству продовольственного сырья среди вышеуказанных 9 видов.

Суммарная себестоимость производства 9 видов сельхозпродукции для полученного модельного размещения составила 29,7 млрд. рублей.

Суммарная себестоимость производства 9 видов сельхозпродукции для фактического размещения составила 38,6 млрд. рублей.

4 Сравнение модельного размещения сельхозпроизводства в регионах ЦФО с фактическим размещением

В данном разделе приводится таблица А3 сравнения модельного и фактического размещения сельскохозяйственного производства в 8-ми регионах ЦФО. Сравнение производилось в процентах, которые составляет земельная площадь для одного из видов сельхозпроизводства, размещённого на этой земле, по отношению к всей земельной площади под все 9 видов сельхозпроизводства в данном регионе.

Таблица А3- Сравнение модельного и фактического размещения сельскохозяйственного производства в 8-ми регионах ЦФО

	Зерно	Картоф.	Овощи	Подсолн.	Свёкла	Молоко	Говядина	Свинина	Птица
Курская									
Модель	49,6	0,6	0,4	1,0	0,3	4,9	8,8	10,7	23,9
Факт	54,1	3,6	0,5	7,3	6,4	6,3	8,1	11,2	2,6
Орловская									
Модель	68,5	0,7	0,3	0,8	0,3	5,7	7,7	7,7	8,2
Факт	67,2	2,9	0,4	2,8	3,9	6,0	9,1	7,1	0,6
Тамбовская									
Модель	44,9	0,5	0,3	17,1	5,6	3,2	6,1	6,1	16,3
Факт	52,4	2,3	0,4	20,0	6,5	3,7	7,2	7,1	0,4
Воронежская									
Модель	58,9	0,7	0,6	1,4	0,4	5,6	9,3	9,6	13,5
Факт	47,6	3,4	0,8	16,1	5,1	7,3	11,5	5,6	2,6
Белгородская									
Модель	44,5	0,9	0,7	1,2	0,4	4,1	8,9	36,7	2,6
Факт	32,6	2,4	0,7	8,0	4,5	5,5	7,7	36,0	2,5
Московская									
Модель	36,1	7,1	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	43,1
Факт	16,8	8,9	3,4	0,0	0,0	25,6	29,7	13,8	1,8
Липецкая									
Модель	53,8	3,6	0,7	8,0	0,5	1,8	8,0	8,9	14,8
Факт	56,5	3,8	0,7	8,4	6,3	5,1	8,4	9,4	1,5
Брянская									
Модель	41,8	5,1	0,9	0,2	0,6	16,0	25,5	8,3	1,6
Факт	39,9	7,1	0,9	0,2	0,6	16,0	25,5	8,3	1,6

Из анализа данных в таблице А3 можно сделать следующие выводы:

- *Курская область.* В этом регионе модель рекомендует уменьшить земли под зерновые до 49,6% и увеличить земли под производство говядины до 8,8% и мяса птицы до 23,9%. Расширение земельных площадей под

производство говядины отвечает рекомендации 1 этапа размещения. Увеличение земель под производство мяса кур моделируется в связи с тем, что себестоимость производства мяса кур невысока в этом регионе, а также в связи с повышением потребления мяса птицы, которое не отвечало нормативному уровню потребления;

- *Орловская область.* Расширяющимися в использовании земель, видами сельскохозяйственного производства по рекомендации модели в этом регионе должны быть: производство зерна, свинины и мяса птицы. Земли под производство овощей и картофеля модель на 2 этапе размещения рекомендует несколько сократить в виде высокой себестоимости производства этих видов продовольствия. Земли под производство мяса птицы модель рекомендует на 2 этапе размещения расширить до уровня, отвечающего нормативу потребления курятины в регионе;

- *Тамбовская область.* В этом регионе небольшие различия в использовании земель в модельном и фактическом размещении наблюдались для производства овощей, свёклы, подсолнечника и свинины. Выращивание подсолнечника и сахарной свёклы моделировалось как наиболее приоритетное производство на 1 этапе размещения для этого региона. На 2 этапе размещения модель рекомендует значительно расширить (до 16,3% от всей земельной площади), земли под производство мяса птицы в виду их низкой себестоимости;

- *Воронежская область.* В этом регионе модель рекомендует увеличить земельные площади под производство зерна на 11,3% по сравнению с фактическим размещением. Земельные площади под производство мяса птицы в 6 раз по сравнению с фактическим размещением. Земельные площади под производство свинины на 4% по сравнению с фактическим размещением. Расширение земельных площадей отвечает рекомендации и 1 этапа моделирования для Воронежской области. Необходимо отметить, что производство мяса птицы и свинины являются наиболее зерноёмкими видами сельхозпроизводства, а значит, за счёт этого

свойства увеличивают интегрированную экономию на 2-ом этапе размещения в Воронежской области.

Производство мяса птицы, в 4-х проанализированных регионах имело самую низкую из всех 9 видов сельхозпродукции себестоимость, хотя рентабельность выпуска мяса птицы в двух регионах была невысокой (Тамбовская обл. 0,1%, Орловская обл. 4,8%), а в Воронежской области даже отрицательной (-) 5,4%.

В то же время из сравнения модельных и фактических данных следовало, что во всех перечисленных регионах ЦФО уровень производимого объёма мяса птицы был значительно ниже планки потребления курятины в этих областях. А потребление или спрос на определённое сельхозсырьё является одним из решающих факторов расширения производства данного вида сырья в регионе.

- *Белгородская область.* В этом регионе на 2 этапе размещения модель рекомендует расширить земельные площади под выращивание зерна на 11,9% и под производство говядины на 1,2%. Производство зерна являлось рентабельным в Белгородской области, а производство говядины увеличивается в связи с рекомендациями 1 этапа размещения

Земли под производство свинины также следует немного увеличить по расчётам модели на 0,7%. Из таблицы А3 видно, что фактическое размещение производства свинины на земельных площадях в Белгородской области уже составляло 36% от всей земельной площади. Это соответствовало реальному рейтингу производства свинины в перечне различных видов продовольственной продукции в регионе. Из таблицы А3 в частности следует, что результаты модельного и фактического размещения совпали для производства мяса птицы.

