

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

На правах рукописи

Быков Денис Витальевич

ТИПИЗАЦИЯ ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ МЕТОДАМИ
МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО И НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА

Специальность 5.2.3. – Региональная и отраслевая экономика
(11. Бухгалтерский учет, аудит и экономическая статистика)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
кандидат экономических наук, доцент
Уколова Анна Владимировна

Москва – 2026

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1 Концептуально-методологические основы статистического наблюдения и типизации личных подсобных хозяйств.....	12
1.1. Личные подсобные хозяйства как производители продукции сельского хозяйства и объект статистического наблюдения	12
1.2. Анализ сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения и личных подсобных хозяйствах по регионам России.....	31
1.3. Разработка методического подхода к выделению производственных типов ЛПХ на основе методов многомерного статистического и нейросетевого анализа.....	49
Глава 2 Выделение производственных типов личных подсобных хозяйств с использованием методов многомерного статистического и нейросетевого анализа.....	90
2.1 Разведочный анализ структуры совокупности ЛПХ.....	90
2.2 Сравнительный анализ методов кластеризации для выделения производственных типов личных подсобных хозяйств.....	102
2.3 Выделение производственных типов личных подсобных хозяйств на региональном уровне с применением многомерных статистических методов.....	107
2.4 Выделение производственных типов личных подсобных хозяйств методом нейросетевого кластерного анализа	127
Глава 3 Направления использования результатов типологии подсобных хозяйств для принятия управленческих решений	144
3.1 Статистическая оценка уровня экономической активности на основе товарности и сравнительный анализ устойчивости выделенных типов ЛПХ	144
3.2 Анализ влияния агроэкологических условий на размеры сельскохозяйственного производства в личных подсобных хозяйствах	157
3.3 Разработка методических рекомендаций по точечной и дифференцированной государственной поддержке ЛПХ с учетом уровня их экономической активности	169
Заключение	187
Список сокращений и условных обозначений.....	191
Список литературы	192
Приложения	242

Введение

Актуальность темы исследования. Статистические исследования развития малого предпринимательства в сельском хозяйстве, процессов формирования и появления новых производственных типов сельскохозяйственных товаропроизводителей необходимы для совершенствования аграрной политики государства с целью обеспечения равных возможностей развития всем субъектам многоукладной экономики, обеспечения продовольственной независимости страны по всем основным группам продуктов, сохранения сельского образа жизни и развития сельских территорий.

Несмотря на структурные сдвиги и значительное увеличение доли сельскохозяйственных организаций (СХО) и крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ) в общем объеме производства продукции сельского хозяйства, четвертая ее часть производится в хозяйствах населения (ХН), что весьма существенно для рыночной экономики.

Категория хозяйств населения представлена преимущественно личными подсобными хозяйствами (ЛПХ): их удельный вес в общем числе ХН составляет более 70%, а в объеме производства продукции сельского хозяйства – более 85%. Однако следует учитывать значительную гетерогенность совокупности ЛПХ, обусловленную как наличием хозяйств резидентского типа, служащих местом жительства, так и предпринимательского типа, не стремящихся переходить в категорию К(Ф)Х, регистрироваться в качестве индивидуальных предпринимателей (ИП) или самозанятых, в том числе из-за увеличения налоговой и отчетной нагрузки, несмотря на гораздо более существенную государственную поддержку. Смешение разных типов хозяйств искажает статистическую информацию, публикуемую по ЛПХ и ХН в целом, и негативно влияет на принимаемые управленческие решения.

Эта проблема может быть решена путем разработки типологии ЛПХ и публикации результатов статистических исследований в разрезе выделенных социально-экономических или производственных типов. Учитывая многочисленность статистических совокупностей ЛПХ (в большинстве

регионов России их число измеряется сотнями тысяч), а также продолжение процесса их дифференциации, для их типизации требуется разработка методического подхода с применением многомерных статистических методов и методов искусственного интеллекта, что соответствует стратегии цифровой трансформации отраслей АПК, переходу к единой цифровой платформе сельского хозяйства и разработке моделей управления на основе данных.

Степень научной разработанности проблемы. Вопросами типизации крестьянских хозяйств занимались А.В. Чаянов, В.И. Ленин, А.Н. Челинцев, Н.П. Макаров и др.; личных подсобных хозяйств в современный период – А.П. Зинченко, В.Я. Узун, В.А. Сарайкин, Е.А. Гатаулина, А.В. Уколова, Б.Ш. Дашиева и др. Вопросам экономико-статистического анализа сельскохозяйственного производства личных подсобных хозяйств и развития сельских территорий посвящены научные работы таких ученых, как А.В. Петриков, М.Н. Толмачев, И.Г. Ушачев, А.Н. Бобрышев, А.Н. Герасимов, Е.И. Громов, Р.Г. Янбых, А.В. Колесников, В.В. Маслова, З.А. Залилова, Д.М. Черепанова, Ю.Н. Никулина, Ю.С. Скрипниченко и др.

Значительный вклад в развитие теории и методологии типологии данных, многомерного статистического и, в частности, кластерного анализа внесли следующие отечественные и зарубежные ученые: В.В. Глинский, С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян, М.Ю. Архипова, Т.М. Тихомирова, Дж.М. Филлипс, М. Кун, К. Джонсон и др. В основе развития методов нейросетевого кластерного анализа лежат научные труды таких ученых, как С. Хайкин, Т. Кохонен, А. Вунш, Т. Лиш, С. Брода, Л. Кончетти, Г. Маццучо, Ф.Э. Чарапика, М. Бевилаква и др.

Вопросам, связанным с мерами сходства и методами объединения в кластерном анализе, посвящены исследования следующих ученых: М.С. Олдендерфер, Р.К. Блэшфилд, Р. де Мешальк, Д. Жуан-Рембо, Д.Л. Массарт, Б.С. Эверитт, С. Ландау, М. Лиз, Д. Шталь и др.; с метриками качества кластеризации – Л. Кауфман, П.Дж. Русиу, Д.Л. Дэвис, Д.В. Боулдин, Т. Калински, Дж. Харабас и др.; с факторным анализом – Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюллер и др.

Поскольку объем статистической информации о деятельности ЛПХ по производству сельскохозяйственной продукции ограничен, личные подсобные хозяйства не так часто являются объектом исследования ученых-статистиков, в отличие, например, от таких категорий производителей сельскохозяйственной продукции, как крестьянские (фермерские) хозяйства и сельскохозяйственные организации. Несмотря на разработанные методические подходы к статистическому исследованию сельскохозяйственных товаропроизводителей, в условиях экономики данных и цифровой трансформации государства изучение многочисленных совокупностей ЛПХ требует совершенствования существующих и выработки новых методических подходов с учетом передового отечественного и международного опыта. В отличие от ЕС и США, где выделяются типы сельскохозяйственных товаропроизводителей по размерам производства и специализации на основе обобщенных стоимостных показателей результатов производства, в Российской Федерации производственные типы ЛПХ, различающиеся по размерам производства, производственному направлению и товарности, можно выделить по данным сельскохозяйственных переписей и микропереписей, представленным в основном показателями наличия ресурсов, с использованием многомерных статистических и нейросетевых методов анализа без расчетов стоимостных показателей, допускающих достаточно много условностей при недостатке информации.

Цель и задачи исследования. Цель исследования заключается в разработке методического подхода к проведению типизации личных подсобных хозяйств с использованием методов многомерного статистического и нейросетевого анализа для повышения качества официальной статистической информации и обеспечения эффективности управленческих решений в АПК.

Задачи исследования:

- разработать методический подход к выделению производственных типов личных подсобных хозяйств с использованием многомерного статистического и нейросетевого кластерного анализа;
- предложить методику пространственно-динамического анализа развития сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения;

- сформировать и апробировать методику разведочного анализа структуры совокупности ЛПХ, обосновать выбор методов кластерного анализа;
- дополнить этапом нейросетевого кластерного анализа методику выделения производственных типов ЛПХ, различающихся по размерам ресурсов, производственному направлению и товарности, на основе многомерных статистических методов;
- разработать методические рекомендации по научно-практическому применению предложенной типологии ЛПХ.

Объект исследования – статистическая совокупность личных подсобных хозяйств регионов Российской Федерации.

Предмет исследования – система статистических показателей личных подсобных хозяйств, методы типизации единиц статистических совокупностей.

Соответствие темы диссертации требованиям Паспорта специальности ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (по экономическим наукам). Исследование выполнено в рамках научной специальности 5.2.3. «Региональная и отраслевая экономика» и соответствует пунктам: 11.15. Статистическое наблюдение. Методы сбора и обработки статистической информации; 11.16. Применение современных информационных и коммуникационных технологий в области экономической статистики; 11.17. Прикладные статистические исследования в экономике. Статистическая поддержка управленческих решений.

Методология и методы исследования. В исследовании применяются многомерные статистические методы, включая расчет многомерных средних, факторный, кластерный анализ; метод нейросетевой кластеризации на основе самоорганизующихся карт (*SOM*); расчет описательных статистик; корреляционно-регрессионный, дисперсионный анализ; метод группировок; графический, табличный и другие методы.

Применение перечисленных методов и дополнительные математические расчеты были осуществлены с использованием языка программирования Python и его специализированных библиотек, в том числе *pandas*, *numpy*, *scikit-learn*, *statsmodels*, *scipy*, *minisom*, *matplotlib*, *seaborn*.

Информационной базой исследования послужили результаты Всероссийских сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 гг. (ВСХП-2006 и ВСХП-2016 соответственно), а также сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. (СХМП-2021), нормативно-правовые акты, регламентирующие деятельность личных подсобных хозяйств, организацию их статистического учета и государственной поддержки.

Научная новизна исследования заключается в развитии теоретических положений и разработке методического подхода к выделению производственных типов ЛПХ с использованием методов многомерного статистического и нейросетевого анализа, позволяющего выделить существенно различающиеся между собой по существенным для ведения сельскохозяйственного производства признакам, но внутренне однородные группы ЛПХ, что повысит качество предоставляемой статистической информации и позволит обеспечить принятие эффективных управленческих решений в области регулирования и поддержки инклюзивного развития сельского хозяйства.

Научной новизной обладают следующие результаты, выносимые на защиту:

- разработан методический подход к выделению производственных типов личных подсобных хозяйств, включающий методики пространственно-динамического анализа развития сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения, типизации ЛПХ с использованием многомерного статистического и нейросетевого кластерного анализа, а также методические рекомендации по научно-практическому применению предложенной типологии ЛПХ, позволяющий повысить качество статистической информации и разработки управленческих решений на основе данных в условиях цифровой трансформации и внедрения единой цифровой платформы АПК;

- предложена методика пространственно-динамического анализа развития сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения на основе ретроспективной и динамической группировки регионов по удельному весу хозяйств населения в производстве продукции сельского хозяйства, на основе

которой установлена обратная связь между агроэкологическими условиями региона и удельным весом хозяйств населения в сельскохозяйственном производстве, а также его уменьшение с начала реализации государственных программ по поддержке развития сельского хозяйства с дифференциацией темпов прироста по субъектам федерации, что определяет необходимость разработки типологии ЛПХ с учетом региональных особенностей;

- сформирована и апробирована методика разведочного анализа структуры совокупности ЛПХ, позволяющая по данным отдельного типичного населенного пункта или района оценить удельный вес резко выделяющихся хозяйств (выбросов), требующих отдельного изучения, наличие и число производственных типов (кластеров) ЛПХ во всем регионе, а также обосновать выбор метода кластеризации;

- дополнена этапом нейросетевого кластерного анализа методика выделения производственных типов ЛПХ, различающихся по размерам ресурсов, производственному направлению и товарности, с применением многомерных статистических методов, что позволило уточнить границы кластеров, а также разработать программное обеспечение, которое может быть интегрировано в единую цифровую платформу АПК в качестве модуля анализа данных сельскохозяйственных переписей для обеспечения статистической поддержки управленческих решений;

- разработаны методические рекомендации по применению предложенной типологии ЛПХ для статистической оценки влияния агроэкологических условий на размеры сельскохозяйственного производства, а также для распределения средств государственной поддержки ЛПХ с учетом уровня их экономической активности, позволяющие проводить адресную государственную политику на региональном и муниципальном уровнях управления.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

- методический подход к выделению производственных типов личных подсобных хозяйств с использованием многомерного статистического и нейросетевого кластерного анализа;

- методика пространственно-динамического анализа развития сельскохозяйственного производства хозяйств населения;
- методика разведочного анализа структуры совокупности ЛПХ;
- методика выделения производственных типов ЛПХ, различающихся по размерам ресурсов, производственному направлению и товарности с использованием многомерного статистического и нейросетевого кластерного анализа;
- методические рекомендации по применению предложенной типологии ЛПХ для статистической оценки влияния агроэкологических условий на размеры сельскохозяйственного производства и для распределения средств государственной поддержки ЛПХ с учетом уровня их экономической активности.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования.

Теоретическая значимость состоит в том, что результаты исследования развивают методологию сельскохозяйственной статистики, расширяя теоретические положения и методические подходы к проведению типизации ЛПХ с использованием методов многомерного статистического и нейросетевого анализа.

Практическая значимость исследования заключается в разработанных методиках, направленных на выделение производственных типов личных подсобных хозяйств, и методических рекомендациях для практического применения типологии ЛПХ, которые могут быть использованы федеральными и региональными органами статистики и управления сельским хозяйством для обработки, анализа и представления результатов проводимых обследований личных подсобных хозяйств с целью повышения качества предоставляемой статистической информации и эффективности управленческих решений в области регулирования и поддержки инклюзивного развития сельского хозяйства. Кроме того, разработана программная библиотека кластеризации данных, одним из основных преимуществ которой является автоматическая сводка данных по кластерам для оперативного получения характеристик выделенных производственных типов ЛПХ. Разработанные методики и

программное обеспечение для многомерного статистического и нейросетевого анализа могут быть использованы в аналитической деятельности органов управления сельским хозяйством и в рамках реализуемого стратегического направления цифровой трансформации и внедрения единой цифровой платформы АПК.

Рассмотренные в диссертации методики анализа личных подсобных хозяйств использованы в учебном процессе Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева по дисциплинам «Сельскохозяйственная статистика с основами социально-экономической статистики», «Многомерные статистические методы», «Статистика», «Методы искусственного интеллекта» и др.

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

Основные положения и результаты исследования были представлены на международных научно-практических конференциях и заседании Секции статистики ЦДУ им. профессора Б.Т. Рябушкина Центрального дома ученых РАН: III Международная научно-практическая конференция по проблемам развития аграрной экономики, Москва, 2022 г.; Международная научно-практическая конференция «Отечественная официальная статистика: прошлое, настоящее, будущее», Брянск, 2023 г.; Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева, Москва, 2023 г.; III этап Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Москва, 2023 г.; Международная научно-практическая конференция «Тренды развития сельского хозяйства и агрообразования в парадигме Зеленой экономики», Москва, 2023 г.; Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, Москва, 2024 г.; IV Международная конференция по цифровизации сельского хозяйства и органическому производству, Минск, 2024 г.; Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 160-летию Тимирязевской академии, Москва, 2025 г.; выступление на заседании Секции статистики ЦДУ им. профессора Б.Т. Рябушкина

Центрального дома ученых РАН, Москва, 2026 г.; Всероссийская с международным участием научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 155-летию со дня рождения выдающегося учёного в области животноводства, академика ВАСХНИЛ Михаила Фёдоровича Иванова, 2026 г. и др.

Обоснованность, достоверность и практическая значимость сформированных выводов и полученных результатов подтверждаются справками о внедрении в учебный процесс ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, в работу ФГБУ «Центр цифровой трансформации в сфере АПК», ФГБУ «Центр Агроаналитики».

Публикации. По теме исследования опубликовано 24 работы общим объемом 15,89 п. л. (из них 12,86 п. л. авторских), в том числе 1 статья в издании, индексируемом в Scopus, объемом 0,62 п. л. (из них 0,53 авт. п. л.), 8 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, объемом 8,14 п. л. (из них 6,52 авт. п. л.) и 2 монографии (коллективные).

Структура работы. Диссертация состоит из введения, основной части (содержит 36 рисунков, 43 таблицы), заключения, списка литературы (включает 340 наименований, в том числе 110 – на иностранном языке), пяти приложений и изложена на 260 страницах с учетом приложений.

Глава 1 Концептуально-методологические основы статистического наблюдения и типизации личных подсобных хозяйств

1.1 Личные подсобные хозяйства как производители продукции сельского хозяйства и объект статистического наблюдения

Сельское хозяйство является одной из наиболее важных отраслей для любой страны, обеспечивающей ее продовольственную безопасность. В российской статистике с учетом многоукладности аграрной экономики выделяют три категории хозяйств: хозяйства населения, сельскохозяйственные организации и крестьянские (фермерские) хозяйства, включая индивидуальных предпринимателей. Значимую роль в сельском хозяйстве продолжают играть хозяйства населения как наиболее многочисленная категория товаропроизводителей (таблица 1.1), на долю которых в 2025 г. приходилось 24,7% производства всей продукции сельского хозяйства [154].

Категория «Хозяйства населения» включает в первую очередь ЛПХ, а также другие индивидуальные хозяйства граждан, садоводческие, огороднические, животноводческие, дачные некоммерческие объединения граждан [79, с. 356]. Изучению деятельности хозяйств населения, включая личные подсобные хозяйства и индивидуальные хозяйства граждан, посвящены научные работы таких ученых, как Зинченко А.П. [72], Уколова А.В. [202], Озеряник М.Е., Хрестина С.Ф. [155], Брянская О.Л. [10], Старкова О.Я. [189], Соколов Н.А. [186] и др.

Федеральная служба государственной статистики (Росстат) приводит ежегодные данные по категории «Хозяйства населения», однако проведенные ВСХП-2006 и ВСХП-2016 не учитывали число ХН, а лишь отдельные подкатегории. В связи с этим число хозяйств населения в данном исследовании было рассчитано как сумма общего числа ЛПХ, других индивидуальных хозяйств граждан и некоммерческих объединений. При этом СХМП-2021 учла лишь объединенную узкую категорию «Личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан сельских населенных пунктов», поэтому динамика числа хозяйств населения, включая ЛПХ (таблица 1.1), а также

динамика площадей посевов сельскохозяйственных культур и поголовья сельскохозяйственных животных в хозяйствах населения (таблица 1.2) в полной мере могут быть определены лишь по результатам ВСХП-2006 и ВСХП-2016.

Таблица 1.1 – Число объектов всероссийских сельскохозяйственных переписей по категориям хозяйств, тыс. ед.

Категория хозяйств	2006	2016	Темп прироста, %
Хозяйства населения ² ,	22880	23573	3,0
в т. ч.: ЛПХ,	17463	17523	0,3
другие индивидуальные хозяйства граждан ¹ ,	5337	5974	11,9
некоммерческие объединения граждан (садоводческие, огороднические, животноводческие, дачные) (некоммерческие товарищества)	80	76	-5,5
Крестьянские (фермерские) хозяйства	253	137	-46,0
Индивидуальные предприниматели	32	38	18,9
Сельскохозяйственные организации	59	36	-39,1

¹Рассчитано автором как разность общего числа хозяйств категории «Личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан» и общего числа подкатегории «Личные подсобные хозяйства».

²Рассчитано автором как сумма числа хозяйств категорий «ЛПХ», «другие индивидуальные хозяйства граждан в сельских поселениях», «некоммерческие объединения граждан».

Источник: рассчитано автором на основе [79, 82].

Как видно из таблицы 1.1, число хозяйств населения многократно превышает число производителей сельскохозяйственной продукции всех других категорий – К(Ф)Х, ИП, СХО. Это объясняет важность ХН в обеспечении продовольственной безопасности страны, особенно по группам продуктов, по которым самообеспеченность еще не достигнута (овощи и продовольственные бахчевые культуры, фрукты и ягоды, молоко) или незначительно превышает пороговый уровень и недостаточно стабильна в динамике (картофель). В Российской Федерации в 2025 г. удельный вес ХН в общей посевной площади картофеля составил 71,5%, овощей открытого грунта – 61,0%; в общем поголовье крупного рогатого скота (КРС) удельный вес ХН составил 36,4%, овец – 41,5%, коз – 79,8%, лошадей – 55,2% [35, 34].

Личные подсобные хозяйства были выбраны в качестве объекта исследования, поскольку представляют собой наиболее многочисленную подкатеорию ХН (удельный вес ЛПХ в общем числе хозяйств населения

составляет более 70% по результатам ВСХП-2016, в соответствии с таблицей 1.1); они одновременно служат местом жительства сельского населения, имеют большое значение для развития сельских территорий и сохранения сельского образа жизни, обеспечения продовольственной безопасности страны [224]. Именно в ЛПХ сосредоточено производство основных видов продукции сельского хозяйства в категории ХН. Так, по России в целом в 2016 г. удельный вес личных подсобных хозяйств в общей площади посева сельскохозяйственных культур среди всех категорий ХН составил 83,4%, в общем поголовье КРС – 91,4% (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Посевные площади сельскохозяйственных культур и поголовье сельскохозяйственных животных в хозяйствах населения по результатам ВСХП-2006, 2016

Показатели	ХН		в том числе		Удельный вес ЛПХ в ХН, %	
			ЛПХ			
	2006	2016	2006	2016	2006	2016
Общая площадь посевов сельскохозяйственных культур, млн га	3,16	2,60	2,52	2,17	79,9	83,4
в т. ч.: зерновые и зернобобовые	0,34	0,48	0,31	0,43	90,4	89,5
картофель	1,89	1,09	1,46	0,86	77,2	78,3
овощные и бахчевые	0,50	0,44	0,35	0,31	69,2	70,3
кормовые	0,39	0,54	0,38	0,53	96,1	97,6
Поголовье сельскохозяйственных животных, млн голов:						
крупный рогатый скот,	11,31	8,18	10,22	7,48	90,4	91,4
в т. ч.: коровы молочного направления	4,83	3,11	4,36	2,84	90,1	91,5
коровы мясного направления	0,11	0,35	0,06	0,26	57,0	74,6
свиньи	8,56	3,86	7,97	3,60	93,2	93,3
овцы и козы	12,57	12,28	10,23	10,74	81,4	87,5
птица	143,44	111,55	127,20	98,63	88,7	88,4

Источник: составлено автором на основе [79, 83].

В соответствии с Федеральным законом «О развитии сельского хозяйства» № 264-ФЗ от 29 декабря 2006 г. ЛПХ является сельскохозяйственным товаропроизводителем наряду с сельскохозяйственными организациями, индивидуальными предпринимателями, сельскохозяйственными

потребительскими кооперативами и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами [128].

Поскольку статистическая совокупность ЛПХ является крайне многочисленной, для проведения статистического исследования, оценки их состояния с точки зрения объемов имеющихся ресурсов и последующей разработки предложений по совершенствованию государственного регулирования и поддержки необходимо применять многомерные статистические методы и методы искусственного интеллекта, позволяющие эффективно обрабатывать большие совокупности данных.

При этом требуется учитывать основные законодательные акты, которые регламентируют как деятельность ЛПХ в целом, так и организацию их статистического учета и государственной поддержки. Деятельность ЛПХ регулируется Федеральным законом № 112-ФЗ от 07 июля 2003 г. «О личном подсобном хозяйстве», в соответствии с которым под личным подсобным хозяйством понимается форма непредпринимательской деятельности по производству и переработке сельскохозяйственной продукции с целью удовлетворения личных потребностей [124]. При этом регистрация личного подсобного хозяйства не требуется, а его ведение прекращается в случае прекращения прав на данный земельный участок.

Земельный участок, на котором ведется личное подсобное хозяйство может быть одним из двух видов: приусадебным (в границах населенного пункта) или полевым (за пределами населенного пункта), который допускается использовать исключительно для производства сельскохозяйственной продукции. Законом регулируется максимально допустимая общая площадь всех земельных участков личного подсобного хозяйства – 0,5 га (или 2,5 га, если в субъекте Российской Федерации принят соответствующий закон) [Там же, 137].

В субъектах Российской Федерации, включая субъекты с развитым сельским хозяйством, приняты соответствующие законодательные акты, регулирующие допустимые площади земельных участков ЛПХ, что необходимо учитывать при анализе их деятельности в разрезе регионов. Так, в соответствии с законом Краснодарского края № 532-КЗ от 5 ноября 2002 г. «Об основах

регулирования земельных отношений в Краснодарском крае» общая площадь земельных участков ЛПХ не должна превышать 1,5 га, однако для ЛПХ, занимающихся отдельными видами сельского хозяйства, в т. ч. животноводством, верхняя граница увеличена до 2,5 га [136]. В Республике Калмыкия верхняя граница общей земельной площади ЛПХ составляет 2,5 га, за исключением Элисты, где действует ограничение в 0,5 га [129]. В Астраханской области общая площадь земельных участков ЛПХ не должна превышать 1,5 га, в т. ч. приусадебного земельного участка – 0,2 га, полевого земельного участка – 1,3 га [138].

В Краснодарском крае земельные участки, находящиеся в государственной собственности могут быть предоставлены гражданам в собственность; при этом в случае крестьянских (фермерских) хозяйств общая площадь передаваемых им земельных участков может достигать 300 га [138], в Республике Калмыкия – от 175 га до 1033 га в зависимости от района и специализации производства [129], в Астраханской области – 150 га [136, 21].

Повышение эффективности сельского хозяйства в целом и в ЛПХ в частности, сохранение сельского образа жизни и развитие сельских территорий согласуются со следующими программными документами:

- Указом Президента Российской Федерации № 309 от 7 мая 2024 г. «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 г.», в соответствии с которым к целям развития Российской Федерации, в том числе, относится: «сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей, поддержка семьи, ... экологическое благополучие, устойчивая и динамичная экономика ...» [125];

- Стратегией развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г., в рамках которой подчеркивается важность мероприятий, направленных на развитие сельских территорий и сельских агломераций, в которых в 2024 г. проживало 50,7 млн чел.; к таковым относятся мероприятия по: «созданию новых субъектов малого и среднего предпринимательства, улучшению жилищных условий, повышению доступности услуг на базе объектов социальной инфраструктуры, ...» и др. [150];

– Доктриной продовольственной безопасности, в соответствии с которой национальными интересами государства в сфере продовольственной безопасности на долгосрочный период, в том числе, являются: «устойчивое развитие и модернизация сельского и рыбного хозяйства и инфраструктуры внутреннего рынка, развитие производства сельскохозяйственной продукции, ... повышение эффективности государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, ... развитие племенного животноводства, ... восстановление и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения ...» [142]; при этом к основным направлениям государственной политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности относятся: «обеспечение приоритетной поддержки наиболее нуждающихся слоев населения, ... развитие транспортной и логистической инфраструктуры, ... социальное обустройство сельских и прибрежных рыбацких поселений, ... повышение урожайности сельскохозяйственных культур, ... совершенствование механизмов государственной поддержки сельского хозяйства ...» [Там же] и др.

– Стратегией устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 г., в соответствии с которой сельские территории являются важнейшим ресурсом России, при этом устойчивое развитие сельских территорий определяется как стабильное социально-экономическое развитие, которое заключается в достижении полной занятости и повышении уровня жизни сельского населения, росте эффективности сельского хозяйства и увеличении объема производства продукции. Увеличение доли крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей в производстве сельскохозяйственной продукции до 20 % является одним из целевых показателей Стратегии [151]. Приоритетными мерами в области повышения занятости населения и регулирования рынка труда в сельской местности, наряду с созданием новых и модернизированных рабочих мест в сельскохозяйственных организациях, обеспечивающих переход агропромышленного производства на инновационные технологии и индустриальные формы ведения хозяйства, являются стимулирование развития предпринимательства, крестьянских (фермерских) хозяйств, самозанятости и форм семейной занятости на базе

личных подсобных хозяйств и потребительской кооперации, а также содействие интеграции крупного и малого бизнеса. В соответствии со Стратегией, к целям государственной политики в области обеспечения устойчивого развития сельских территорий относятся: «стабилизация численности сельского населения и создание условий для его роста, ... обеспечение занятости, повышение уровня и качества жизни сельского населения, ... повышение эффективности сельского хозяйства и вклада сельских территорий в социально-экономическое развитие страны» [151];

– Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, основными ориентирами развития которой являются: «развитие растениеводства и животноводства, в том числе с внедрением инновационных технологий, ... развитие субъектов малого предпринимательства в агропромышленном комплексе, цифровизация отраслей и подотраслей агропромышленного комплекса, в том числе внедрение технологий искусственного интеллекта в агропромышленный комплекс» [122] и др. [31].

Выступая в роли представителей малого агробизнеса, отдельные группы ЛПХ, готовые перейти в категорию К(Ф)Х либо зарегистрироваться как самозанятые, имеют потенциал наращивания производства органической продукции и могут таким образом способствовать развитию локального бизнеса, а также сохранению сельского образа жизни, что согласуется со следующими обозначенными Президентом Российской Федерации и Правительством Российской Федерации стратегиями развития:

– Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145, в соответствии с которой наиболее значимыми для научно-технологического развития большими вызовами являются в том числе «потребность в обеспечении продовольственной безопасности и продовольственной независимости России, конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции на мировых рынках продовольствия, снижение технологических рисков в агропромышленном

комплексе на фоне глобального продовольственного кризиса»; при этом приоритетами научно-технологического развития считаются «направления, позволяющие получить значимые научные и научно-технические результаты, создать отечественные наукоемкие технологии и обеспечивающие ... переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, ... создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания» [130];

– Стратегией пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 г. с прогнозом до 2036 г., в соответствии с которой к основным направлениям и задачам пространственного развития Российской Федерации в отношении «содействие диверсификации занятости и расширение поддержки инициатив населения в сфере предпринимательства, в том числе в сельской местности» [149] и др.

На ЛПХ распространяются меры государственной поддержки, предусмотренные для сельскохозяйственных товаропроизводителей, однако крестьянские (фермерские) хозяйства получают гораздо более существенную помощь [124, 123], что должно стать стимулом для ЛПХ переходить в категорию К(Ф)Х, индивидуальных предпринимателей или самозанятых [32].

К мерам государственной поддержки агропромышленного комплекса относятся: возмещение производителям зерновых культур части затрат на производство и реализацию зерновых культур (3,2% в федеральном бюджете на 2026 г. от объемов финансирования государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия), субсидии на стимулирование увеличения производства картофеля и овощей (1,1% от госпрограммы), субсидии на поддержку приоритетных направлений агропромышленного комплекса и развитие малых форм хозяйствования (11,4% от госпрограммы), льготный лизинг и льготное кредитование, субсидии производителям сельскохозяйственной техники [106] и др. [133, 32] При этом объем финансирования госпрограммы в 2026 г. увеличился на 28,5 млрд руб. (или на

10% по сравнению с 2025 г. без учета инфляции) и составил 312,7 млрд руб. [132, 133].

В настоящий момент действует множество мер поддержки производителей сельскохозяйственной продукции, включая гранты на развитие семейных ферм, агротуризма, гранты на стартапы в сфере сельского хозяйства, субсидии самозанятым с личным подсобным хозяйством, субсидии переработчикам сельскохозяйственной продукции на закупку отдельных видов продукции у самозанятых ЛПХ [103, 107, 31].

На ЛПХ распространяется предусматриваемая законодательством Российской Федерации государственная поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей, которая может быть направлена на развитие инфраструктуры, стимулирование кооперации, предоставление финансовых и материально-технических ресурсов на возвратной основе, технологий и разработок, организацию мероприятий, связанных с повышением качества продукции сельского хозяйства, включая ветеринарное обслуживание [124]. В случае перехода ЛПХ в иную категорию сельскохозяйственных товаропроизводителей, подразумевающую предпринимательскую деятельность, например К(Ф)Х, на такое хозяйство распространяются меры поддержки малого и среднего предпринимательства, включая финансовую (предоставление субсидий, бюджетных инвестиций), имущественную (передача во владение или пользование государственного или муниципального имущества), информационную (создание специализированных информационных систем и сайтов) и консультационную поддержку (создание специализированных организаций в области поддержки предпринимателей, компенсация затрат на оплату консультационных услуг) [123, 127, 21].

С 2022 г. дополнительную поддержку в виде прямых субсидий на производство молока, мяса, овощей и картофеля получают ЛПХ, зарегистрированные как самозанятые. С 2023 г. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации приступило к реализации федерального проекта по развитию овощеводства и картофелеводства, и субсидии ЛПХ по данному направлению теперь предусмотрены в его рамках. Также с 2023 г.

самозанятые граждане, ведущие ЛПХ, получили доступ к льготному кредитованию.

В 2022 году внедрен механизм агроконтрактов: в его рамках кооператив или переработчик предоставляет ЛПХ средства производства, а после выкупает урожай или поголовье. Сельхозтоваропроизводитель таким образом наращивает производство, обеспечивает загрузку мощностей по переработке и хранению. При этом ЛПХ освобождено от задачи сертифицировать продукцию и гарантированно решает вопрос сбыта [110]. В 2026 году механизм агроконтрактов продолжает действовать, в том числе в рамках «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» [122, 32].

В 2026 году сохраняются все адресные меры поддержки малых форм хозяйствования. Кроме того, планируется внедрить и новые меры поддержки, например: «субсидии на внедрение газопоршневых установок, поддержка агроагрегаторов, стимулирование развития отдельных видов животноводства, меры по интеграции малого бизнеса с крупными предприятиями, развитие кластеров по производству органической продукции» [156].

С 2020 г. началась реализация государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий» [141]. В рамках развития программы планируется расширение цели, связанной с «удержанием» жителей в сельской местности с 36 млн до 50 млн человек, увеличение размера субсидий для поддержки проектов благоустройства в сельской местности до 15 млн руб. и другие изменения [109].

Немаловажную роль в последнее время играет система агрострахования, в рамках которой к 2030 году планируется увеличить долю застрахованных посевных площадей до 30% (в 2018 г. этот показатель составлял всего 1,3%, в 2025 г. – 18,5%) [2]. Начиная с 2025 г. в рамках развития агрострахования вводятся нововведения в соответствующих законодательных актах, направленные на «снижение максимальной франшизы по договорам, расширение перечня страховых событий, включая половодье и паводок, ... упрощение порядка подтверждения страховых случаев, ... ускорение выплат»

[185]. При этом в соответствии с Федеральным законом «О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования и о внесении изменений в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» от 25.07.2011 № 260-ФЗ, страхователем является сельскохозяйственный товаропроизводитель, в том числе ЛПХ [120, 128].

Необходимость в развитии мер государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей подтверждается исследованиями, в рамках которых изучаются процессы их развития, экономическое состояние и степень дифференциации – данным вопросам посвящены научные работы множества авторов [184, 95, 227, 307, 329]. Так, Р.А. Смыков, исследуя вопросы организационно-экономических аспектов функционирования личных подсобных хозяйств, выделяет ряд причин нежелания ЛПХ переходить в иную категорию товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции, ведущих предпринимательскую деятельность: высокая, соизмеримая с самим кредитом величина залога для получения кредита; высокая налоговая нагрузка, выражающаяся, например, в том, что фермер несет налоговое бремя еще до получения первой продукции [184]. В качестве совершенствования политики государственной поддержки малого предпринимательства в сельском хозяйстве Р.А. Смыков предлагает временно освободить фермеров от уплаты налогов после перехода в категорию К(Ф)Х, подчеркивая важность развития потребительской кооперации [Там же].

Кудинова М.Г., Шевчук Н.А., изучая деятельность ЛПХ Алтайского края, делают вывод о необходимости развития сельскохозяйственной потребительской кооперации для повышения объема производимой продукции, выделяя в этой связи взаимодействие ЛПХ с сельскохозяйственными организациями как один из наиболее важных факторов, помимо обеспеченности кормами, землей и техникой, а также трудоемкости ведения личного подсобного хозяйства [95].

Намруева Л.В., Иванов И.П. исследуют состояние животноводческой отрасли Республики Калмыкия, Астраханской и Волгоградской областей по результатам Всероссийских сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 гг.,

отмечая рост поголовья овец в Астраханской области, где «овцеводство, козоводство и табунное коневодство оказывают влияние на сохранение традиционного уклада жизни и поддержание занятости и доходности сельскохозяйственных организаций, К(Ф)Х и имеют экспортный спрос» [114]. Авторы отмечают более динамичный рост поголовья сельскохозяйственных животных в хозяйствах населения по сравнению с К(Ф)Х и СХО во всех трех регионах в 2016 г. и указывают на необходимость существенного увеличения финансирования сельского хозяйства для достижения уровня ряда развитых стран, где объем финансирования в расчете на 1 га сельскохозяйственных угодий больше в десятки раз по сравнению с Россией [Там же, 227].

Шутьков А.А. в ряде исследований к важным проблемам, препятствующим достижению продовольственной безопасности, в том числе относит высокую стоимость кредитных ресурсов (высокую процентную ставку) с учетом субсидий, а также ухудшение материально-технической базы, отмечая, что за первые пять лет с момента утверждения Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации в 2010 г. увеличение производства основных видов сельскохозяйственной продукции в России было несущественным, тогда как состояние материально-технической базы ухудшилось, что выразилось в сокращении количества тракторов (на 25,1%), плугов (на 28,5%), комбайнов (на 30,2%) [227, 7, 226, 143]. В 2024 году данная тенденция сохраняется: по сравнению с 2010 г. количество тракторов сократилось на 36,6%, плугов – на 37,6%, комбайнов – на 36,3% [154].