- *Московская область.* В Подмоскowie модель рекомендует на 2 этапе размещения увеличить земельные площади под производство зерна более, чем в 2 раза и по производству мяса птицы более, чем в 20 раз до 43% от всей

земельной площади. При этом потребительские запросы региона и по зерну, и по мясу птицы будут удовлетворены не полностью.

Земли под производство свинины модель рекомендует оставить на прежнем уровне. Производство молока и говядины сократить и ввозить это сырьё из других регионов. Производство картофеля и овощей оставить на том же самом уровне.

В конце раздела приводится таблица А4 по регионам ЦФО, в которой отмечены достижения в процентах экономии (прибыли) при производстве основных видов сельскохозяйственного сырья в соответствии с рекомендациями модели по размещению производства на земельных площадях регионов в сравнении с фактическим использованием земель под эти же виды сельхозпроизводства.

Таблица А4 - Достижения в процентах экономии (прибыли) при производстве основных видов сельскохозяйственного сырья

Регион	с/х ВВП млрд. руб.	Население тыс. чел.	Доля в % сельско- го населе- ния	Себесто- имость факти- ческая млрд. руб.	Себесто- имость модель- ная млрд. руб.	Эконо- мия (при- быль) в %
Курская	69,1	1121,6	34	38,6	29,7	23
Орловская	39,1	781,3	34	23,1	21,0	9
Тамбовская	60,0	1082,5	41	36	35,6	1
Воронежская	125,5	2331,5	34	67,6	55,7	18
Белгородская	149,3	1536,1	34	51,6	46,1	11
Московская	81,2	7198,7	20	27,2	15,9	42
Липецкая	55,0	1165,9	36	33,1	28,5	14
Брянская	36,0	1264,4	31	17,9	16,9	6

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

**База данных ввоза-вывоза сельскохозяйственной продукции по
регионам России «FoodStream»**

Инструментальное программное средство анализа потоков продовольствия «FoodStream»

Инструментальное средство для анализа объемов ввоза-вывоза сельскохозяйственной продукции по регионам России «Инструментальное программное средство анализа потоков продовольствия», сокращенно «FoodStream», предназначено для информационно-аналитической поддержки процессов разработки экономико-математической модели размещения сельскохозяйственного производства по регионам России.

Данное программное средство может быть использовано для решения проблемы анализа эффективности существующей схемы межрегионального обмена продовольствием в практике работы МСХ РФ, а также в системе НИИ и вузов аграрно-экономической специализации.

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 т.ч. 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.

Программа «FoodStream» обновляется ежегодно с добавлением информации по новому году. Год выпуска программы отражён двумя цифрами в названии файлов пакета поставки: «FoodStream»гг.* .