Петриков А.В., анализируя динамику числа сельскохозяйственных товаропроизводителей с 2016 по 2021 гг., обращает внимание на неустойчивость малых предприятий (включая микропредприятия) и К(Ф)Х вместе с индивидуальными предпринимателями, число которых сократилось на 16% и 32% соответственно в сравнении с ЛПХ и другими индивидуальными хозяйствами граждан сельских населенных пунктов (сокращение составило 2,2%) и некоммерческими товариществами (число сократилось на 5,1%) [160]. Однако значительное сокращение ЛПХ и других индивидуальных хозяйств граждан сельских населенных пунктов в абсолютных величинах заставляет

говорить об их стремительной депопуляции: сокращение составило 362,5 тыс. хозяйств. При этом сокращение числа хозяйств, осуществлявших сельскохозяйственную деятельность, еще больше (1,59 млн хозяйств, или 12,4%); их доля от общего числа соответствующей категории хозяйств сократилась на 8,1% и составила 69,2% (таблица 1.3), в соответствии с результатами ВСХП-2016 и СХМП-2021 [157, с. 11].

Таблица 1.3 – Динамика числа ЛПХ и других индивидуальных хозяйств граждан сельских населенных пунктов в Российской Федерации по данным ВСХП-2016 и СХМП-2021

Показатель	2016	2021	Абсолютный прирост	Темп прироста, %
Число хозяйств – всего, тыс. ед.	16 589,8	16 227,3	-362,5	-2,2
из них: осуществлявшие сельскохозяйственную деятельность в I полугодии	12 817,2	11 227,1	-1 590,1	-12,4
в процентах от общего числа соответствующей категории хозяйств	77,3	69,2	-8,1	-

**В опубликованных результатах СХМП-2021 данные за 2016 год в целях сопоставимости были приведены по сельским населенным пунктам на основе произошедших преобразований административно-территориальных и муниципальных образований в Российской Федерации
Источник: составлено автором на основе [157, с. 11].*

Петриковым А.В. отмечается сокращение индексов производства сельскохозяйственной продукции в хозяйствах населения и их доли в общем производстве продукции сельского хозяйства с 2012 г. по 2022 г., но вместе с тем автор указывает на фактическое прекращение федеральной поддержки ЛПХ с 2013 г., которая возобновилась лишь с 2022 г. для ЛПХ, зарегистрированных как самозанятые, причем объемы такой поддержки достаточно малы: «владельцы ЛПХ лишены почти всех федеральных производственных субсидий, которые получают сельскохозяйственные организации и фермеры, несмотря на то, что в соответствии с Федеральным законом «О развитии сельского хозяйства» ЛПХ признаны сельскохозяйственными товаропроизводителями и им может оказываться государственная поддержка» [128].

Ученый делает вывод о том, что вместо замещения производства в хозяйствах крупными сельскохозяйственными предприятиями следует

увеличивать государственную поддержку ЛПХ, которая может быть выражена в следующем: предоставлении субсидий даже тем ЛПХ, которые не зарегистрированы в качестве самозанятых; увеличении объемов субсидирования ЛПХ; предоставлении льготных инвестиционных кредитов и услуг государственного лизинга для «технического перевооружения личных подсобных хозяйств»; развитии кооперативной инфраструктуры помимо поддержки отдельных кооперативов, что может быть выражено в «компенсации израсходованных капитальных ресурсов на сооружение кооперативных оптово-логистических центров, складов, хранилищ и других объектов инфраструктуры для выстраивания товаропроводящей сети кооперации как альтернативы крупному ритейлу» [160, 161].

Нельзя не согласиться с мнением Петрикова А.В., однако важным аспектом является специфика каждого отдельно взятого региона: при разработке мер и осуществлении государственной поддержки необходимо учитывать как уровень развития сельскохозяйственного производства ЛПХ в регионе, так и уровень дифференциации хозяйств, в том числе наличие крупных ЛПХ товарного типа.

Одна из важных мер поддержки товаропроизводителей заключается в стимулировании кооперации. Сельскохозяйственная потребительская кооперация играет важную роль в сельской локальной экономике, которая, в свою очередь, оказывает значительное влияние как на экономическое развитие страны, так и на обеспечение продовольственной безопасности. В 2022 г. удельный вес владельцев ЛПХ среди снабженческо-сбытовых кооперативов составил 88%, перерабатывающих – 83%, прочих (кроме снабженческо-сбытовых, перерабатывающих и кредитных) – 81% [180]. За последние 6 лет наблюдается тренд на снижение числа сельскохозяйственных кооперативов (кроме кредитных): с 2019 по 2024 гг. их число сократилось на 1,1% [162, 92].

Каурова О.В., Ткач А.В., Малолетко А.Н. в качестве главного преимущества сельскохозяйственной потребительской кооперации для ЛПХ и К(Ф)Х выделяют содействие сбыту произведенной сельскохозяйственной продукции, с чем у представителей малых форм хозяйствования зачастую

возникают трудности в силу высокой конкуренции со стороны крупных поставщиков – эффективность функционирования и ЛПХ и К(Ф)Х существенно возрастает при налаженном и гарантированном сбыте продукции [86]. Авторы отмечают, что ЛПХ и К(Ф)Х, как правило, ориентированные на производство разного вида сельскохозяйственной продукции, «вместе составляют хорошую базу для закупочно-сбытовых кооперативов». Важная роль в развитии потребительской кооперации в России отводится такой некоммерческой организации, как Центральный союз потребительских обществ Российской Федерации (Центросоюз Российской Федерации), действующей с 1898 г. и являющейся координирующим органом всех видов кооперации в стране [134, 86, 87].

Лукьянова М.Т., Залилова З.А., Ковшов В.А., Фаррахова Ф.Ф. отмечают, что развитие экспортной деятельности является одним из ключевых факторов роста сельского хозяйства и в целом экономики региона – особенно это касается южных регионов и регионов с благоприятными агроклиматическими условиями [296]. В этой связи увеличивается значимость сельскохозяйственных потребительских кооперативов в содействии представителям малых форм хозяйствования в сбыте продукции не только на локальные рынки, но и на экспорт.

Недостаточная поддержка ЛПХ представляется особо важной проблемой в тех регионах Российской Федерации, где удельный вес данной категории товаропроизводителей в производстве продукции сельского хозяйства является существенным – такие регионы расположены в Северо-Кавказском федеральном округе (СКФО): в 2024 г. в среднем по округу удельный вес ЛПХ составлял 47,6%, в Республике Дагестан – 78,2%, Республике Северная Осетия-Алания – 61,3%, Чеченской Республике – 54,4%, тогда как в России в среднем эта доля составляла 25,4% [196, 33].

Толмачев М.Н. отмечает, что такая высокая доля ЛПХ в производстве продукции сельского хозяйства отрицательно влияет на уровень переработки отдельных видов произведенных продуктов, т. к. в большей степени они реализуются для личного потребления или экспортируются в другие регионы в

непереработанном виде, что, в свою очередь, отрицательно влияет на рынок труда (уровень безработицы в СКФО в 2024 г. составлял 8,6%, в России в среднем – 2,5%) [196, 211].

Для совершенствования государственной поддержки сельского хозяйства и достижения целевых показателей Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации Ушачев И.Г., Колесников А.В., Маслова В.В. рекомендуют «использовать дифференцированный подход к государственной поддержке по видам сельскохозяйственной продукции и регионам», подчеркивают необходимость увеличения интенсивности развития транспортной инфраструктуры (от которой зависит доступность продовольствия и товаров первой необходимости в сельской местности), социального развития сельских территорий и др. [212]. Рекомендация ученых является крайне важной, однако необходимо обеспечить дифференцированный подход к государственной поддержке товаропроизводителей и по их производственным типам, для чего требуется провести глубокие исследования с использованием, в том числе, многомерных статистических методов и методов нейросетевого анализа, с учетом многочисленности совокупности ЛПХ, с целью их типизации по размерам, специализации и другим важным для процесса сельскохозяйственного производства характеристикам.

Необходимость в дифференцированной государственной поддержке сельскохозяйственных товаропроизводителей с учетом их специализации подкрепляется фактором существенной зависимости отдельных подотраслей сельского хозяйства от импорта. Например, результаты исследования Толмачева М.Н., Цыпина А.А., Герасимовой Е.Б., Болдырева А.Н., Кеворковой Ж.А., Кришталевой Т.И. свидетельствуют о том, что наиболее зависимыми от импорта подотраслями являются в том числе овощеводство и садоводство и, в частности, выращивание томатов и огурцов, что обуславливает важность инвестиций в такие подотрасли [332]. В этом контексте нельзя не отметить и важность инвестиций в развитие малого агробизнеса, потенциальными представителями которого выступают хозяйства населения, играющие существенную роль в овощеводстве. Так, в 2025 г. их удельный вес в общей площади посева картофеля

по всем категориям хозяйств составлял 71,5% (а в ряде регионов, включая Мурманскую область, Республику Алтай и др., – более 90%), в площади посева овощей открытого грунта – 60,9% (в Волгоградской, Пензенской областях и в некоторых других регионах – более 90%) [35].

Зиаетдинова А.Р., Залилова З.А., Валеев Р.Р., Абзалилова Е.Е. отмечают важную роль государственной поддержки малых форм хозяйствования, развитие которых в конечном итоге влияет и на развитие экономики всей страны, позитивно оценивая введение новых мер поддержки, включая грант «Агростартап», гранты на развитие агротуризма [69, 39]. Черепанова Д. М., Никулина Ю. Н., Янбых Р. Г. выявили первостепенное влияние мер общей поддержки сельского хозяйства на объемы производства сельскохозяйственной продукции, к которым, в том числе, относится развитие инфраструктуры; кроме того, в своем исследовании ученые предлагают стимулировать хозяйства населения регистрироваться в качестве крестьянских (фермерских) хозяйств, для которых следует упростить доступ к кредитам [218]. Важность социально-экономического развития сельских территорий отмечается Костюковой Е.И., Бобрышевым А.Н., Громовым Е.И., Герасимовым А.Н., Авакяном В.А. и др. учеными [84, 48, 46, 60, 51, 49, 50, 47, 52, 199].

Исходя из рассмотренных рекомендаций ученых-экономистов и ряда обозначенных ими проблем, можно сделать вывод о необходимости совершенствования государственного регулирования и поддержки ЛПХ, в настоящий момент не учитывающих их значительную дифференциацию. При этом категория ЛПХ является наиболее многочисленной среди товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции и включает значительное число экономически активных хозяйств, потенциально способных стать основой малого агробизнеса, развитие которого в части увеличения темпов производства окажет существенное влияние на развитие сельского хозяйства страны. Обеспечить качественную адресную поддержку личных подсобных хозяйств возможно посредством их типизации, заключающейся в формировании однородных групп с целью дальнейшего, более детального анализа и осуществления точечной государственной помощи [32].

Основными источниками статистической информации о деятельности и состоянии ЛПХ, на основе которых можно провести типизацию, являются результаты ВСХП-2006, ВСХП-2016 и СХМП-2021.

Статистический учет ЛПХ регламентируется Федеральным законом № 283-ФЗ от 29.11.2007 «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» и направлен на проведение статистических наблюдений, представляющих собой сбор документированной информации (первичных статистических данных) по специальным формам и обработку собранных данных [140]. При этом существует два способа проведения статистического наблюдения: в отношении всех объектов совокупности на основе переписи (сплошное статистическое наблюдение) и части совокупности на основе выборки (выборочное статистическое наблюдение).

Сплошное наблюдение проводится в форме переписей. В Российской Федерации прошли две Всероссийские сельскохозяйственные переписи в 2006 [108] и 2016 гг. [81]. Проведение Всероссийских сельскохозяйственных переписей регламентируется Федеральным законом № 108-ФЗ от 21 июля 2005 г. «О Всероссийской сельскохозяйственной переписи», в соответствии с которым итоги сельскохозяйственной переписи представляют собой официальную статистическую информацию об объектах сельскохозяйственной переписи – юридических и физических лицах, имеющих права на земельные участки, «предназначенные или используемые для производства сельскохозяйственной продукции», либо имеющих сельскохозяйственных животных. Всероссийские сельскохозяйственные переписи отражают следующую информацию об объектах сельскохозяйственной переписи: место производства сельскохозяйственной продукции, земельные ресурсы, численность сельскохозяйственных животных, объемы внесенных удобрений и реализованной продукции сельского хозяйства, государственная поддержка сельскохозяйственной деятельности и другие сведения [119]. Объектами сельскохозяйственной переписи 2016 г. были следующие категории производителей сельскохозяйственной продукции: сельскохозяйственные

организации, крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели, личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан, некоммерческие объединения граждан (садоводческие, огороднические, дачные) [145, 119].

Проведение СХМП-2021 регламентировалось постановлением Правительства Российской Федерации № 1315 от 29 августа 2020 г. «Об организации сельскохозяйственной микропереписи 2021 г.» [135]. Объектами сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. были те же основные категории производителей сельскохозяйственной продукции, что и в рамках ВСХП-2016 [157, с. 416]. В соответствии с указанным постановлением, ЛПХ и другие индивидуальные хозяйства граждан подлежали обследованию выборочным методом (не менее 30% от генеральной совокупности) [135]. Однако впоследствии было решено провести сплошное обследование ЛПХ и других индивидуальных хозяйств граждан, поэтому результаты СХМП-2021 можно сравнить с результатами ВСХП-2016.

Выборочное наблюдение ведется по форме № 2 «Сведения о производстве сельскохозяйственной продукции в личных подсобных и других индивидуальных хозяйствах граждан» [153], использование выборочного метода предусмотрено также при проведении сельскохозяйственных микропереписей.

С целью совершенствования статистического наблюдения ЛПХ некоторые исследователи предлагают дополнить формы федерального статистического наблюдения показателями, характеризующими их экономическое состояние: «получение доходов от реализации продукции собственного производства», «поступление кредитных и заемных денежных средств», «расходы на осуществление сельскохозяйственной деятельности» и др. [203, 91].

Также требуется решение проблемы чрезмерно больших земельных участков ЛПХ, не свойственных данной категории хозяйств: несмотря на ограничение площади земельного участка ЛПХ в 2,5 га и менее в соответствии с рассмотренными выше федеральными и региональными законодательными актами, при анализе результатов сельскохозяйственных переписей выявляются ЛПХ с земельными участками, площадь которых значительно превышает

допустимое значение [32]. Такие хозяйства фактически являются товарными и осуществляют предпринимательскую деятельность. Данная проблема требует решения на уровне Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, а также совершенствования статистического наблюдения ЛПХ для устранения проблемы смешения разных типов хозяйств, что может быть сделано на основе разработки типологии ЛПХ, в том числе с использованием методов искусственного интеллекта [21].

При разработке подобной типологии необходимо учитывать региональные особенности, поскольку субъекты Российской Федерации сильно отличаются по агроэкологическим условиям, уровню развития сельскохозяйственного производства и удельному весу хозяйств населения в производстве продукции сельского хозяйства. Поэтому необходимо выбрать типичный регион с точки зрения роли личных подсобных хозяйств в сельскохозяйственном производстве.

1.2 Анализ сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения и личных подсобных хозяйствах по регионам России

Как было сказано в предыдущем разделе, публикация статистических данных преимущественно осуществляется в разрезе категорий хозяйств, включая хозяйства населения, большую часть из которых представляют личные подсобные хозяйства и другие индивидуальные хозяйства граждан (ЛПХ) [72]. Хозяйства населения, несмотря на достаточно существенное уменьшение удельного веса в производстве сельскохозяйственной продукции (устойчивый отрицательный тренд наблюдается с 1998 г. по 2025 г. – в этот период удельный вес уменьшился с 57,3% до 24,7%) [202, 171, 154] (рисунок 1.1), имеют большое значение для сельского хозяйства и экономики России, особенно в отдельных регионах.

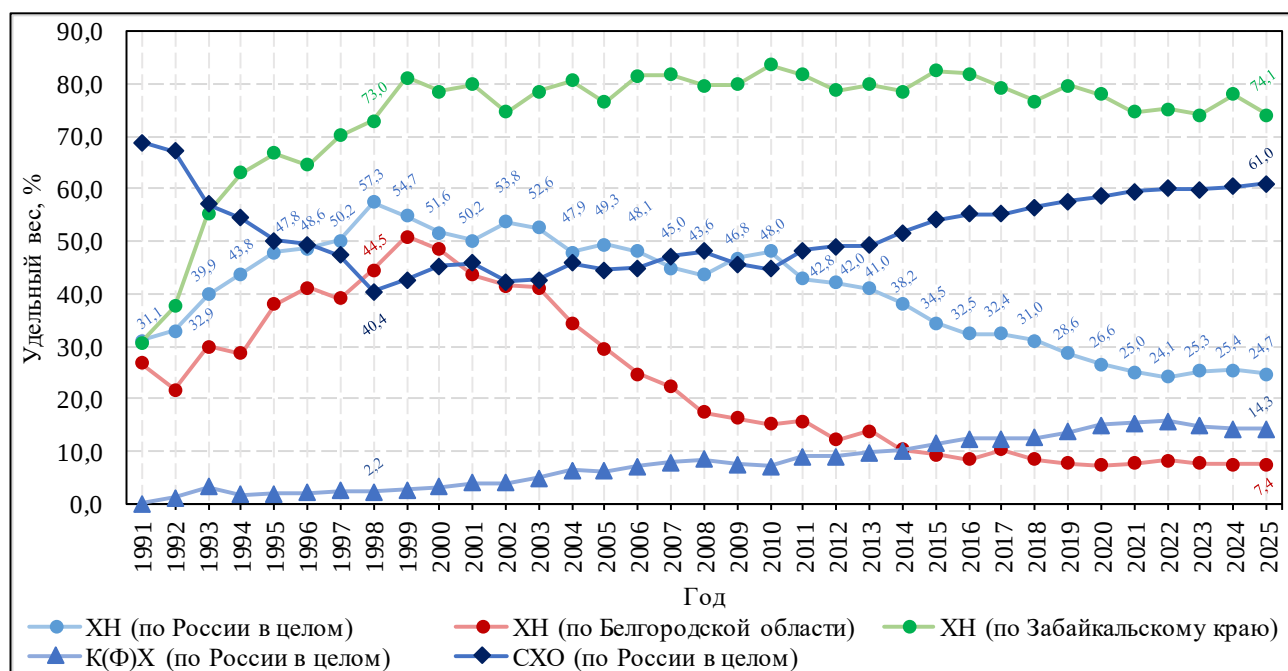


Рисунок 1.1 – Структура производства продукции сельского хозяйства в России за период с 1991 по 2025 гг.

Источник: составлено автором на основе [171, 154, 33]

Поскольку уровень развития ХН в регионах Российской Федерации существенно различается (например, в 2025 г. в Забайкальском крае удельный вес ХН в сельскохозяйственном производстве составил 74,1%, а в Белгородской области – лишь 7,4%, хотя в 1998 г. по данному показателю регионы различались не так сильно), комплексное изучение их состояния должно предполагать учет региональных особенностей не просто на определенный момент времени, а в динамике, охватывая результаты всех проведенных сельскохозяйственных переписей и микропереписи. Такой ретроспективный анализ групп регионов позволит оценить динамику производства продукции и ресурсов сельского хозяйства в ХН, структурные сдвиги по категориям хозяйств с 2006 по 2021 гг. (по данным ВСХП-2006, ВСХП-2016, СХМП-2021) и выбрать регион для апробации разработанного в рамках исследования методического подхода и отдельных методик.

Предлагаемая методика для оценки развития сельского хозяйства в ХН в регионах России на основе метода динамической группировки состоит из следующих шести этапов:

1. Отбор статистических показателей и сбор статистических данных о производстве продукции растениеводства и животноводства в ХН, включая ЛПХ

и индивидуальные хозяйства граждан, в разрезе регионов Российской Федерации из источников, предоставляемых Федеральной службой государственной статистики, которые содержат результаты Всероссийских сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 гг. и сельскохозяйственной микропереписи 2021 г.

2. Составление рейтинга регионов по удельному весу ХН в производстве продукции сельского хозяйства в текущем (отчетном) году.

3. Проведение аналитической группировки регионов по удельному весу ХН в производстве продукции сельского хозяйства с шагом 10% с последующим укрупнением групп.

4. Проведение динамической группировки регионов на основе выбранных на предыдущем этапе интервалов по удельному весу ХН в производстве продукции сельского хозяйства в 2006 г., позволяющей оценить изменение удельного веса с 2006 г. по отчетный год [228].

5. Расчет сопоставимой системы показателей, характеризующей развитие сельскохозяйственного производства, по каждой аналитической группе за 2006, 2016 и 2021 гг. Система показателей включает площади посевов сельскохозяйственных культур, поголовье сельскохозяйственных животных, индекс физического объема продукции сельского хозяйства и др.

Индекс физического объема продукции сельского хозяйства отчетного периода к базовому периоду рассчитывается по следующей формуле:

$$IPV_{t_1} = \prod_{i=t_0}^{t_1} I_{q_i}, \quad (1.1)$$

где I_{q_i} – индекс производства продукции сельского хозяйства в году i ,

t_0 – базовый период,

t_1 – отчетный период.

Были рассчитаны три индекса физического объема продукции сельского хозяйства:

- IPV_{2016} – индекс физического объема продукции сельского хозяйства 2016 г. к 2006 г.,

- IPV_{2021} – индекс физического объема продукции сельского хозяйства 2021 г. к 2006 г.,
- IPV_{2023} – индекс физического объема продукции сельского хозяйства отчетного года (в качестве отчетного года взят 2023 г.) к 2006 г.

Индекс физического объема продукции сельского хозяйства внутри каждой аналитической группы был рассчитан по следующей формуле:

$$IPV_g = \frac{\sum(I_{q_i} \cdot ВП_{2006_i})}{\sum ВП_{2006_i}}, \quad (1.2)$$

где IPV_g – индекс физического объема продукции сельского хозяйства внутри группы регионов g ,

$\sum(I_{q_i} \cdot ВП_{2006_i})$ – сумма произведений индекса производства продукции сельского хозяйства (I_{q_i}) и объема произведенной продукции сельского хозяйства за 2006 г. ($ВП_{2006_i}$) в регионах группы g .

6. Анализ и получение выводов о развитии сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения с учетом региональных особенностей.

Для применения методики было отобрано 75 регионов (рисунок 1.2), по которым имеются сопоставимые статистические данные, зафиксированные в результате проведения Всероссийских сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 гг., сельскохозяйственной микропереписи 2021 г.

В качестве отчетного года для определения удельного веса ХН в производстве продукции сельского хозяйства в исследовании был взят 2023 г. – последний период, по которому имелись актуальные статистические данные на момент апробации предлагаемой методики. В настоящий момент опубликованы данные за 2025 г., однако существенных изменений в структуре производства продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств не произошло (рисунок Б.2 приложения Б).

			Костромская область	29,9					
			Магаданская область	28,8					
			Саратовская область	28,5					
			Ульяновская область	27,9					
			Республика Коми	27,6					
			Нижегородская область	27,4	Респ. Северная Осетия-Алания	46,5			
			Приморский край	27,2	Республика Саха (Якутия)	46,4			
			Тюменская область	26,0	Республика Башкортостан	43,8			
	Ярославская область	19,2	Волгоградская область	25,9	Кабардино-Балкарская Респ.	43,8			
	Калининградская область	18,9	Пермский край	25,6	Республика Карелия	43,0			
	Воронежская область	18,2	Московская область	25,5	Чувашская Республика	42,4			
	Брянская область	17,7	Свердловская область	25,5	Карачаево-Черкесская Респ.	41,9			
	Краснодарский край	17,7	Смоленская область	25,5	Республика Адыгея	41,4			
	Ленинградская область	17,6	Кемеровская область	25,1	Оренбургская область	40,7			
	Калужская область	16,7	Челябинская область	25,0	Архангельская область	40,2			
	Кировская область	16,2	Ростовская область	24,9	Камчатская область	39,2			
	Ставропольский край	16,2	Сахалинская область	24,9	Самарская область	39,1			
	Вологодская область	16,0	Тверская область	23,3	Республика Калмыкия	37,6			
	Мурманская область	14,0	Томская область	23,2	Иркутская область	37,2			
	Рязанская область	13,6	Амурская область	23,0	Астраханская область	35,3			
	Пензенская область	13,2	Удмуртская Республика	22,7	Республика Татарстан	34,4			
	Тульская область	12,5	Алтайский край	22,4	Республика Ингушетия	34,2			
	Липецкая область	12,1	Республика Марий Эл	21,4	Курганская область	33,5	Республика Алтай	63,6	
Орловская область	9,2	Республика Мордовия	11,5	Новгородская область	21,3	Ивановская область	32,8	Хабаровский край	63,4
Курская область	8,7	Тамбовская область	10,7	Новосибирская область	20,6	Красноярский край	32,0	Республика Хакасия	60,6
Белгородская область	7,7	Псковская область	10,4	Владимирская область	20,2	Омская область	30,1	Республика Бурятия	52,5
I		II	III	IV	V	VI			
до 10 (n = 3)		10 - 19,9 (n = 18)	20 - 29,9 (n = 26)	30 - 49,9 (n = 21)	50 - 69,9 (n = 4)	более 70 (n = 3)			

Рисунок 1.2 – Состав выделенных аналитических групп регионов Российской Федерации по удельному весу хозяйств населения в производстве продукции сельского хозяйства в 2023 г. (в %)

Справа от названия региона указано значение группировочного признака. Красным цветом и курсивом выделены регионы, относящиеся в 2023 г. к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции

Источник: разработано автором на основе [171]

В результате аналитической группировки были выделены 6 групп регионов, их состав представлен на рисунке 1.3. Распределение регионов по аналитическим группам является неравномерным, схожим с нормальным распределением. Во II, III и IV группы попали по одному региону из ЮФО, а в IV группу – 3 региона: Астраханская область с удельным весом ХН 35,3%, Республика Калмыкия (37,6%), Республика Адыгея (41,4%).

В группах с высоким и очень высоким вкладом ХН в производство сельскохозяйственной продукции (группы V и VI соответственно) все регионы относятся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации № 2819-р от 12 октября 2023 г. [118], при этом доля таких регионов в предыдущих группах меньше. По исходным данным (по регионам) рассчитан коэффициент бисериальной корреляции $r_b = -0,56$ [298]. Значение коэффициента корреляции свидетельствует о наличии умеренной отрицательной связи между удельным весом ХН в сельскохозяйственном производстве и агроклиматическими условиями.

Построена модель парной линейной регрессии с фиктивной переменной: $y = 23,95 - 14,11 \cdot x$, где $x = 0$ для регионов с неблагоприятными агроклиматическими условиями и $x = 1$ для остальных регионов. Уравнение регрессии и его параметры значимы при уровне значимости меньше 0,1%. Коэффициент при независимой переменной показывает, что удельный вес ХН в регионах с неблагоприятными условиями в среднем на 14,11 п. п. больше, чем в регионах с благоприятными агроклиматическими условиями. Полученные результаты подтверждают важность фактора благоприятности агроклиматических условий и необходимость его учета при разработке мер поддержки малого агробизнеса.

Также стоит отметить, что в 2023 г. все вошедшие в группу I регионы (Орловская, Курская, Белгородская области) характеризовались наименьшим удельным весом ХН в производстве сельскохозяйственной продукции и одновременно с этим высоким уровнем развития сельского хозяйства, в первую очередь за счет крупных агропредприятий, при том что на момент 2006 г. данные

регионы располагались в группах III, IV. Это является следствием государственных инвестиций в крупное сельскохозяйственное производство в перечисленных областях, где ХН уже не имеют такого значения с точки зрения обеспечения продовольственной безопасности. Учитывая, что в настоящее время крупные сельскохозяйственные организации уже нарастили уровень производства, требуется перенаправить часть инвестиций на малый агробизнес и поддержку сельского образа жизни.

По матрице переходов (таблица 1.4) видно, что 24 региона, или 83%, перешли из группы IV в 2006 г. в группы III и II в 2023 г., а из группы V в группы III и IV – 28 регионов, или 80%. Матрица переходов имеет вид нижней треугольной матрицы, что свидетельствует о переходе регионов только в группы с меньшим удельным весом. По главной диагонали матрицы расположено 9 регионов, или 12% от общего числа: данные регионы остались в своих группах, т. е. удельный вес ХН в таких регионах изменился незначительно по сравнению со всеми другими регионами, где он сократился.

Таблица 1.4 – Матрица переходов динамической группировки регионов по удельному весу ХН в производстве продукции сельского хозяйства в 2023 г.

2023 г. \ 2006 г.	I	II	III	IV	V	VI	Состав групп в 2006 г.
I	0	0	0	0	0	0	0
II	0	1	0	0	0	0	1
III	1	2	0	0	0	0	3
IV	2	10	14	3	0	0	29
V	0	5	12	16	2	0	35
VI	0	0	0	2	2	3	7
Состав групп в 2023 г.	3	18	26	21	4	3	75

Источник: рассчитано автором на основе [171]

Оценим размеры производства хозяйств населения в разрезе регионов. В соответствии с таблицей 1.4 удельный вес ХН в производстве продукции сельского хозяйства в 2021 г. по сравнению с 2006 г. значительно уменьшился как в России в целом (на 23,1%), так и во всех выделенных аналитических группах регионов. В наибольшей степени удельный вес ХН уменьшился в регионах группы I (на 26,1%), в наименьшей степени – в группе VI (на 8,3%) и в группе IV (на 16,7%), куда вошло большинство отобранных регионов ЮФО.

В ЛПХ в 2021 г. по сравнению с 2006 г. площадь посевов по всем регионам в среднем уменьшилась на 1,4 млн а, или на 37,7%, сильнее всего в первых трех группах – на 50-55%, меньше всего в группе IV – на 0,5 млн а, или 15,6%, и только в VI группе площадь посевов увеличилась на 2,1 млн а, или на 60,0% (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Показатели развития сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения и ЛПХ по группам регионов

Признак	Год	Группы регионов						Итого
		1	2	3	4	5	6	
Индекс физического объема продукции сельского хозяйства по хозяйствам всех категорий	2016 г. к 2006 г.	2,8	1,5	1,2	1,2	1,0	1,5	1,4
	2021 г. к 2006 г.	3,0	1,8	1,3	1,1	0,9	1,5	1,5
	2023 г. к 2006 г.	3,5	2,0	1,4	1,3	0,9	1,6	1,6
Индекс физического объема продукции сельского хозяйства по ХН	2016 г. к 2006 г.	0,7	0,9	0,7	0,8	0,8	1,0	0,8
	2021 г. к 2006 г.	0,5	0,8	0,6	0,7	0,7	1,1	0,7
	2023 г. к 2006 г.	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	1,1	0,7
Удельный вес ХН в производстве продукции сельского хозяйства, %	2006	34,7	38,9	47,7	55,1	71,4	82,2	47,9
	2016	11,4	22,8	33,3	44,0	64,7	77,1	32,1
	2021	8,6	15,9	25,2	38,4	60,5	74,0	24,8
В расчете на 1 регион								
Стоимость валовой продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий, млрд руб.	2006	26,0	23,7	22,3	19,7	6,3	13,4	20,8
	2016	139,7	88,1	64,7	54,4	14,3	45,2	67,0
	2021	230,4	141,7	96,6	72,4	16,4	66,3	100,5
в том числе в ХН	2006	9,0	9,2	10,6	10,8	4,5	11,0	10,0
	2016	15,9	20,1	21,5	24,0	9,2	34,8	21,5
	2021	19,8	22,5	24,3	27,8	9,9	49,1	24,9
Площадь посевов под урожай, млн а: ХН	2006	8,3	4,6	4,3	3,8	1,3	3,6	4,2
	2016	5,9	3,2	2,9	3,5	0,9	7,2	3,3
в т. ч. ЛПХ	2006	7,6	4,2	3,7	3,3	0,9	3,5	3,7
	2016	5,6	3,0	2,6	3,2	0,8	7,1	3,1
	2021	3,8	1,9	1,9	2,8	0,6	5,7	2,3
Поголовье КРС, тыс. голов: ХН	2006	99,2	85,6	130,9	192,1	126,9	469,1	149,2
	2016	39,1	45,5	84,7	139,6	125,4	441,7	105,3
в т. ч. ЛПХ	2006	99,2	85,5	130,9	192,0	126,8	468,1	149,1
	2016	39,1	45,5	84,7	139,6	125,4	441,5	105,3
	2021	25,8	29,9	62,7	109,9	103,8	376,0	81,3

Источник: рассчитано автором на основе [78, 80, 157, 75, 76]

Поголовье КРС в ЛПХ в расчете на 1 регион в 2021 г. по сравнению с 2006 г. сократилось в больших масштабах, особенно в группах I и II – на 74,0 и 65,1%

соответственно, меньше всего – в группах V (-18,2%) и VI (-19,7%), а в среднем по всем регионам поголовье сократилось на 45,5%.

Площадь используемых сельскохозяйственных угодий в ХН в расчете на 1 хозяйство в среднем по регионам увеличилась на 8,7 а, или на 23,2%. Наименее значительный рост наблюдается в группах III (на 1,4 а, или на 5,0%) и V (на 5,1 а, или на 6,8%), а наиболее значительный – в группах VI (на 105,3 а, или на 87,4%) и IV (на 51,8 а, или на 23,7%); уменьшение площади используемых сельскохозяйственных угодий наблюдается в группах II (на 2,9 а, или на 12,8%) и I (на 1,7 а, или на 4,6%).

Таблица 1.6 – Посевные площади основных сельскохозяйственных культур (в арах) и наличие тракторов (в шт.) в ХН

Признак	Год	Группы регионов						Итого
		1	2	3	4	5	6	
В расчете на 1 хозяйство								
Площадь используемых сельскохозяйственных угодий	2006	36,1	22,9	28,8	45,8	132,0	120,4	37,5
	2016	34,4	20,0	30,2	69,5	138,8	225,6	46,2
Площадь посева сельскохозяйственных культур	2006	32,8	15,7	13,7	17,2	11,4	13,2	15,7
	2016	25,4	11,9	10,5	16,9	9,5	33,9	13,8
в т. ч. зерновых и зернобобовых	2006	3,6	1,4	1,6	2,0	0,1	1,9	1,7
	2016	3,6	1,4	2,0	3,5	0,3	7,5	2,4
технических культур	2006	0,6	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2
	2016	0,4	0,2	0,2	0,3	0,0	0,9	0,2
картофеля	2006	18,6	9,7	8,3	10,1	9,1	5,4	9,4
	2016	11,9	6,2	5,0	6,1	5,8	6,1	5,9
овощных и бахчевых	2006	3,2	2,5	2,2	2,3	1,7	4,8	2,5
	2016	3,6	2,1	1,9	2,6	1,2	7,7	2,3
В расчете на 100 хозяйств								
Наличие тракторов	2006	1,6	1,6	2,1	2,5	2,7	2,0	2,1
	2016	2,5	2,1	3,0	3,9	5,2	3,5	3,0

Источник: рассчитано автором на основе [78, 80, 157]

Наличие тракторов в расчете на 100 хозяйств увеличилось как в целом по всем отобранным регионам (на 46,4%), так и во всех группах. Наибольшее увеличение числа тракторов наблюдается в группах V и VI (на 92,8% и 81,3% соответственно), наименьшее – в группах II и III (на 31,7% и 40,8% соответственно).

В 2016 г. по сравнению с 2006 г. в ХН произошло сокращение поголовья всех основных видов сельскохозяйственных животных в расчете на 1 хозяйство, кроме овец: в расчете на 100 хозяйств поголовье свиней сократилось на 51,4%, КРС – на 22,6% (в т. ч. коров – на 25,2%), коз – на 21,8%, птицы – на 16,6%, семей пчел – на 12,5% (таблица 1.7).

Таблица 1.7 – Поголовье сельскохозяйственных животных в ХН
(в расчете на 100 хозяйств, гол.)

Вид животных	Год	Группы регионов						Итого
		1	2	3	4	5	6	
Крупный рогатый скот – всего	2006	39	29	42	88	113	170	56
	2016	17	17	30	67	127	208	43
в т. ч. коровы	2006	17	14	19	38	44	71	24
	2016	7	7	13	28	50	84	18
Свиньи	2006	61	40	45	45	28	19	43
	2016	15	13	25	24	24	17	21
Овцы	2006	16	24	27	82	79	285	50
	2016	24	26	36	90	104	293	56
Козы	2006	12	9	10	10	29	54	12
	2016	11	7	8	9	20	41	10
Птица	2006	1480	848	592	734	226	460	712
	2016	1008	658	493	654	205	645	594
Семьи пчел, шт.	2006	39	19	15	16	10	22	17
	2016	20	14	14	18	10	18	15

Источник: разработано автором на основе [78, 80, 157]

Рассматривая отдельные группы регионов, за исследуемый период наблюдается увеличение поголовья КРС в расчете на 1 хозяйство, включая коров, лишь в группах V и VI – темп прироста составил около 15%. Число пчелосемей увеличилось только в группе VI – на 40,0%; поголовье овец увеличилось во всех группах: в среднем по совокупности – на 12,0%, значительно всего – в группе I (на 51,1%), наименее значительно – в группах VI (на 3,1%), II (на 5,8%), IV (на 9,9%). Поголовье других рассматриваемых видов сельскохозяйственных животных уменьшилось во всех группах.