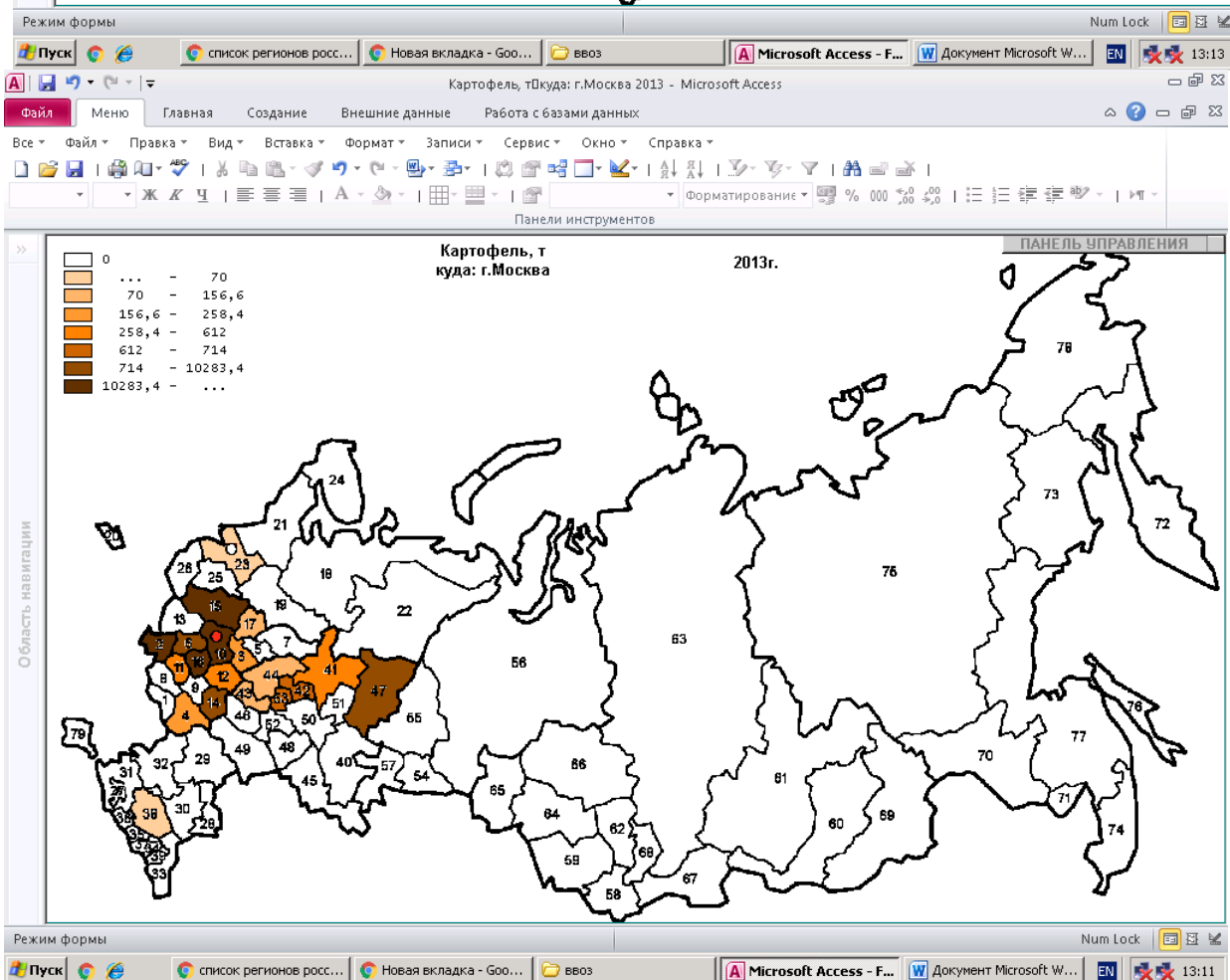
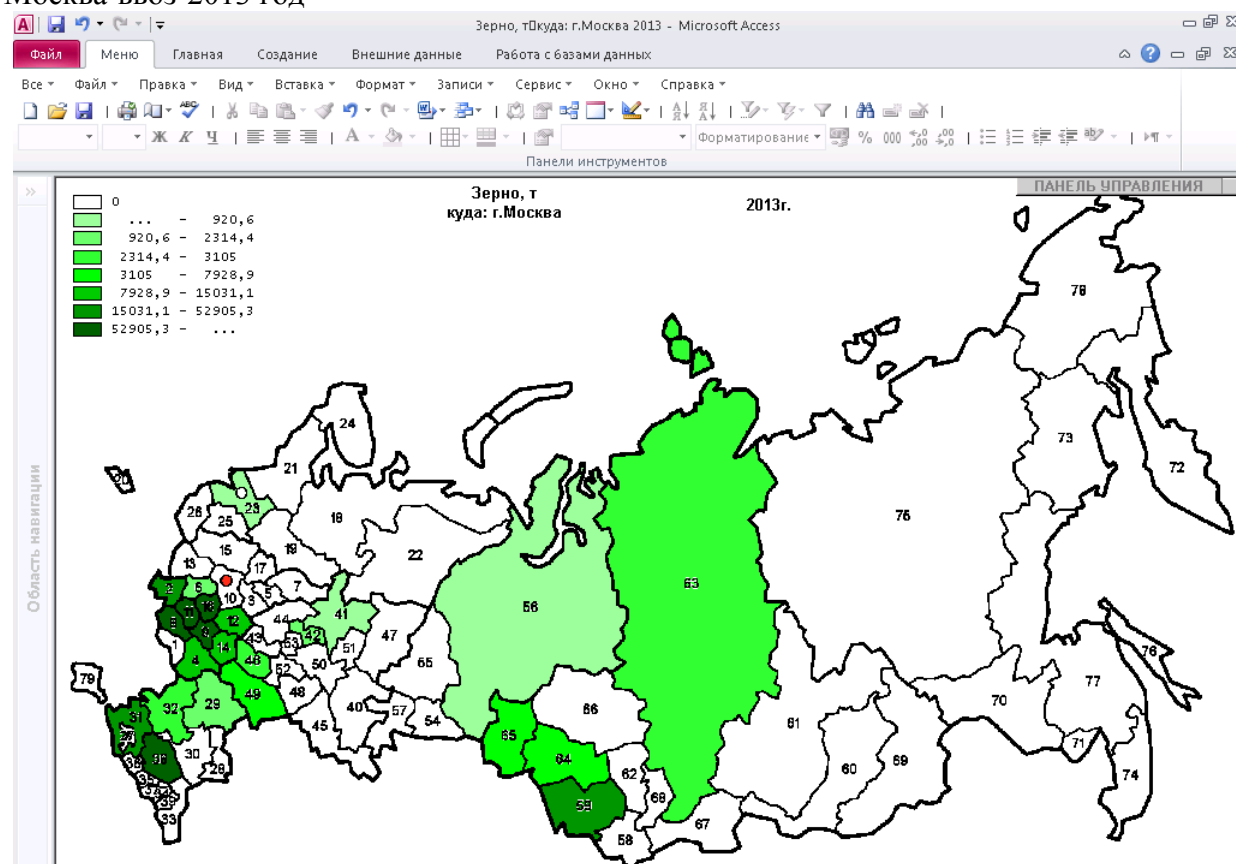
Показатели для анализа сгруппированы по следующим направлениям:

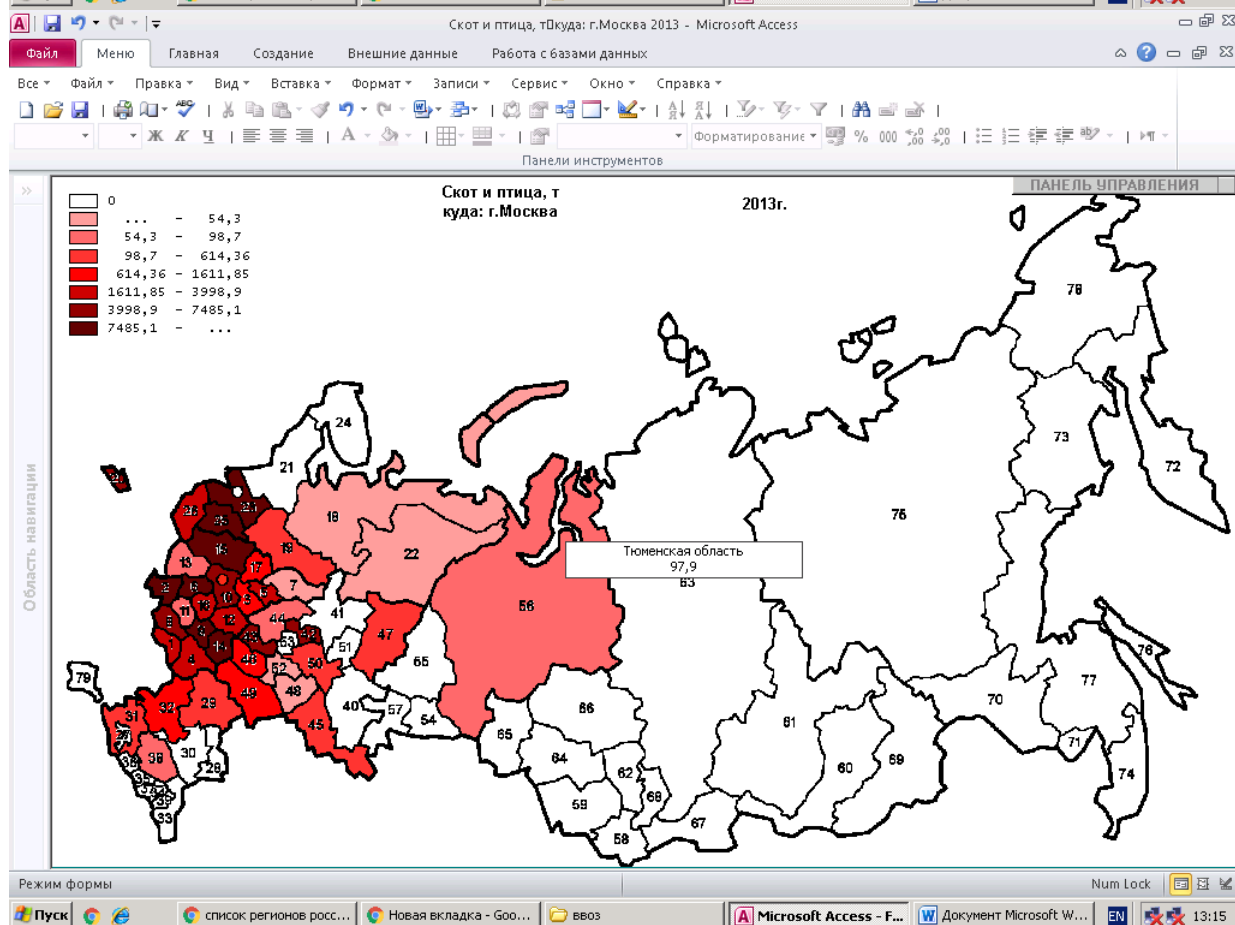
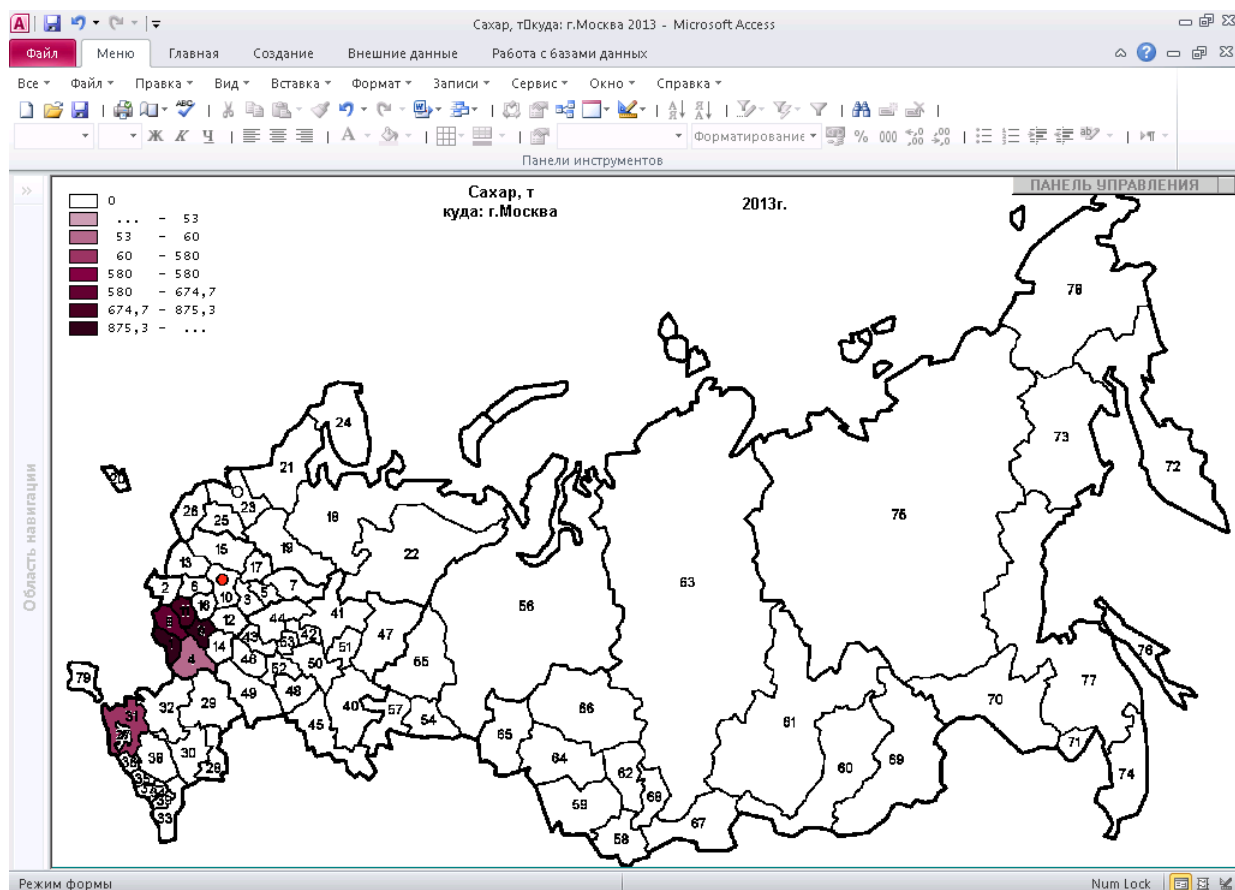
- вывезено сельхозпродуктов сельскохозяйственными организациями за пределы Российской Федерации;
- вывезено сельскохозяйственных продуктов сельскохозяйственными организациями за пределы республики (в составе России), края, области;
- ввезено сельскохозяйственных продуктов на территорию субъекта Российской Федерации от сельскохозяйственных организаций других субъектов Российской Федерации.

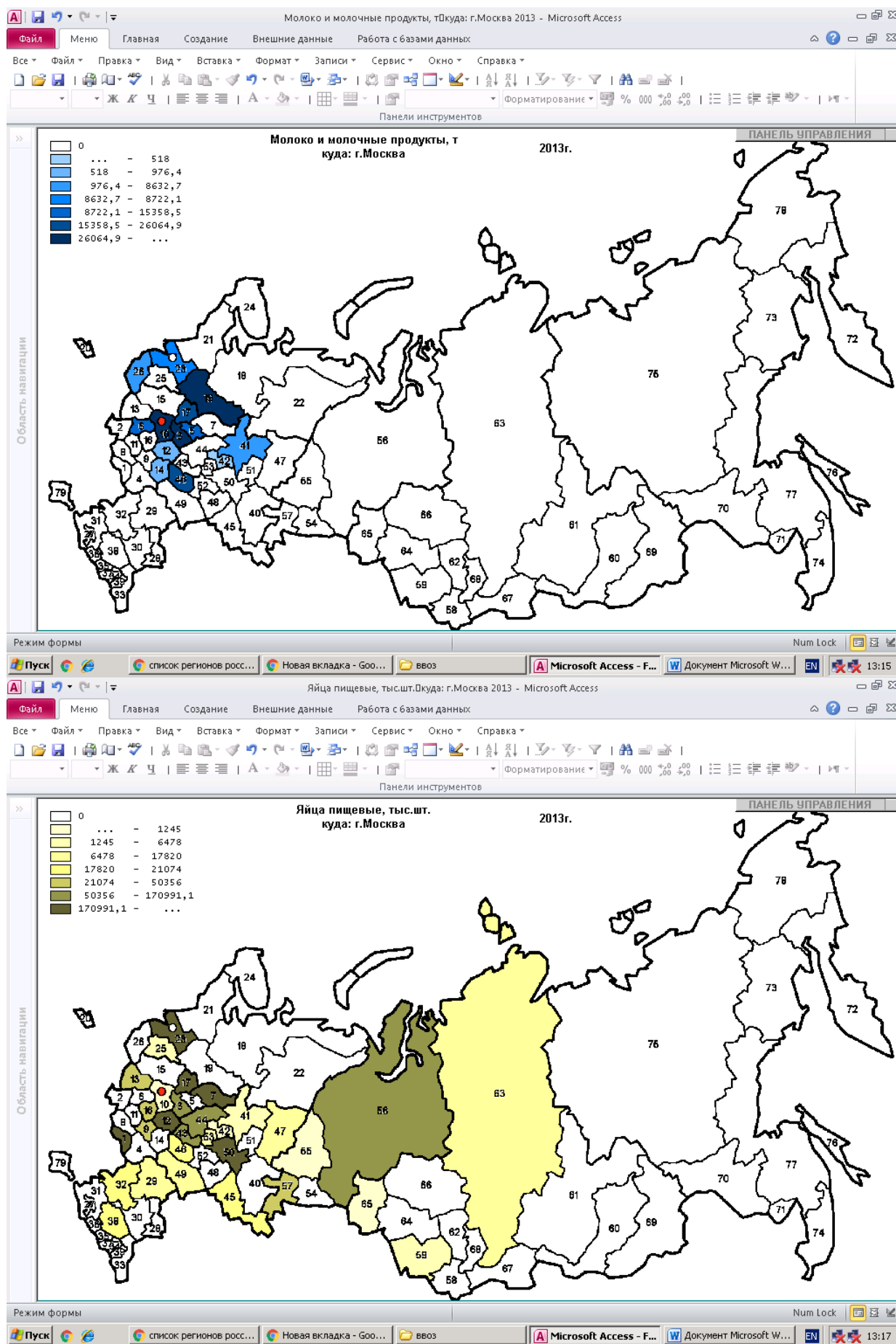
Виды продовольствия, доступные для анализа:

- зерно, т;
- картофель, т;
- масло растительное, т;
- молоко и молочные продукты, т;
- овощи и бахчевые культуры, т;
- продукты переработки зерна, т;
- сахар, т;
- скот и птица, т;
- фрукты, т;
- яйца пищевые, тыс.шт.