Рассмотрим размеры сельскохозяйственного производства в ЛПХ в расчете на 1 хозяйство (таблица 1.8).

Таблица 1.8 – Посевные площади основных сельскохозяйственных культур (в арах) и наличие тракторов (в шт.) в ЛПХ

Признак	Год	Группы регионов						Итого
		1	2	3	4	5	6	
В расчете на 1 хозяйство								
Площадь используемых сельскохозяйственных угодий	2006	59,9	20,6	26,0	43,3	128,6	119,8	35,6
	2016	32,8	18,7	28,4	68,0	137,3	225,4	44,7
	2021	37,9	19,1	42,8	78,2	236,3	331,2	59,5
Площадь посева сельскохозяйственных культур,	2006	54,8	14,2	11,9	15,3	8,5	12,9	14,2
	2016	24,1	11,1	9,4	15,7	8,1	33,7	12,7
	2021	25,9	11,5	12,1	21,8	10,2	42,1	16,0
в т. ч.: зерновых и зернобобовых	2006	6,5	1,4	1,6	2,0	0,1	1,9	1,7
	2016	3,6	1,4	2,0	3,5	0,3	7,5	2,4
	2021	4,3	1,9	3,7	7,8	0,1	13,7	4,6
технических культур	2006	1,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2
	2016	0,4	0,2	0,2	0,3	0,0	0,9	0,2
	2021	0,6	0,2	0,2	0,7	0,0	0,4	0,3
картофеля	2006	30,0	8,6	7,0	8,7	6,7	5,1	8,2
	2016	11,0	5,7	4,2	5,3	4,8	5,9	5,2
	2021	10,1	5,1	4,1	5,2	4,5	5,7	5,0
овощных и бахчевых	2006	4,9	2,2	1,7	1,9	1,2	4,8	2,1
	2016	3,2	1,8	1,5	2,2	0,8	7,6	2,0
	2021	3,1	1,9	1,6	1,7	0,6	7,4	2,0
В расчете на 100 хозяйств								
Наличие тракторов	2006	2,9	1,6	2,1	2,5	2,7	2,0	2,1
	2016	2,5	2,1	3,0	3,9	5,2	3,5	3,0

Источник: разработано автором на основе [78, 80, 157]

Площадь используемых сельскохозяйственных угодий в расчете на 1 хозяйство в ЛПХ с 2006 по 2016 г. увеличилась как в среднем по всем отобранным регионам, так и во всех выделенных группах, кроме первых двух групп (таблица 1.8). В 2021 г. увеличение площади продолжилось, при этом по сравнению с 2016 г. увеличение площади произошло во всех 6 группах. Если сравнивать 2006 и 2021 гг., площадь используемых сельскохозяйственных угодий в расчете на 1 хозяйство увеличилась на 23,8 а, или 66,9%; наибольший прирост наблюдается в группах IV (34,8 а, или 80,4%), V (107,7 а, или 83,8%), VI (211,4 а, или 176,4%), уменьшение площади наблюдается в группах I (на 22,0 а, или на 36,7%) и II (на 1,5 а, или 7,3%).

Площадь посева сельскохозяйственных культур в расчете на 1 хозяйство с 2006 по 2016 г. в среднем сократилась на 1,5 а, или на 10,3%, однако затем

последовал рост в 2021 г. В итоге с 2006 по 2021 г. площадь в среднем увеличилась на 1,8 а, или на 12,9%. Во всех группах наблюдается небольшой рост площади посевов в 2021 г. по сравнению с 2016 г. При сравнении 2006 г. и 2021 г. уменьшение площади наблюдается в группах I (на 28,9 а, или на 52,7%) и II (на 2,8 а, или на 19,5%); наиболее существенное увеличение площади посевов произошло в регионах группы VI (на 29,3 а, или на 227,3%) и группы IV (на 6,5 а, или на 42,7%).

Площадь зерновых и зернобобовых в расчете на 1 хозяйство с 2006 г. по 2016 г. увеличилась в среднем по регионам (на 0,7 а, или на 39,7%) и во всех группах, кроме первой, в которой площадь посева уменьшилась на 2,9 а, или на 44,6%. С 2016 г. по 2021 г. наблюдается рост площади посева в среднем по всем регионам и во всех группах, за исключением группы V, в которой данный показатель вернулся к значению 2006 г. При сравнении 2006 г. и 2021 г. в среднем по регионам площадь посева зерновых и зернобобовых увеличилась на 2,8 а, или на 163,9%. Уменьшение площади произошло в регионах группы I (на 2,2 а, или на 33,3%) и группы V (на 6,4%). Наибольшее приращение площади посева зерновых и зернобобовых произошло в группах VI (на 2,8 а, или на 602,0%) и IV (на 5,8 а, или на 294,9%).

С 2006 г. по 2021 г. площадь посева технических культур в расчете на 1 хозяйство увеличилась в среднем по регионам и во всех группах регионов, кроме группы I; площадь посева картофеля в расчете на 1 хозяйство сократилась в среднем по регионам и во всех группах более чем на треть, кроме группы V, где наблюдается увеличение площади на 11,5%; площадь посева овощных и бахчевых на 1 хозяйство сократилась в тех же группах, однако в среднем по регионам уменьшение площади составило лишь 4,8%, а увеличение площади в группе V – 54,5%.

Количество тракторов в расчете на 100 хозяйств с 2006 г. по 2016 г. в ЛПХ увеличилось в группах II–VI аналогично ХН. Исключением является группа I, где произошло уменьшение числа тракторов на 12,5%.

Поголовье КРС в расчете на 100 хозяйств в среднем по регионам с 2006 г. по 2016 г. уменьшилось на 23,9% (таблица 1.9). В 2021 г. поголовье

приблизилось к значению 2006 г., при этом в первых двух группах наблюдается наиболее заметное его уменьшение: в группе I – на 75,3%, в группе II – на 39,0%; значительно увеличилось поголовье в группах V (на 69,7%) и VI (на 64,3%). Рассматривая динамику поголовья коров с 2006 г. по 2021 г. в расчете на 100 хозяйств, стоит отметить, что наблюдается небольшой рост поголовья – на 5,1%.

Таблица 1.9 – Поголовье сельскохозяйственных животных в ЛПХ (в расчете на 100 хозяйств)

Признак	Год	Группы регионов						Итого
		1	2	3	4	5	6	
Поголовье сельскохозяйственных животных, голов:								
крупный рогатый скот всего	2006	71	29	42	88	113	170	57
	2016	17	17	30	68	127	208	43
	2021	18	18	40	85	192	280	56
в т. ч. коровы	2006	31	14	19	38	44	71	25
	2016	7	7	13	29	50	84	18
	2021	8	8	20	39	82	130	26
свиньи	2006	110	40	45	45	28	19	44
	2016	15	13	25	24	24	17	21
	2021	11	11	24	21	25	14	19
овцы	2006	29	24	27	82	79	284	51
	2016	24	26	36	91	104	294	56
	2021	22	31	54	100	155	373	72
козы	2006	22	9	10	10	29	54	12
	2016	11	7	8	9	21	41	10
	2021	10	8	10	11	25	69	12
птица	2006	2674	849	593	734	224	458	725
	2016	1009	659	494	654	204	644	595
	2021	1118	811	629	743	256	926	732
Семьи пчел, шт.	2006	70	18	15	16	10	22	18
	2016	20	14	14	18	9	18	15
	2021	22	15	16	21	12	23	17

Источник: разработано автором на основе [78, 80, 157]

Поголовье свиней с 2006 г. по 2021 г. уменьшилось во всех группах регионов: в среднем по регионам показатель сократился на 56,7%, сильнее всего – в группах I (на 89,8%) и II (на 71,3%). Поголовье коз уменьшилось в среднем незначительно – на 1,4%; наиболее заметные изменения произошли в группе I (сокращение на 53,5%) и группе VI (увеличение на 28,1%). Поголовье птицы в среднем увеличилось, но незначительно – на 1%; выделяются те же группы регионов: в группе I поголовье сократилось в наибольшей степени – на 58,2%, в

группе VI прирост составил 102,3%. Число семей пчел в среднем уменьшилось лишь на 0,8%, наиболее существенное сокращение произошло в группе I (на 69,1%), наибольший прирост – в группах IV (на 30,3%) и V (на 26,9%). Поголовье овец в среднем выросло на 39,9%: наиболее заметное увеличение поголовья произошло в группах III (на 101,5%) и V (на 96,8%); сократилось поголовье овец лишь в группе I (на 21,3%).

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что в ЛПХ с 2006 г. по 2016 г. происходило сокращение площади посева сельскохозяйственных культур, однако к 2021 г. площадь увеличилась по сравнению с 2006 г., тренд на уменьшение площади посевов сохранился только для картофеля. Тренд на значительное сокращение в 2016 г. поголовья сельскохозяйственных животных, включая КРС, коров, коз, птицу удалось переломить в 2021 г., более того – удалось достичь прироста поголовья овец, коров, птицы по сравнению с 2006 г.; важно отметить, что быстрыми темпами продолжает сокращаться поголовье свиней, что связано, в том числе, с развитием крупных агрохолдингов и запретом на содержание свиней в личных подсобных хозяйствах в ряде регионов.

Анализируя отдельные группы регионов, можно отметить следующее. ЛПХ в регионах группы VI в 2021 г. по сравнению с 2006 г. показали рост площади посева всех рассматриваемых видов сельскохозяйственных культур: прирост общей площади сельскохозяйственных культур составил 227,3%, технических культур – 1093,6%, зерновых и зернобобовых – 602,0%, овощных и бахчевых – 54,5%, картофеля – 11,5%; в группе VI также возросло поголовье всех видов сельскохозяйственных животных, кроме свиней (число голов уменьшилось на 25,3%): поголовье птиц увеличилось на 102,3%, КРС – 64,3%, коров – 84,2%, овец – 31,2%, коз – 28,1%, численность семей пчел увеличилась на 3,2%.

В группе I наблюдается уменьшение площади посева сельскохозяйственных культур (на 35-65%) и поголовья сельскохозяйственных животных (на 20-90%) всех исследуемых видов. Группа IV выделяется значительным увеличением площади посевов зерновых и зернобобовых (на

294,9%), технических культур (на 374,5%), увеличением поголовья коз (на 11,9%) и числа семей пчел (на 30,3%) в ЛПХ в 2021 г. по сравнению с 2006 г. В группе III наблюдается достаточно сильный рост площади посева зерновых и зернобобовых (на 125,2%) и поголовья овец (на 101,5%).

Проведенный анализ позволил выявить группы регионов с различной динамикой развития ЛПХ. Если рассматривать отдельные группы хозяйств, полученные в результате аналитической группировки, лишь в группах III и IV наблюдается схожая динамика по площади посевов сельскохозяйственных угодий и поголовью сельскохозяйственных животных при сравнении со средним уровнем по всем регионам. При этом в группах I и II наблюдается более значительное уменьшение площади посевов и поголовья, в группах V и VI – менее значительное уменьшение, а по отдельным видам сельскохозяйственных культур и сельскохозяйственных животных наблюдается рост, на порядок превосходящий средний рост по всем группам.

Проведенная динамическая группировка регионов показала значительные структурные изменения в 2023 г. по сравнению с 2006 г., связанные с уменьшением доли ХН в производстве продукции сельского хозяйства в 2023 г. в большинстве рассматриваемых регионов. Если в 2006 г. наибольшее количество регионов входило в группы IV (29 регионов) и V (35 регионов), то в 2023 г. практически все регионы из этих групп перешли в группы с меньшим удельным весом ХН в производстве продукции сельского хозяйства: из группы IV перешло 26 регионов (89,7%), из группы V – 33 региона (94,3%).

В выделенных группах регионов наблюдается разная динамика изменения площади посевов сельскохозяйственных культур и поголовья сельскохозяйственных животных в хозяйствах населения, включая ЛПХ и другие индивидуальные хозяйства граждан [28].

Важность территориального фактора «для всестороннего экономико-статистического исследования состояния хозяйств населения» в своих трудах отмечает А.П. Зинченко [72, 71]. С.С. Сергеев подчеркивает важность учета территориального фактора (сельскохозяйственных зон) при проведении группировки сельскохозяйственных организаций, что позволяет избежать

смешения различных предприятий в группах. Наиболее правильным подходом является «выделение определенных типов специализации в соответствующей зоне, подзоне и т. д.», при этом «сводка хозяйств одного производственного направления в пределах экономического района, края, области дает, как правило, более однородные группы, чем в целом по стране» [182, с. 520]. Вместе с тем ученый отмечает, что на основе выделенных групп по отдельным зонам (регионам) возможно получение общих групп: «объединение наиболее целесообразно именно на основе возможно более полно и последовательно проведенного разъединения по типам в пределах зон...» [Там же].

Учитывая вышеизложенное, в качестве объекта исследования была выбрана Астраханская область, входящая в Южный федеральный округ (ЮФО) и являющаяся значимым регионом с точки зрения сельского хозяйства, одним из основных направлений которого является развитие агропромышленного комплекса как одного из ключевых драйверов экономики округа, в том числе за счет цифровизации сельскохозяйственного производства, применения беспилотных летательных систем, сохранения плодородия используемых сельскохозяйственных угодий [149].

В соответствии с проектом стратегии социально-экономического развития Астраханской области на период до 2035 г. [190], важную роль в экономике региона играет сельское хозяйство. Развитию растениеводства способствуют относительно благоприятные природно-климатические условия (регион не был включен в перечень регионов Российской Федерации, относящихся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции в 2017 г., однако вошел в данный перечень в 2023 г. [146, 118]), в том числе и для выращивания овощебахчевых культур и картофеля. Сектор животноводства представлен мясным скотоводством, овцеводством, козоводством и табунным коневодством – регион является одним из немногих, где не только сохраняется, но и увеличивается поголовье скота. Так, если с 2006 по 2025 гг. в Российской Федерации поголовье крупного рогатого скота уменьшилось на 5,7 млн гол., или на 27%, то в Астраханской области оно увеличилось на 101,8 тыс. гол., или на 53% [158, 34, 31]. Удельный вес хозяйств населения в производстве скота и

птицы на убой (в живом весе) в 2025 г. в Астраханской области составил 43,8%, в России в целом – 14,0%; молока – 70,6% и 28,8% соответственно [37, 31].

Темпы прироста объемов производства продукции сельского хозяйства в Астраханской области за период реализации «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2030 гг.» превышают среднероссийский уровень: 54,5% в 2025 г. по сравнению с 2012 г. в Астраханской области, 34,7% в России в целом [170]. Удельный вес ХН в структуре производства продукции сельского хозяйства в Астраханской области остается достаточно большим (34,3%) по сравнению с Россией в целом (24,7%) и передовыми, с точки зрения развития сельского хозяйства, регионами – Белгородской и Курской областями (7-10%) [154].

Таким образом, апробация разработанной методики пространственно-динамического анализа развития сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения на основе ретроспективной и динамической группировки регионов по удельному весу хозяйств населения в производстве продукции сельского хозяйства позволила установить обратную связь между агроэкологическими условиями региона и удельным весом хозяйств населения в сельскохозяйственном производстве, а также существенное его уменьшение с начала реализации государственных программ по поддержке развития сельского хозяйства, особенно в группах регионов с благоприятными агроэкологическими условиями.

Полученные результаты свидетельствуют о существенной дифференциации регионов по удельному весу хозяйств населения в сельскохозяйственном производстве. Удельный вес ХН в производстве продукции сельского хозяйства в 2023 г. по сравнению с 2006 г. значительно снизился, при этом его темпы снижения в регионах различаются. Вышеизложенное подтверждает необходимость учета региональных различий при выделении производственных типов личных подсобных хозяйств и разработки типологии ЛПХ на региональном уровне, что должно стать основой типологии ЛПХ на уровне страны в целом. В результате апробации методики в

качестве объекта исследования была выбрана Астраханская область, входящая в группу IV, отличающаяся более высоким удельным весом производства продукции сельского хозяйства в ХН, чем по России в целом, как минимум с 1991 г.

1.3 Разработка методического подхода к выделению производственных типов ЛПХ на основе методов многомерного статистического и нейросетевого анализа

Современный уровень развития информационных технологий позволяет эффективно применять многомерные статистические методы и методы искусственного интеллекта для исследования сложных объектов предметной области, в том числе для многочисленных статистических совокупностей личных подсобных хозяйств с учетом различных факторов, включая размеры посевных площадей сельскохозяйственных культур, поголовье сельскохозяйственных животных, агроклиматические факторы и т. д. [31].

Актуальность применения многомерных статистических методов и методов искусственного интеллекта для анализа личных подсобных хозяйств подтверждается:

– Указом Президента Российской Федерации № 309 от 7 мая 2024 г. «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», в соответствии с которым к задачам, выполнение которых характеризует достижение национальной цели «Технологическое лидерство», в том числе относится: «обеспечение технологической независимости и формирование новых рынков по таким направлениям, как биоэкономика, сбережение здоровья граждан, продовольственная безопасность, ... средства производства и автоматизации, ... экономика данных и цифровая трансформация, искусственный интеллект ...» [125];

– Указом Президента Российской Федерации № 145 от 28 февраля 2024 г. «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», в соответствии с которым к приоритетам научно-технологического развития относятся «направления, позволяющие получить значимые научные и научно-

технические результаты, создать отечественные наукоемкие технологии и обеспечивающие переход к передовым технологиям проектирования и создания высокотехнологичной продукции, основанным на применении интеллектуальных производственных решений, ... результатов обработки больших объемов данных, технологий машинного обучения и искусственного интеллекта ...» [130];

– распоряжением Правительства Российской Федерации № 3309-р от 23 ноября 2023 г. «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года», в соответствии с которым дополнительным технологическим трендом является «... внедрение цифровых решений, основанных на технологиях искусственного интеллекта, ... основным государственным трендом является осуществление государственной политики в отношении агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации с использованием новейших цифровых технологий ...», которые «сформированы на основе таких факторов спроса на цифровые технологии, как необходимость повышения производительности труда, нехватка квалифицированных кадров, низкая эффективность оборудования, потребность в снижении издержек предприятий, важность повышения качества продукции и влияние агроклиматических рисков на урожайность» [152]; к приоритетам стратегического направления относится «достижение к 2030 году «цифровой зрелости» государственного и муниципального управления, а также агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации, предполагающей в том числе автоматизацию большей части транзакций ... с учетом ускоренного внедрения технологий обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта, ...» [Там же];

– Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, в соответствии с которой к основным задачам развития искусственного интеллекта в России относятся: «поддержка научных исследований и разработок в целях обеспечения опережающего развития искусственного интеллекта, ... повышение уровня компетенций в области

искусственного интеллекта и уровня информированности граждан о технологиях искусственного интеллекта, ...» [126];

– национальным проектом «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», направленным на «повышение технологической обеспеченности продовольственной безопасности для создания условий устойчивого роста производства», обеспечение «технической и технологической независимости сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности» [193];

– Концепцией технологического развития на период до 2030 г., нацеленной в том числе на «переход к инновационно ориентированному экономическому росту, усиление роли технологий как фактора развития экономики и социальной сферы» [144] и др.