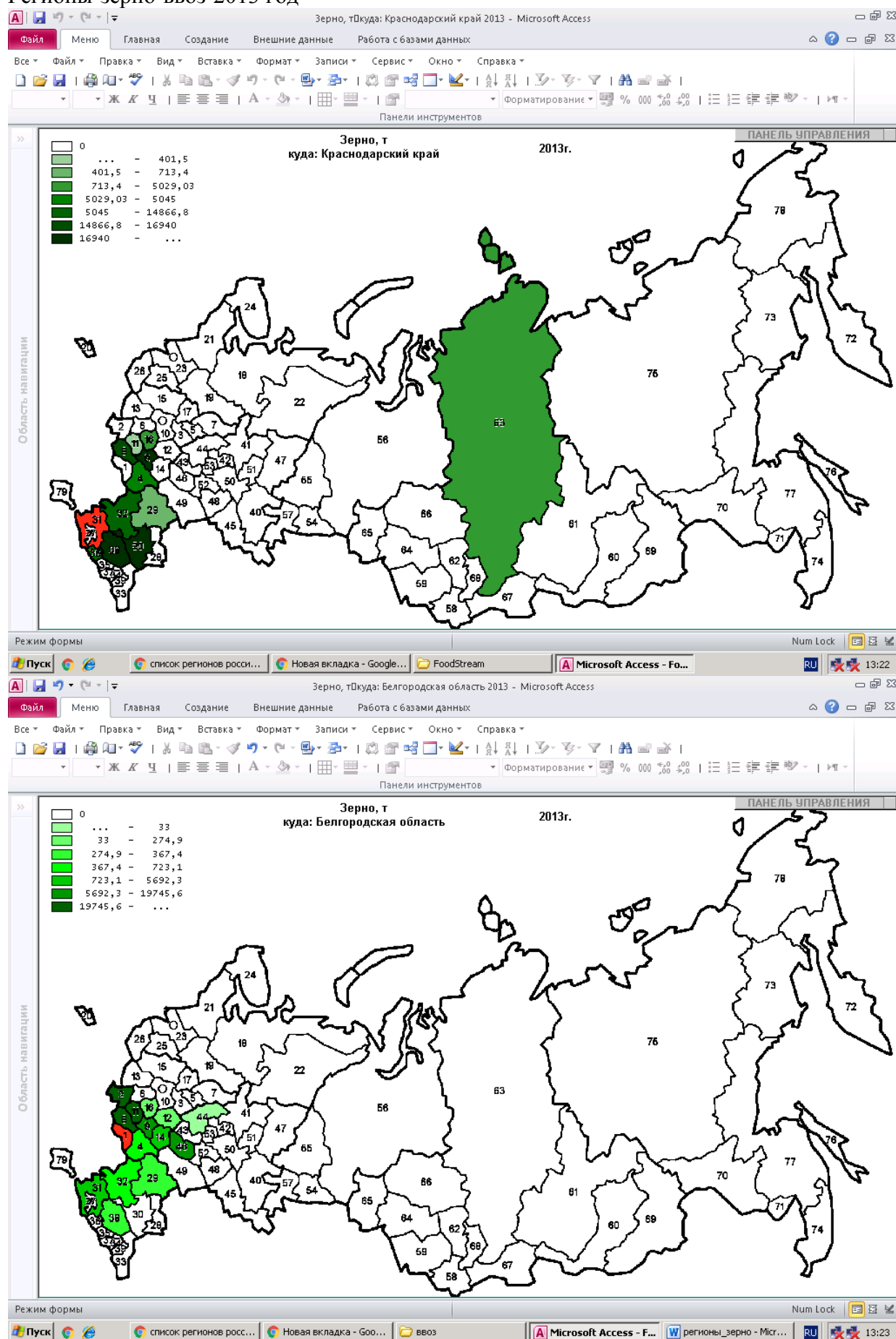
Москва-ввоз-2013 год

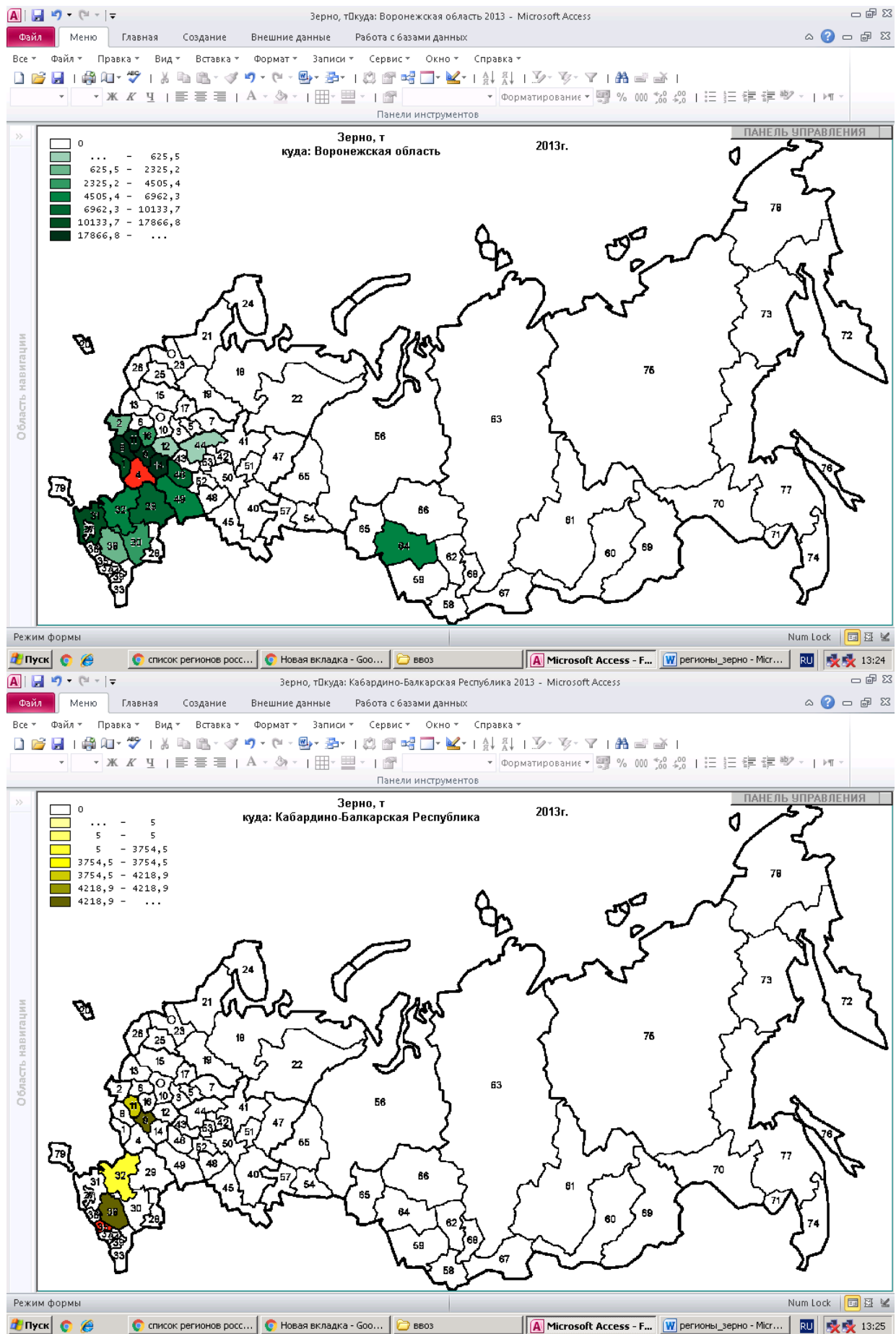