Для комплексного исследования личных подсобных хозяйств как наиболее многочисленной группы производителей продукции сельского хозяйства, крайне актуально применение методов статистического анализа с целью выявления и изучения типических групп, поскольку любая статистическая совокупность, в том числе состоящая из таких сложных экономических объектов, как ЛПХ, подразделяется на группы, что обусловлено вариацией и наличием частных совокупностей [67, с. 172].

В качестве научной гипотезы исследования выдвигается предположение о наличии высокой дифференциации личных подсобных хозяйств в России по размерам, специализации и товарности сельскохозяйственного производства и необходимости разработки их типологии для повышения качества статистического обеспечения и эффективности государственного управления устойчивым развитием сельского хозяйства и сельских территорий, а также об обеспечении высокого качества разделения статистической совокупности ЛПХ на качественно различные между собой, но внутренне однородные группы единиц путем разработки методики типизации с использованием методов многомерного статистического и нейросетевого кластерного анализа.

Основная задача, решаемая в рамках настоящего исследования на основе типизации, заключается в выделении производственных типов личных

подсобных хозяйств. Под производственными типами ЛПХ понимаются группы хозяйств, которые различаются по размерам производства, специализации, товарности. Размеры производства необходимо оценивать по результатам производства, однако, поскольку СХМП-2021 не учла такие данные, предлагается их оценивать через показатели ресурсов. В рамках разработанного методического подхода предлагается выделять резидентские ЛПХ (не производящие продукцию) отдельно, до процедуры типизации, с помощью которой происходит выявление типов оставшихся ЛПХ, являющихся производственными (производящими продукцию).

Личные подсобные хозяйства как единицы статистической совокупности могут быть охарактеризованы множеством признаков, поэтому их можно отнести к категории многомерных объектов. Например, совокупность ЛПХ Астраханской области в соответствии с микроданными по результатам ВСХП-2016 включает 122 484 единицы наблюдения, каждая из которых характеризуется 326 показателями. При этом, как отмечает В.Б. Попова, разбиение многомерных объектов на группы по объективному критерию возможно только при учете совокупного взаимодействия всех основных признаков [168, 17].

В этой связи выявление на основе ряда признаков типических групп крупных и средних экономически активных ЛПХ, которые потенциально могут перейти в иную категорию и осуществлять предпринимательскую деятельность, получая дополнительную государственную поддержку, а также определение их специализации и характеристик является достаточно сложной, но при этом актуальной задачей.

Результаты типизации ЛПХ крайне важны для понимания экономического состояния хозяйствующих субъектов. Они могут быть использованы для принятия более эффективных управленческих решений, связанных с развитием и поддержкой наиболее уязвимых, экономически эффективных либо перспективных групп личных подсобных хозяйств в зависимости от конкретных целей и направлений государственной политики [32, 205], включая поддержку производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции,

способствуя развитию сельского хозяйства. Формирование однородных групп экономических объектов по множеству характеризующих признаков позволяет проводить в отношении них более эффективную точечную государственную поддержку, стимулировать кооперацию между схожими предприятиями, проводить детальный анализ уровня развития хозяйствующих субъектов в разрезе типических групп [22]. Особую значимость имеет характеристика выделенных групп системой показателей эффективности, интенсификации, размера и специализации производства сельскохозяйственной продукции [89].

В соответствии с толковым словарем Ушакова, типизация представляет собой «классификацию по типам». При этом «тип» (от греч. *typos* – отпечаток) – «образец, модель, которым соответствует известная группа предметов, явлений, разновидность, форма», «типология» – «взаимоотношения между разными типами каких-нибудь явлений или предметов, представленные в научной системе. Изучение таких взаимоотношений» [194].

«Типологизация», в соответствии с новейшим философским словарем, – «метод научного познания, направленный на разбиение некоторой изучаемой совокупности объектов на обладающие определенными свойствами упорядоченные и систематизированные группы с помощью идеализированной модели или типа (идеального или конструктивного)» [116].

В контексте разделения совокупности (классификации) объектов на типы применяются оба термина. В настоящем исследовании для описания процедуры группировки данных (выделения производственных типов ЛПХ) применяется термин «типизация». Понятие типизации тесно связано с понятием группировки, которую используют для выявления групп однородных объектов. В.В. Глинский отмечает, что группировка необходима «для систематизации явлений одного рода», поскольку «объект статистического исследования разнороден» [53, с. 23]. Р.А. Шмойлова, В.Г. Минашкин, Н.А. Садовникова, Е.Б. Шувалова дают следующее определение понятию «группировка»: «разделение множества единиц изучаемой совокупности на группы по определенным существенным для них признакам» и отмечают «невозможность статистической характеристики объекта исследования без выделения групп», поскольку «в показателях,

исчисленных по достаточно большим совокупностям, произойдет погашение случайного и выявление общего, существенного для развития исследуемого явления» [225, с. 83].

Б.Г. Плошко, И.И. Елисеева определяют группировку как «разграничение совокупности исследуемых явлений по типам» [166]. И.И. Елисеева под группировкой также понимает «распределение единиц по группам в соответствии со следующим принципом: различия между единицами, отнесенными к одной группе, должны быть меньше, чем между единицами, отнесенными к разным группам», выделяя следующие основные виды группировок: типологическая, структурная, аналитическая, многомерная группировка (многомерная классификация) [67].

Шмойловой Р.А. и др. типологическая группировка рассматривается как «разделение исследуемой качественно разнородной совокупности на классы, социально-экономические типы, однородные группы единиц в соответствии с правилами научной группировки», при этом однородность определяется как «подчинение всех единиц совокупности одному закону развития в отношении рассматриваемого свойства» [225, с. 85]. Глинский В.В. отмечает, что типологическая группировка представляет собой «один из самых привлекательных инструментов для получения однородной информации», то есть решения проблемы однородности данных как центральной в статистическом исследовании [54].

Методы многомерной группировки позволяют проводить группировку объектов исследуемой совокупности одновременно по множеству признаков и реализованы в популярных пакетах прикладных статистических программ, что делает их наиболее предпочтительными при исследовании совокупностей личных подсобных хозяйств, включающих большое число единиц наблюдения, каждая из которых характеризуется множеством признаков. К многомерным статистическим методам, которые применяются в настоящем исследовании, относятся многомерные средние, факторный анализ, кластерный анализ.

Айвазян С.А., Мхитарян В.С. под термином «классификация» понимают «разделение рассматриваемой совокупности объектов или явлений на

однородные, в определенном смысле, группы либо отнесение каждого из заданного множества объектов к одному из заранее известных классов», либо результат такого процесса «разделения-отнесения» [4, с. 459]. При этом авторы выделяют две задачи классификации: «классификация с обучением», предполагающая наличие классифицируемых данных и обучающих выборок с информацией о принадлежности объектов к определенным классам, и «классификация без обучения», в рамках которой у исследователя имеются только классифицируемые данные [Там же]. Таким образом, при использовании данной терминологии в исследовании решается задача «классификации без обучения», предполагающая поиск однородных групп ЛПХ и последующее разделение совокупности ЛПХ на такие группы.

Основоположниками типизации крестьянских хозяйств являются А.В. Чаянов, В.И. Ленин, А.Н. Челинцев, Н.П. Макаров и др. отечественные ученые [217, 100, 101]. В современный период вопросам типизации личных подсобных хозяйств посвящены работы таких ученых как, А.П. Зинченко, В.Я. Узун, В.А. Сарайкин и др. [72, 200, 201].

Зинченко А.П. к статистическим группировкам предприятий относит группировки «по специализации в соответствии с их назначением и структурой производства», «по производственным типам, выделяемым по комплексу признаков, отражающих специализацию, концентрацию, интенсификацию производства...», «по размерам производства...» и по другим признакам [71, с. 11]. Сергеев С.С. отмечает, что производственные типы хозяйств «прежде всего различаются по производственному направлению», и определяет специализацию как «преобладающее производственное направление» [182, с. 519]. При этом различия между сельскохозяйственными организациями в производственном направлении характеризуются структурой валовой и товарной продукции: в растениеводческих отраслях – структурой посевных площадей, в животноводстве – структурой стада [Там же].

Таким образом, под «производственными типами» Сергеев С.С., Зинченко А.П. понимают типы сельскохозяйственных предприятий, различающихся по специализации, концентрации, интенсификации производства и по другим

признакам. Следовательно, если в качестве объекта исследования рассматривать личные подсобные хозяйства, то можно провести статистическую группировку по их производственному типу, однако следует учитывать ряд ограничений, связанных с особенностями статистического наблюдения ЛПХ. В частности, СХМП-2021 учитывала лишь ресурсы личных подсобных хозяйств, включая земельные ресурсы (сельскохозяйственные угодья, то есть земли, «систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции», включающие «пашню, залежи, многолетние насаждения, сенокосы и пастбища» [218, с. 102]) и материально-технические ресурсы (поголовье сельскохозяйственных животных). В этой связи типизация ЛПХ на основе микроданных микропереписи 2021 г. возможна по размерам ресурсов и производственному направлению. ВСХП-2016 дополнительно учитывала в качестве материально-технических ресурсов сельскохозяйственную технику; кроме того, учитывался уровень товарности, определяемый как процентное отношение объема реализованной сельскохозяйственной продукции к валовой [218, с. 283], поэтому возможен учет товарности как дополнительной характеристики типов.

Учитывая специфику показателей СХМП-2021 и ВСХП-2016, производственное направление личного подсобного хозяйства (специализацию) в рамках настоящего исследования предлагается определять косвенным образом через соотношение посевов по группам сельскохозяйственных культур и видам животных.

Таким образом, в исследовании под типизацией (типологизацией) ЛПХ подразумевается выявление внутренне однородных, но качественно различающихся между собой производственных типов хозяйств, существенно дифференцированных по размерам ресурсов, производственному направлению и товарности.

Международный опыт типизации ферм представлен следующими публикациями: Тарамуэль-Тарамуэль Дж.П., Дельгадо-Лопес М.А., Аза-Фуэлантала О.Е. на основе иерархического кластерного анализа сформировали типические группы молочных ферм Колумбии, различающиеся степенью

внедрения современных технологий сельского хозяйства [328]; Орнелас М.А.С., Мансанилья Э.Г. с использованием метода главных компонент и критерия Краскела-Уоллиса для оценки качества типизации выявили типы свиноферм, которые отличаются уровнем смертности, темпом суточного прироста массы и уровнем устойчивости к противомикробным препаратам [305]; Азиз Й., Джанджуа А.К. использовали метод *K*-средних для получения кластеров ферм с различным потреблением электроэнергии [239]; Дорр Э., Хоус Дж.К. сформировали отличающиеся по размерам и специализации типические группы ферм на основе кластерного анализа [258] и т. п.

Вопросам неоднородности совокупностей сельскохозяйственных товаропроизводителей, их типизации на основе классических методов кластерного анализа (иерархический кластерный анализ и кластеризация методом *K*-средних) посвящены работы авторов С. Этумну, А.В. Грей, А. Расул, Д. Аблер, З. Глоушкова, М. Лекешова, К.Дж. Бернхардт, Д.Ф. Левиа, Н. Соликин, М. Рекена-и-Мора и др. [262, 311, 277, 240, 295, 322, 313].

В соответствии с Делегированным регламентом Комиссии Европейского Союза (ЕС) 2024/1417 от 13 марта 2024 г. [251], в ЕС на основе структуры стандартизированного выпуска продукции сельского хозяйства выделяется 22 класса (типа) предприятий по основному производственному направлению и 9 укрупненных классов по общему производственному направлению. Стандартизированный выпуск характеризует производственный потенциал предприятия, определяется на основе усредненной за последние пять лет продуктивности сельскохозяйственных животных и угодий с учетом региональных особенностей [206, 63]. Этот важный методологический подход не был учтен в типологии, предложенной В.Я. Узуном, В.А. Сарайкиным.

В.Я. Узун, В.А. Сарайкин, Е.А. Гатаулина провели на основе расчетного признака «стандартизированная выручка» аналитическую группировку 36,9 млн производителей продукции сельского хозяйства по результатам ВСХП-2006, включая «59,2 тыс. сельскохозяйственных организаций и подсобных хозяйств несельскохозяйственных организаций, 285,1 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей, 22,8 млн личных подсобных и

других индивидуальных хозяйств населения, 13,8 млн хозяйств населения, входящих в садоводческие, огороднические, животноводческие и дачные некоммерческие объединения граждан», выделив экономические и ресурсные классы товаропроизводителей [200]. Авторы в том числе выявили класс заброшенных хозяйств с неиспользуемой землей (218,2 тыс. или 1,0% ХН от общего числа хозяйств всех типов), классы резидентских и рекреационных, потребительских, товарных хозяйств [Там же]. В последующем исследовании В.Я. Узун, В.А. Сарайкин дополнительно выделяют классы «производственно-подсобных» и «производственно-основных» хозяйств [201].

Таким образом, в ЕС на основе стандартизованного выпуска определяются экономические классы предприятий по размерам производства. По размеру валового денежного дохода определяются типы семейных ферм в США: малые, средние и крупные [204, 231].

Типизация домохозяйств может быть осуществлена методом кластерного анализа, реализуемого различными способами. В качестве наиболее популярных можно выделить метод *K*-средних и метод иерархического кластерного анализа. Отдельно выделяется метод, основанный на применении специальной модели искусственной нейронной сети – самоорганизующейся карты (англ. Self-Organizing Map, *SOM*) [285]. Данный метод позволяет строить графики двумерных карт, в ячейках которых дополнительно могут быть расположены объекты. При этом наиболее схожие объекты будут расположены в одной ячейке или соседних ячейках, в связи с чем имеется возможность увидеть расположение объектов и групп схожих объектов в двумерном пространстве [245].

Для обработки и анализа сельскохозяйственных данных, в том числе характеризующих личные подсобные хозяйства, используются различные модели машинного обучения. Например, в [259] авторы идентифицировали сельскохозяйственные культуры методом *K*-ближайших соседей по радарным изображениям. В [326] для разделения домашних хозяйств на типические группы используется методический подход, основанный на методе *K*-средних, параллельных вычислениях и спектральной кластеризации (англ. Concurrent K-means and Spectral Clustering, *CKSC*). Методическому подходу к кластерному

анализу на основе совместного использования метода *K*-средних и *SOM* посвящено исследование [323], в котором авторы используют *SOM* с целью определения корректного числа кластеров для метода *K*-средних, проводят кластеризацию методом *K*-средних и визуализируют результаты на обученной модели *SOM*, что позволяет провести сравнение и валидацию обеих процедур кластеризации [245].

Вопросу типизации сельскохозяйственных товаропроизводителей с использованием методов кластерного анализа посвящены научные работы множества отечественных ученых. Так, В.Б. Яковлев, М.Т. Савицкая на основе иерархического кластерного анализа провели типизацию производства сельскохозяйственной продукции в личных подсобных хозяйствах Центрального федерального округа Российской Федерации [229]. Кластерному анализу фермерских хозяйств по наличию роботов и удаленности до областного (районного) центра посвящено исследование Е.А. Скворцова и др. [183]. Исследования, посвященные типизации ЛПХ в Российской Федерации, немногочисленны, однако все они подтверждают наличие скрытых типических групп, различающихся размером и специализацией [62, 209, 207].

В России органы государственной статистики не располагают таким объемом статистической информации о ЛПХ, как о других категориях сельскохозяйственных товаропроизводителей, например К(Ф)Х и СХО. В том числе затруднительно получить информацию о результатах деятельности личных подсобных хозяйств. В этой связи ЛПХ не так часто выступают в качестве объекта исследования, в отличие от К(Ф)Х и СХО, а отсутствие такой категории хозяйств в других странах объясняет отсутствие иностранных публикаций, связанных с исследованием ЛПХ. Тем не менее, существует большое число международных исследований, посвященных кластерному анализу ферм, как было сказано выше, которые в Российской Федерации скорее соответствуют категории К(Ф)Х. В настоящем исследовании предлагается определять типы (типические группы) ЛПХ с учетом множества признаков с целью эффективного государственного регулирования и определения экономического состояния личных подсобных хозяйств. Проведение подобной

типизации обеспечивается различными методами кластеризации, которые условно можно разделить на две части: кластеризация многомерными статистическими методами и нейросетевая кластеризация. В исследовании осуществляется разработка методик для применения двух методических подходов к типизации, а также формулируются предложения, связанные с государственной поддержкой выделенных типических групп домохозяйств.

Предложенный методический подход к типизации ЛПХ для выделения их производственных типов состоит из 5 основных этапов (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Методический подход к выделению производственных типов личных подсобных хозяйств
Источник: разработано автором

По теме исследования опубликованы следующие работы: [14-32; 245]. Отдельные этапы предложенного методического подхода, в соответствии с концептуальной схемой, были апробированы в следующих научных публикациях: этап 1 – [14, 16, 17, 20, 22, 23, 28], этап 2 – [14, 16, 17, 19, 20, 22, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 245], этап 3 – [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 245], этап 4 – [16, 17, 20, 22, 31, 32, 245], этап 5 – [20, 22, 31, 32].

В качестве программы для ЭВМ зарегистрирован разработанный на языке Python модуль анализа данных, который использовался при апробации методического подхода [179]. Отдельные методы анализа данных реализованы в разработанных и зарегистрированных прикладных программах: информационной системе учета и обработки данных с поддержкой проведения статистического анализа [177], программном средстве для предиктивной аналитики в сельском хозяйстве [178].

Методический подход предполагает реализацию пяти этапов.

Этап 1 «Формирование статистической совокупности ЛПХ» позволяет выбрать регион Российской Федерации для проведения исследования на основе установленных закономерностей пространственно-динамического развития сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения для дальнейшего анализа совокупности ЛПХ данного региона. Методика выбора региона была представлена в разделе 1.2.

Этап 2 «Разведочный анализ структуры совокупности ЛПХ».

Этап предполагает применение разработанной методики иерархического кластерного анализа ЛПХ (рисунок 1.5), которая позволяет на основе относительно небольшой совокупности ЛПХ ряда населенных пунктов одного из районов выбранного региона, с использованием классического агломеративного метода кластеризации на основе анализа дендрограмм, оценить долю выбросов и возможное число кластеров ЛПХ на региональном уровне, а также выбрать метод кластеризации.

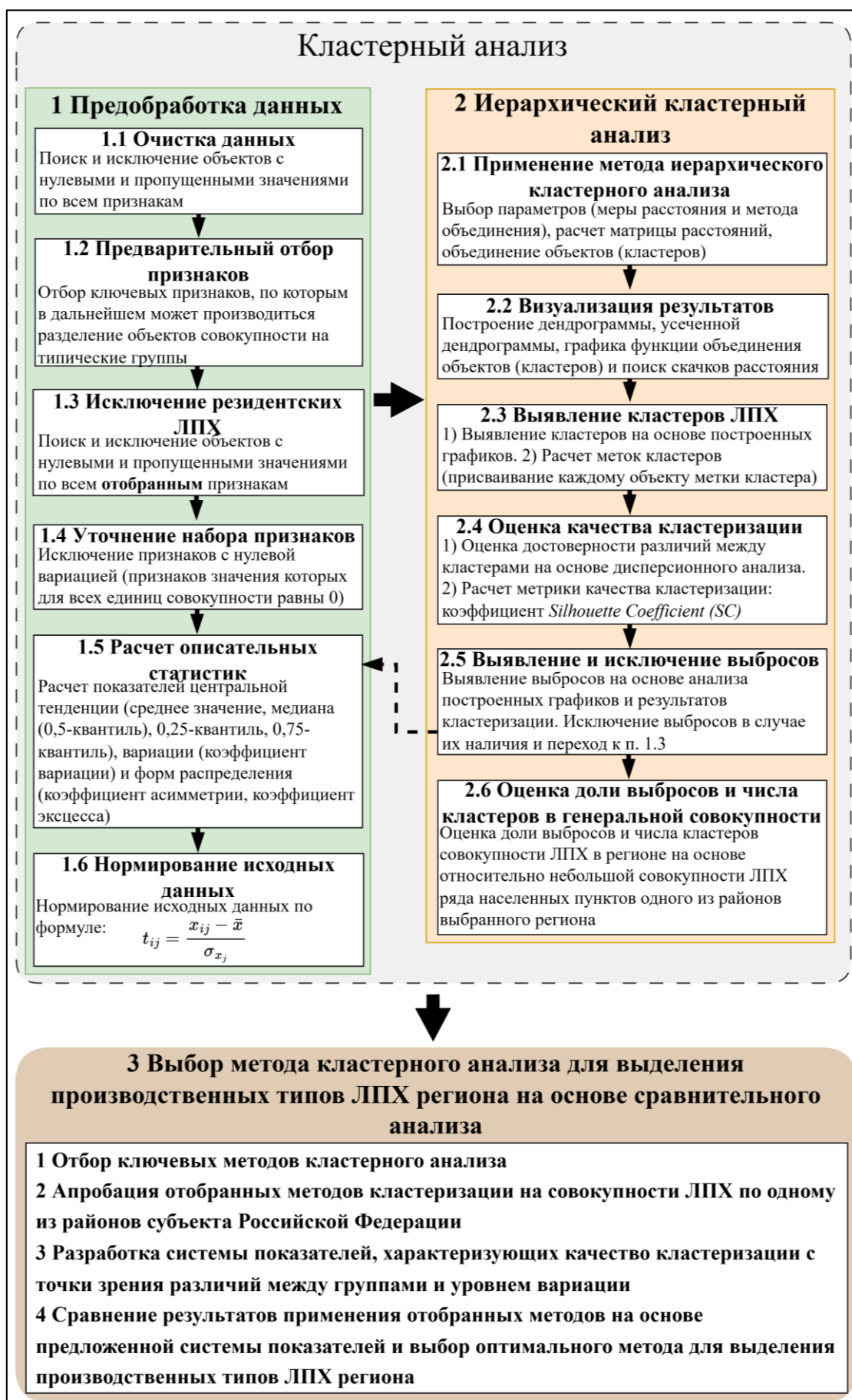


Рисунок 1.5 – Методика разведочного анализа структуры совокупности ЛПХ

Источник: разработано автором

1. Предварительная обработка статистических данных. Первый шаг методики обеспечивает подготовку совокупности ЛПХ к иерархическому кластерному анализу и включает: очистку данных, предварительный отбор ключевых признаков для разделения объектов совокупности на типические группы, исключение резидентских ЛПХ (которые характеризуются нулевыми значениями одновременно по всем отобранным признакам), уточнение набора признаков (исключение тех признаков, значения которых для каждого объекта равны нулю), расчет описательных статистик, нормирование исходных данных.

2. Иерархический кластерный анализ применяется для анализа части генеральной совокупности личных подсобных хозяйств сельской местности одного из регионов Российской Федерации с целью определения числа кластеров (типов) и удельного веса выбросов при проведении их типизации по размерам сельскохозяйственного производства и специализации. При принятии решения об объединении личных подсобных хозяйств в кластеры предлагается использовать как классические, так и усеченные дендрограммы.

Вопрос определения числа кластеров возникает, например, при применении метода *K*-средних. Методики определения числа выбросов часто ориентированы на совокупности, близкие к нормальному распределению по изучаемым признакам, и используют достаточно жесткие критерии, что неприменимо для совокупности личных подсобных хозяйств с сильной вариацией и правосторонней скошенностью распределений по признакам наличия ресурсов [16].

Зинченко А.П., Попова В.Б., отмечают, что с точки зрения математической статистики кластерный анализ представляет собой наиболее распространенный метод многомерной классификации, то есть является частью многомерного анализа [70, с 165], [168], который применяется для построения кластеров как групп объектов, получаемых в результате разбиения. П. Бюльманн, С. ван де Геер относят понятие «многомерный» в контексте многомерных данных и многомерной статистики к ситуации, когда число неизвестных параметров p , которые необходимо оценить, значительно больше размера выборки n [244].

Макшанов А.В. подчеркивает, что объекты внутри кластера предположительно должны обладать определенной общностью [220] или являться однородными. Другими словами, объекты внутри кластера должны иметь большее сходство между собой, чем с объектами других кластеров [102]. Бураков М.В. определяет кластерный анализ как один из распространенных методов анализа данных, заключающийся в нахождении кластеров, как групп близкородственных объектов, с последующей классификацией объектов по найденным кластерам. В отличие от обычной классификации, при решении задачи кластеризации описание классов заранее неизвестно [11]. Воронцов К.В. выделяет следующие задачи, решаемые с помощью кластерного анализа: выявление нетипичных объектов, построение иерархии множества объектов, упрощение обработки данных в результате разбиения набора объектов на группы схожих объектов, сокращение объема хранимых данных путем удаления из групп однотипных объектов значительной части типичных представителей [45, 44, 19].

Таким образом, кластерный анализ можно определить как метод многомерной классификации, в результате которого происходит формирование кластеров как внутренне однородных и качественно различных между собой групп наиболее схожих объектов, характеризующихся множеством признаков [16].

Кластерный анализ широко применяется в экономических [210, 8] и сельскохозяйственных исследованиях [97, 99, 59, 164, 68, 222, 31]. Данный метод также актуален и для исследований, связанных, в частности, с оценкой развития цифровой экономики регионов России [115], разработкой типологии регионов по уровню и динамике безработицы [196], прогнозированием социально-экономического развития сельских территорий на основе их кластеризации [289] и т. д.

Грас Д. определяет кластеризацию как «метод машинного обучения без учителя, когда метки данных неизвестны, либо они игнорируются» [58, 339], то есть как итерационный процесс корректировки математической модели, предполагая отсутствие целевых значений результативной переменной. Таким

образом, в результате кластеризации формируются кластеры, после чего данные классифицируются по полученным кластерам, то есть исходным объектам присваиваются метки кластеров [64].

Зинченко А.П. выделяет следующие этапы кластерного анализа: 1) отбор признаков для анализа; 2) формирование матрицы исходных данных X , в которой число столбцов равно числу признаков (m), а число строк – числу объектов (единиц наблюдения) (n); 3) нормирование или стандартизация исходных данных по формуле (1.3.6) с целью приведения разнородных величин к единому формату (формирование матрицы нормированных отклонений T); 4) выбор функции (меры) близости (меры сходства или коэффициентов сходства); 5) выбор метода объединения [70].

Выбор меры сходства и метода объединения является достаточно сложной задачей, т. к. необходимо учитывать особенности исследуемой совокупности объектов. Задача усложняется тем, что существует множество различных мер сходства и методов объединения (формулы представлены в таблице А.1 приложения А). Так, коэффициенты корреляции применяются в случае отсутствия необходимости учитывать разброс и смещение значений признаков, расстояние Махаланобиса позволяет учесть корреляцию между признаками, коэффициент совстречаемости и коэффициент Жаккара используются при наличии исключительно бинарных признаков, а коэффициент Гауэра – одновременном наличии как бинарных, так и количественных признаков.

Евклидово расстояние является стандартной, универсальной и широко применяющейся мерой расстояния для непрерывных признаков [67, с. 209; 279, с. 271]. С.А. Айвазян выделяет три основных случая, когда применение евклидова расстояния наиболее оправдано: 1) наблюдения извлекаются из генеральных совокупностей, в которых компоненты (признаки) взаимно независимы и имеют одинаковую дисперсию (описываются многомерным нормальным законом); 2) компоненты вектора наблюдений (признаки) однородны по своему физическому смыслу и одинаково важны; 3) признаковое пространство совпадает с геометрическим пространством (размерность признакового пространства не превышает 3) [34, с. 493].

В настоящем исследовании при статистическом анализе совокупностей ЛПХ на основе предложенных методик указанные три предпосылки выполняются, поскольку перед проведением кластерного анализа исходные значения признаков стандартизируются таким образом, чтобы дисперсия равнялась единице, а среднее значение – нулю; размерность признакового пространства сокращается на основе расчета некоррелированных многомерных средних или искусственных факторов, одинаково важных при кластеризации, а число таких многомерных средних или факторов не превышает 3. Учитывая вышеизложенное, а также особенности других мер расстояния, которые в меньшей степени подходят для решения задач исследования, в качестве меры расстояния было выбрано евклидово расстояние.

Метод одиночной связи подразумевает определение расстояния между двумя кластерами как минимальное расстояние между парами объектов, каждый из которых относится к разным кластерам. При методе полной связи расстояние между двумя кластерами определяется как максимальное расстояние между парами входящих в них объектов. Два кластера, имеющие минимальное расстояние, объединяются в один кластер. При методе Варда объединяются те два кластера, после слияния которых увеличение общей внутрикластерной дисперсии будет минимальным.

А.К. Джейн, М.Н. Мурти, П.Дж. Флинн к наиболее популярным методам относят метод одиночной связи и метод полной связи [279]. При этом наиболее универсальным, способным выделять кластеры с общим центром является метод одиночной связи [Там]. При этом, как отмечает Б.С. Эверитт, метод одиночной связи может приводить к формированию несбалансированных кластеров, так как учитываются только «ближайшие соседи» и не учитывается возможное наличие большого числа несхожих объектов в двух кластерах [266, с. 79]. Эффективность метода Варда с точки зрения получения точной иерархии и минимизации средней внутрикластерной дисперсии отмечается в ряде исследований: Ф. Муртаг [303], Кариям [282].

А.П. Зинченко выделяет две схемы проведения кластерного анализа: «без обучения», или иерархическую, и «с обучением», основанную на методе К-

средних (итерационную) [19]. В настоящем исследовании такие схемы кластеризации определяются как «классические методы кластерного анализа».

Ю.П. Александровская разделяет методы кластерного анализа на две группы: агломеративные (объединяющие) и дивизивные (разделяющие). Отдельно выделяются итеративные методы, в частности метод *K*-средних. Их характерная особенность в том, что кластеры формируются исходя из задаваемых условий разбиения (параметров), которые в процессе работы алгоритма могут быть изменены исследователем для достижения желаемого качества разбиения [6, 17]. В.С. Ростовцев выделяет две основные группы методов (алгоритмов) кластерного анализа: четкие и нечеткие. Четкие методы, в свою очередь, делятся на иерархические (алгоритм на основе построения иерархического дерева кластеров) и неиерархические (*K*-средних) [159, 19].

Можно утверждать, что наиболее часто все методы кластеризации подразделяют на две группы: иерархические методы (в результате их применения происходит формирование иерархической структуры анализируемой совокупности объектов, в соответствии с которой можно выделить различное число кластеров в зависимости от уровня иерархии) и разделяющие методы, которые предоставляют одноуровневое (плоское) разделение объектов [279, 235, 261].

К классическим методам иерархической кластеризации относят агломеративные (объединяющие) алгоритмы на основе таких методов объединения, как метод ближайшего соседа, метод дальнего соседа, метод Варда [279, 335]. Алгоритм агломеративной кластеризации на основе метода Варда (AW от англ. Agglomerative Ward) включает следующие основные этапы: 1. Представление каждого объекта совокупности в виде единичного кластера. 2. Пошаговое объединение кластеров до тех пор, пока не будет выполнен определенный критерий (например, пока не будет сформирован кластер, включающий все объекты совокупности). При использовании метода Варда объединяются те два кластера, после слияния которых увеличение общей внутрикластерной дисперсии будет минимальным. Иерархическая кластеризация позволяет проводить типизацию объектов, выделяя кластеры в

виде дендрограммы – иерархического дерева исследуемой совокупности, которое наглядно отражает ее «стратификационную структуру» [4, с. 504].

Данный метод анализа широко применяется в экономических исследованиях, посвященных, например, вопросам дифференциации регионов Приволжского федерального округа по уровню сельскохозяйственного потенциала [195], межрегиональной дифференциации сельскохозяйственного производства [197] и другим вопросам. Наиболее эффективен метод в случае, если отобранная совокупность содержит относительно небольшое число наблюдений, как, например, в исследовании [307], в рамках которого проводится типизация 176 ферм Зимбабве для изучения неоднородности сельского хозяйства посредством анализа типологий фермерских хозяйств; в противном случае, при большом числе единиц наблюдения, построение и интерпретация дендрограммы усложняются.

3. Выбор метода кластерного анализа для выделения производственных типов ЛПХ региона на основе сравнительного анализа.

Третий шаг методики предполагает отбор ключевых методов кластерного анализа; обобщение информации, связанной с характеристикой, достоинствами и недостатками каждого из отобранных методов; разработку предложений по использованию методов при исследовании совокупностей ЛПХ с учетом их характеристик; апробацию отобранных методов кластеризации на совокупности ЛПХ по одному из районов субъекта Российской Федерации; сравнение результатов применения отобранных методов и выбор наиболее предпочтительного метода для выделения типов ЛПХ на основе предложенной системы показателей, характеризующих качество кластеризации с точки зрения различий между группами и уровня их вариации [29]. В качестве основного метода кластеризации ЛПХ Астраханской области в результате сравнительного анализа был выбран метод *K*-средних (см. раздел 2.2 кандидатской диссертации).

Кроме рассмотренного метода иерархической кластеризации существует множество других методов, например: Affinity Propagation, Mean-shift, Spectral Clustering, DBSCAN, HDBSCAN, OPTICS, Gaussian Mixtures, BIRCH, Bisecting K-Means [306], метод реализации кластерного анализа на основе

самоорганизующихся карт [32]. Другие модели искусственных нейронных сетей, в частности спайковые (импульсные) нейронные сети (англ. Spiking Neural Networks, SNNs), представляются достаточно перспективными – их можно использовать как в обучении «с учителем» для решения задачи классификации [288], так и в обучении «без учителя» для кластеризации данных [243, 245, 16, 22].

Метод *K*-средних (англ. *K*-means) относится к классическим разделяющим методам. Он является одним из наиболее простых и популярных методов кластеризации [279, 327] и включает следующие основные этапы: 1. Выбор *k* начальных центров кластеров среди всех объектов совокупности (где *k* – число кластеров). 2. Присваивание каждому объекту ближайшего центра кластера и вычисление новых центров кластеров как центроидов (геометрических центров кластеров) [279], представляющих собой среднее значение нормированных отклонений по каждому из признаков [70]. 3. Объединение и разделение кластеров на основе некоторой эвристической информации и повтор пункта 2 при необходимости [279].

С.А. Айвазян на основе проведенных исследований свойств метода *K*-средних приходит к выводу о том, что «в достаточно общих ситуациях при больших объемах выборочных совокупностей этот алгоритм строит разбиение, близкое к наилучшему в смысле функционала» [4, с. 515]. М.С. Олдендерфер, Р.К. Блэшфилд подчеркивают важность решения проблемы высокой коррелированности переменных, отобранных для кластерного анализа, и возможное ее решение путем формирования новых некоррелированных переменных на основе факторного анализа или метода главных компонент [88]. Комбинация факторного и кластерного анализа при типизации объектов была реализована в различных исследованиях, например при выделении кластеров стран Европейского Союза в зависимости от состояния рыболовства [260], кластеров выживших после ожогов по комплексу симптомов [304], использовалась в селекционной работе, направленной на изучение взаимосвязей морфометрических признаков [330] и др. [31].

В рамках метода K -средних в исследовании был использован алгоритм Ллойда (англ. Lloyd's Algorithm), основанный на отнесении ближайшего объекта к центру тяжести кластера путем определения евклидова расстояния [308], а в качестве алгоритма инициализации начальных центров тяжести – « K -means++», позволяющий более точно определить их положение с учетом расстояния между ними по сравнению с классическим алгоритмом, основанным на случайном выборе k центров [237, 320, 17].

К вариантам метода K -средних относят методы K -медиан (K -medians), K -медоид (K -medoids), Bisecting K -средних (англ. Bisecting K -Means). K -медиан отличается тем, что на втором этапе алгоритма центр кластера вычисляется как медианное значение нормированных отклонений по каждому из признаков. В рамках K -медоид на втором этапе центр кластера вычисляется как медоид – объект, находящийся в центре (или рядом с центром) кластера, т. е. имеющий минимальную сумму расстояний до всех остальных объектов в кластере [235, 333]. Bisecting K -средних подразумевает разделение одного из кластеров на подкластеры до тех пор, пока не будет получено k кластеров; при этом выбор кластера, который будет разделен на каждом шаге, осуществляется на основе определенного критерия (например, наибольший размер или наибольшая сумма квадратов отклонений объектов от центров кластеров) [327, с. 329; 279].