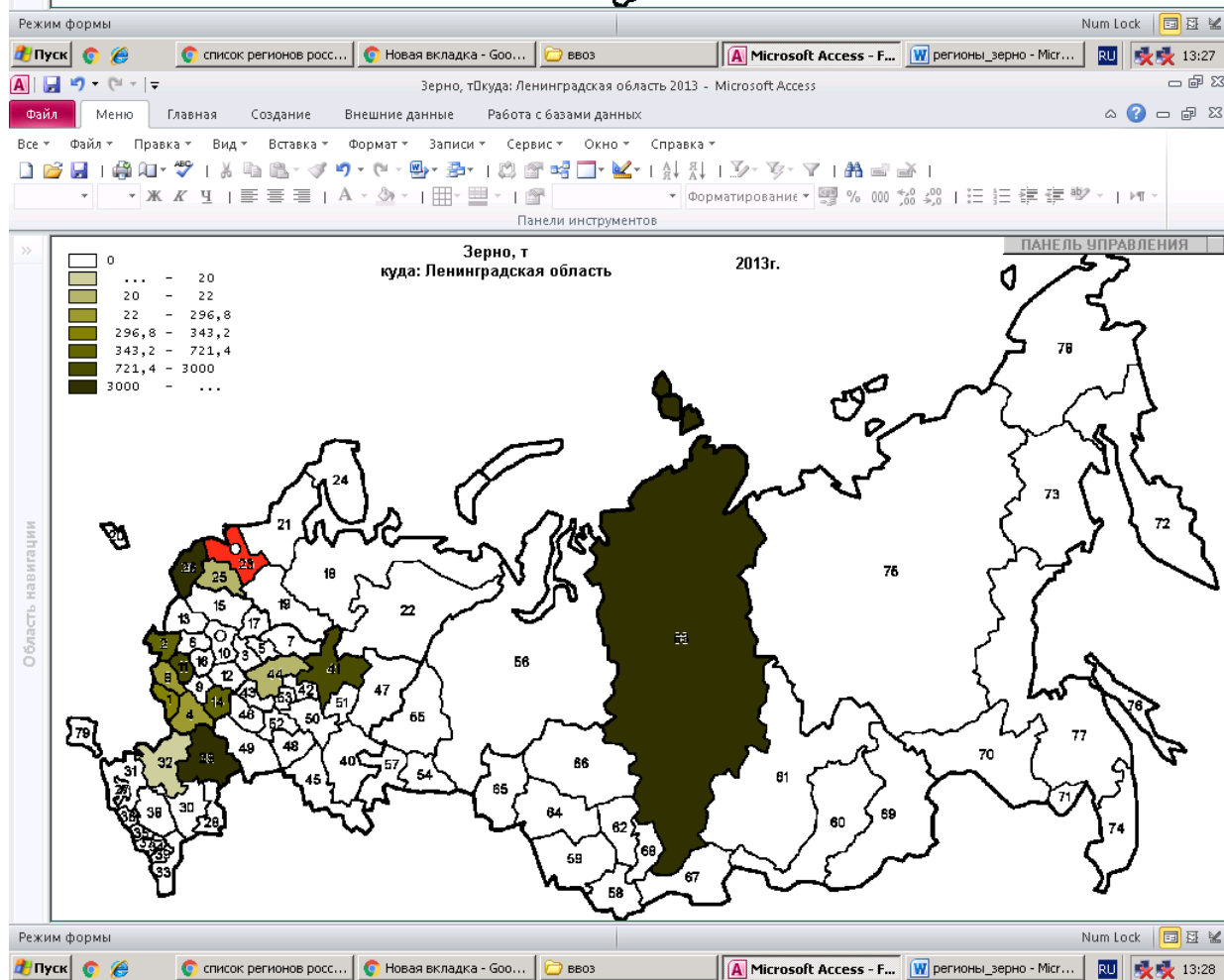
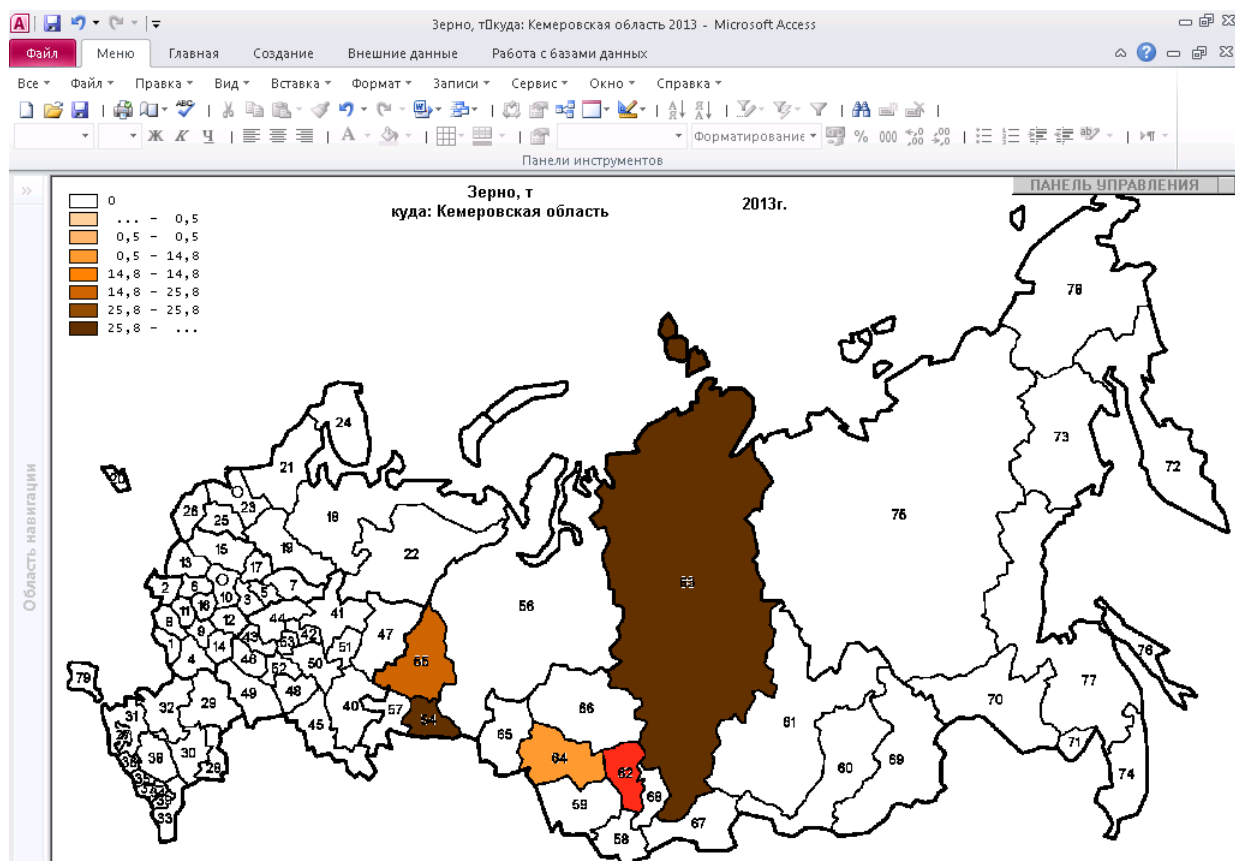


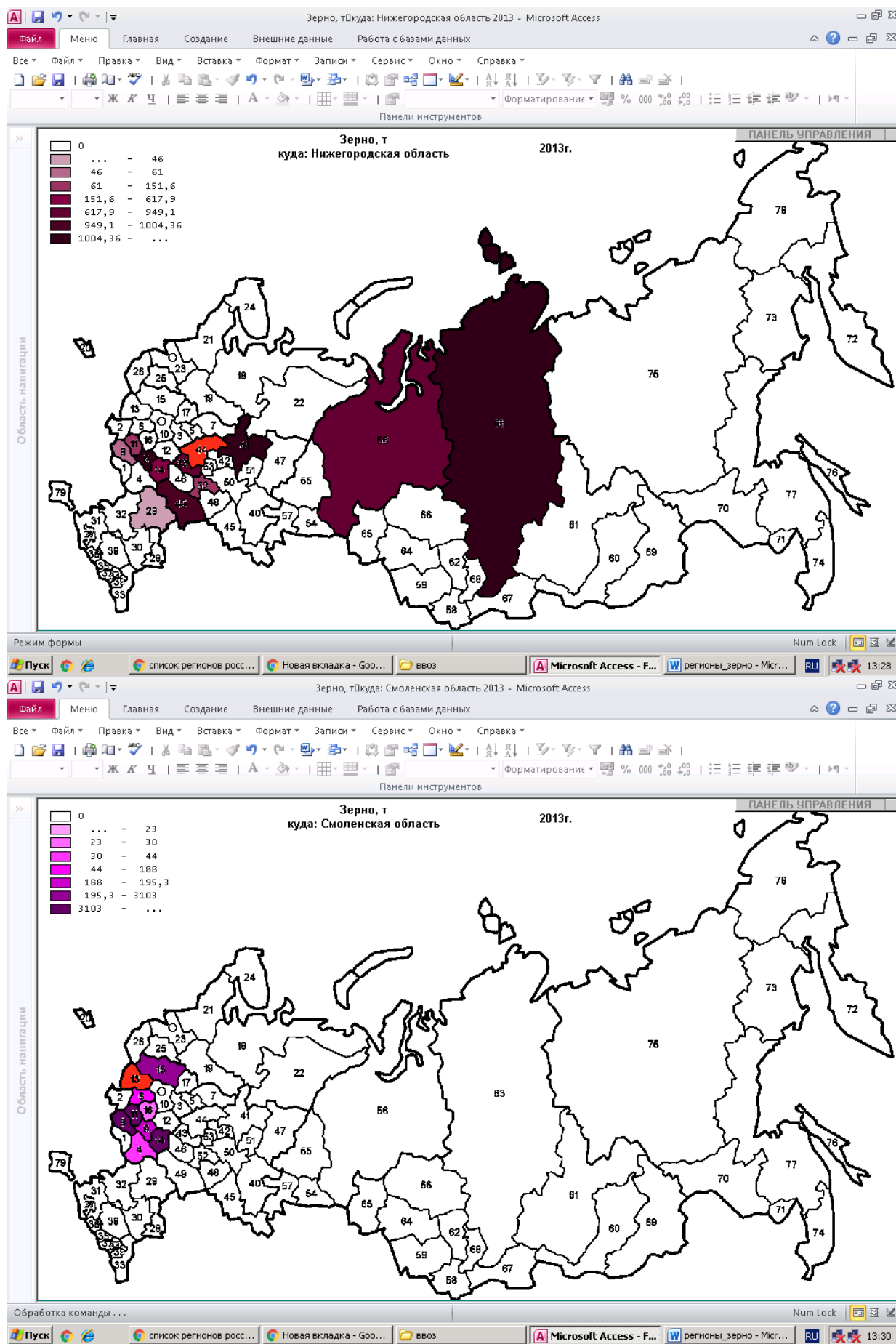


Регионы-зерно-ввоз-2013 год









Регионы-зерно-вывоз-2013 год