К методам кластеризации на основе оценки плотности относят MS (англ. Mean Shift), DBSCAN (англ. Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), HDBSCAN (англ. Hierarchical DBSCAN), OPTICS (англ. Ordering Points To Identify the Clustering Structure). В рамках данных методов пространство признаков представляется в виде функции плотности вероятности, локальные максимумы (т. е. моды плотности) которой соответствуют областям, где концентрируются объекты одного кластера. При этом считается, что внутри кластера плотность объектов (точек) значительно выше, чем за пределами кластера, а плотность в областях шума – ниже, чем в любой области кластера [261, 318]. Сама кластеризация осуществляется с учетом некоторого порога – минимального количества объектов в окрестности каждого объекта: если количество соседей (включая сам объект) превосходит пороговое значение, то

объект считается основным, а его окрестность становится частью кластера [261]. Наиболее схожими в этой группе являются алгоритмы DBSCAN, HDBSCAN, OPTICS, при этом два последних метода позволяют получить иерархию кластеров и основываются на методе DBSCAN [261, 318, 247, 235]. Алгоритм MS предполагает использование одноименной итеративной процедуры среднего сдвига для обнаружения моды и проведения кластеризации: каждая точка данных сдвигается к среднему значению точек данных в ее окрестности [250, 248].

Отдельно можно выделить такие методы, как AP (англ. Affinity Propagation), SpC (англ. Spectral Clustering), BIRCH (англ. Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies). AP основывается на одновременном рассмотрении всех объектов совокупности как потенциальных центров кластеров; при этом вся совокупность объектов представляется в виде сети, а каждый объект в виде узла этой сети [271]. SpC и BIRCH также основываются на применении специальной структуры: в рамках метода SpC используется матрица Лапласа (граф Лапласа) и спектральная теория графов, предполагающая представление совокупности объектов в виде графа сходства и исследование спектра матрицы Лапласа этого графа [327, с. 686; 335]; метод BIRCH основан на построении динамического дерева кластерной характеристики – CF-дерева (от англ. Clustering Feature, CF), каждый узел которого хранит информацию о кластере (число объектов в кластере, линейная (векторная) сумма координат – англ. Linear Sum, сумма квадратов координат – англ. Sum of Squares), на основе которой вычисляются параметры кластера, включая центр кластера [279, 327].

Метод GM (Модель гауссовой смеси, англ. Gaussian Mixture) основан на использовании таких алгоритмов, как ЕМ-алгоритм (алгоритм максимизации математического ожидания), для определения параметров каждого из распределений, из которых берутся исследуемые объекты [279, 112, 61].

Отдельно выделяют методы нечеткой кластеризации, в рамках которых объекты могут принадлежать одновременно нескольким кластерам, которые могут пересекаться. В результате нечеткой кластеризации происходит присваивание степени принадлежности объекта к нескольким кластерам.

Наиболее популярным алгоритмом нечеткой кластеризации является алгоритм нечетких с-средних (англ. Fuzzy C-Means, FCM). Их достоинство заключается в высокой эффективности при решении специальных задач классификации и поиска объектов (например, классификация и поиск документов). FCM имеет ряд дополнительных недостатков, помимо тех, которые имеются у алгоритма К-средних: сложность при получении значений принадлежности объекта к кластерам; необходимость дополнительной подготовки и интерпретации полученных результатов кластеризации для помощи лицу, принимающему решения; FCM несколько более вычислительно затратный по сравнению с К-средних [279, 327]. Данные методы не соответствуют решаемой задаче, предполагающей получение непересекающихся кластеров ЛПХ, поэтому в настоящем исследовании они не были использованы.

В таблице А.5 приложения А представлена информация, отражающая достоинства и недостатки каждого метода. Одной из значимых характеристик методов кластеризации является эффективность работы с кластерами определенной формы, что требует визуализации данных на двумерных или трехмерных точечных диаграммах, оси которых будут соответствовать признакам, характеризующим совокупность ЛПХ. Как следствие, к одной из важных задач кластерного анализа личных подсобных хозяйств относится снижение размерности пространства признаков в случае, если исследователем отобрано более трех признаков.

На основе таблицы А.5 можно сделать следующие выводы, касающиеся использования тех или иных методов кластерного анализа при исследовании личных подсобных хозяйств:

- для предварительного разведочного кластерного анализа ЛПХ наиболее предпочтительными представляются методы, не требующие в качестве параметра указывать число кластеров и позволяющие визуализировать структуру исследуемой совокупности личных подсобных хозяйств (иерархический кластерный анализ, HDBSCAN, OPTICS, Affinity Propagation);
- после проведения разведочного кластерного анализа ЛПХ и оценки возможного числа кластеров имеет смысл применить методы, позволяющие

выявить определенное число групп (*K*-средних, *K*-медиан, *K*-медоид, Bisecting *K*-средних, спектральная кластеризация, BIRCH, модели гауссовой смеси); при этом в случае исследования относительно большой совокупности личных подсобных хозяйств на уровне отдельного региона или Российской Федерации в целом следует использовать методы, эффективно работающие с большими наборами данных (*K*-средних, *K*-медиан, спектральная кластеризация, BIRCH);

– для более глубокого исследования совокупности личных подсобных хозяйств можно рассматривать методы, позволяющие учесть нестандартные формы кластеров, получить значительно отличающиеся результаты в связи с принципиально иными методическими подходами, лежащими в их основе (Mean Shift, DBSCAN, HDBSCAN, OPTICS, Affinity Propagation, спектральная кластеризация), использование которых может дополнить выводы, сделанные вследствие применения классических методов [29].

Этап 3 «Выделение производственных типов ЛПХ»

Для выделения производственных типов ЛПХ разработана методика, предполагающая использование интегральных показателей и методов многомерного статистического и нейросетевого анализа. Методика предусматривает применение методов кластерного анализа, которые эффективнее работают с большими совокупностями объектов с учетом полученных на предыдущем этапе оценок относительно доли выбросов и числа кластеров. Разработанная методика выделения производственных типов представлена на рисунке 1.6. После предварительной обработки данных и исключения резидентских ЛПХ реализуется процедура сокращения пространства признаков.

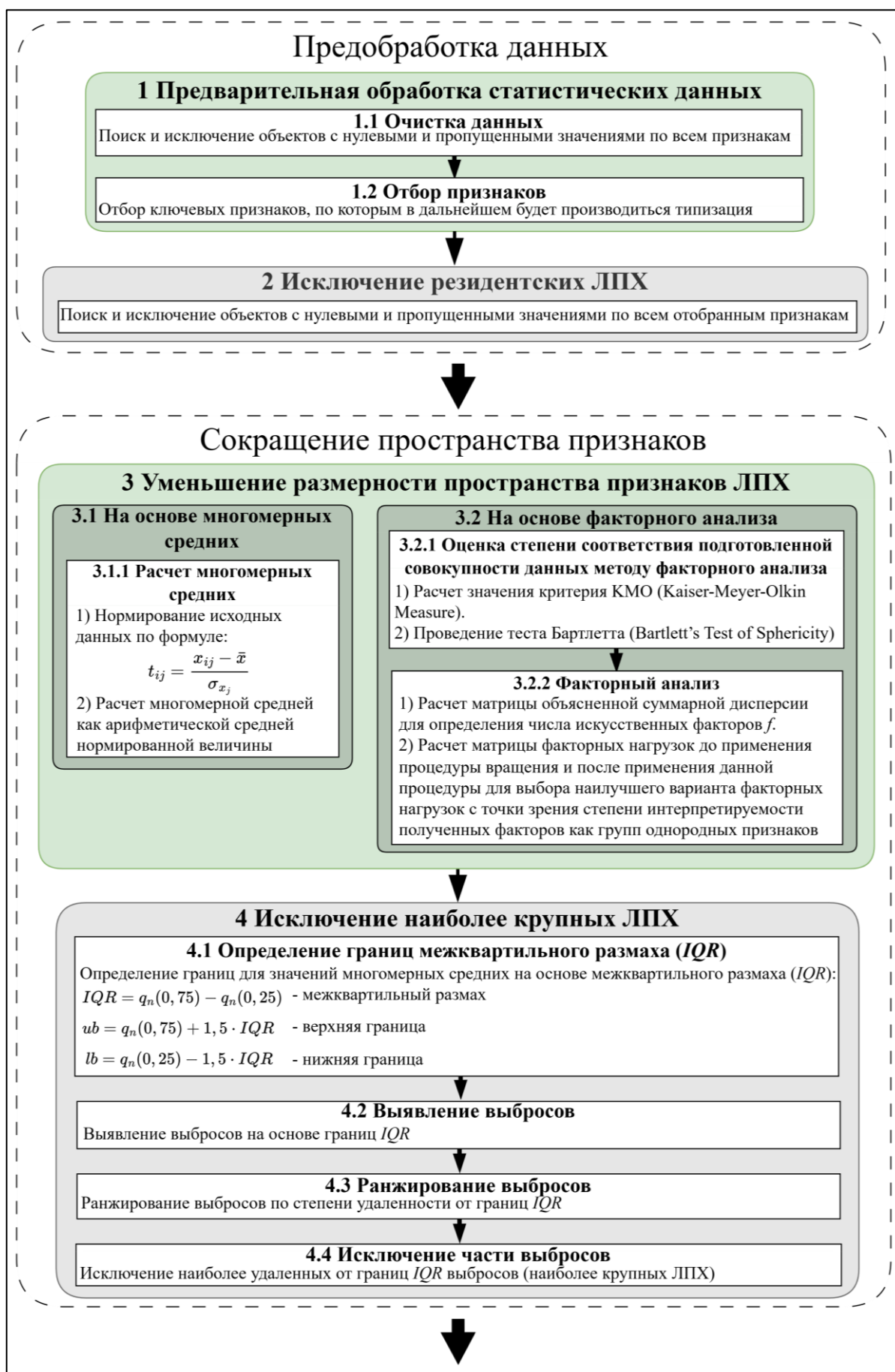
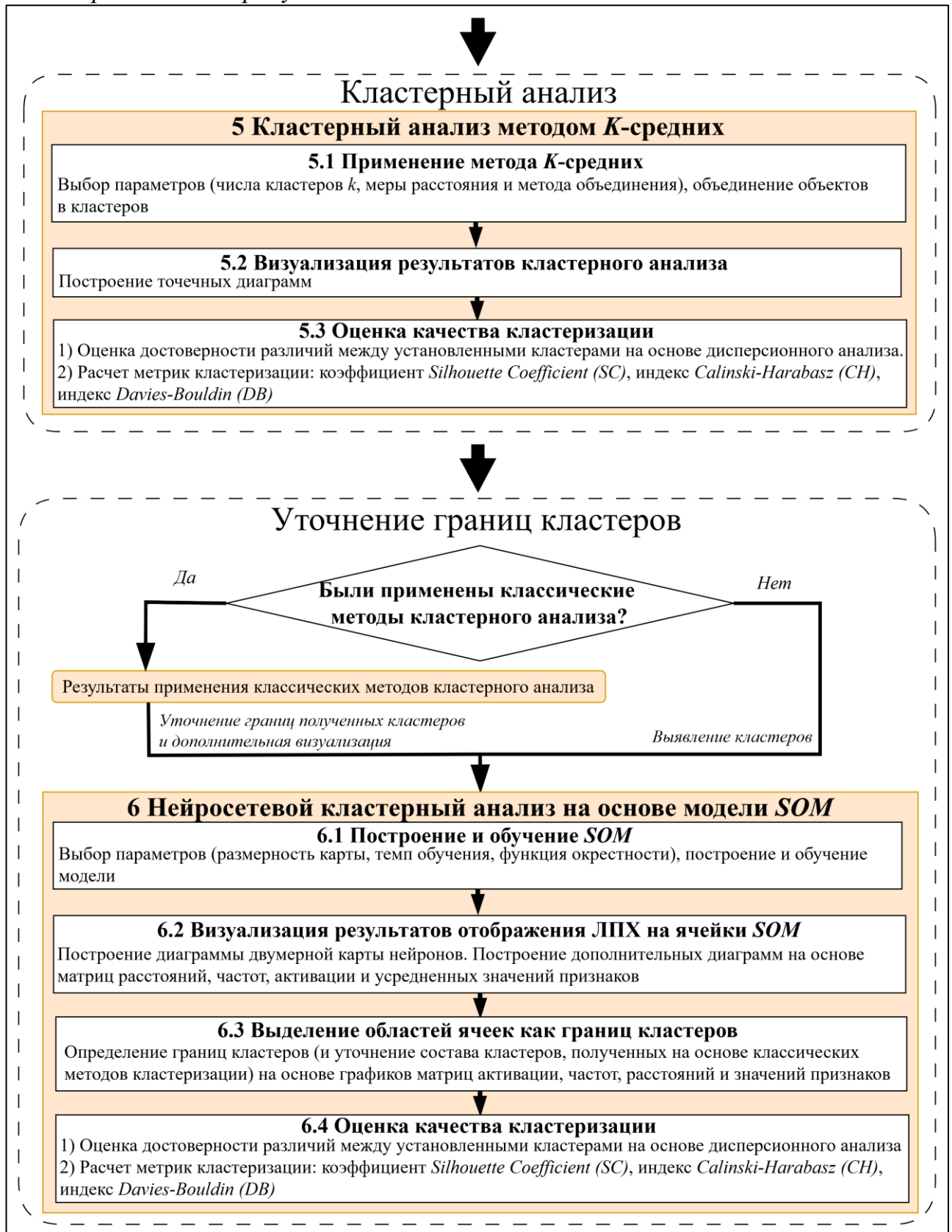


Рисунок 1.6 – Методика выделения производственных типов ЛПХ, различающихся по размерам ресурсов, производственному направлению и товарности

Источник: разработано автором

Продолжение рисунка 1.6



Шаг 3 «Уменьшение размерности пространства признаков». Данный шаг предполагает нормализацию значений исходных признаков. Хуан Л. определяет нормализацию как преобразование данных с помощью специальной функции, гарантирующей, что преобразованные данные будут иметь определенные статистические свойства [278]. При этом Хуан Л. выделяет пять основных операций нормализации: масштабирование, стандартизацию, центрирование, декорреляцию (англ. decorrelating) и сферическую нормализацию (англ. sphering) [Там же].

Стандартизация исходных данных, как определяет Ракша С., подразумевает «центрирование признаков в нулевом среднем значении (равном 0), с единичным стандартным отклонением (равным 1)», что уменьшает чувствительность к выбросам в отличие от минимаксного масштабирования [174]. Стандартизация используется в том числе при многомерной классификации, а также для расчета многомерных средних. Стандартизировать исходные значения признаков можно через нормированные значения [13]. Нормированное значение признака может быть рассчитано в соответствии со следующей формулой [70, 174, 290]:

$$t_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_{x_j}}, \quad (1.3)$$

где t_{ij} – нормированное значение признака j для объекта i ,

x_{ij} – исходное значение признака j для объекта i ,

$\bar{x}_j$ – среднее значение признака j ,

σ_{x_j} – стандартное отклонение признака j .

Для того чтобы дать оценку ресурсному потенциалу хозяйств, предлагается расчет интегральных показателей размера ресурсов и применение одного из двух методов: первый основывается на расчете многомерных средних [17, 30]; в рамках второго метода осуществляется оценка степени соответствия подготовленной совокупности данных методу факторного анализа на основе критерия Kaiser-Meyer-Olkin Measure (КМО) и теста Бартлетта (Bartlett's Test of

Sphericity), а также применение самого метода факторного анализа для получения искусственных факторов как групп однородных признаков.

Снижение размерности на основе использования многомерных средних или факторного анализа перед процедурой кластеризации позволяет также включить в анализ признаки с альтернативной изменчивостью и коррелированные признаки, эффективнее проводить визуализацию данных подготовленной совокупности и результатов типизации [5, с. 332; 67, 17].

Елисеева И.И. отмечает, что «простейшим вариантом многомерной классификации является группировка на основе многомерных средних» [67, с. 192]. Для расчета многомерной средней необходимо отобрать однородные признаки, которые будут объединены в новый общий синтетический признак в виде многомерной средней, рассчитать нормированные отклонения (нормированные значения) по каждому признаку по формуле (1.3) и рассчитать среднее значение из нормированных отклонений по отобранным признакам. Такой способ позволяет сгруппировать большое число различных признаков, имеющих некоторую схожесть, которые необходимо учесть при проведении группировки. Например, для первой многомерной средней, отражающей наличие площадей сельскохозяйственных культур, могут быть выбраны такие признаки, как площадь посева овощных и бахчевых, зерновых и зернобобовых, картофеля, а для второй многомерной средней, отражающей поголовье сельскохозяйственных животных, – поголовье овец, коз, птицы.

Иной метод сокращения пространства признаков подразумевает применение факторного анализа, который представляет собой процедуру формирования новых, искусственных факторов на основе объединения коррелированных исходных факторов, что приводит к уменьшению числа изначальных признаков при сохранении их влияния, упрощению расчетов и интерпретации при последующем применении других методов анализа данных, таких как кластерный анализ [38, с. 368; 4]. При этом в случае, если исходные признаки никак не связаны друг с другом, получаемые в результате анализа факторы будут соответствовать этим исходным признакам, из-за чего факторный анализ теряет всякий смысл [191, с. 289]. Шибалкин А.Е. отмечает, что

«факторный анализ нацелен на установление общих факторов. Основная посылка факторного анализа состоит в том, что вариация исходных признаков может быть описана небольшим числом общих факторов» [223].

Используя факторный анализ при исследовании совокупностей ЛПХ, можно объединить схожие признаки, например площадь посева зерновых и зернобобовых, технических культур, картофеля, овощных и бахчевых культур, и сформировать общий фактор, отражающий специализацию на производстве продукции растениеводства с учетом тех признаков, которые лежат в основе полученного фактора. При этом процедура формирования новых признаков (факторов) является более сложной в сравнении с методом на основе расчета многомерных средних и состоит из нескольких этапов, причем автоматизация некоторых этапов затруднительна. Более того, сложность применения факторного анализа возрастает при увеличении числа признаков анализируемой совокупности.

Современные цифровые инструменты, включая пакеты прикладных статистических программ, такие как SPSS, STATISTICA, и специализированные библиотеки языков программирования, подобных Python, основные результаты факторного анализа обычно представляют двумя таблицами: собственных значений (таблица объясненной суммарной дисперсии, англ. Total Variance Explained) и факторных нагрузок (таблица или матрица компонентов, англ. Factor Matrix или Component Matrix). Таблица факторных нагрузок содержит коэффициенты корреляции между исходной переменной и сформированным фактором [267].

Для оценки применимости факторного анализа к исходной совокупности данных в работе используются критерий КМО и тест Бартлетта. Значения критерия КМО варьируют в диапазоне $[0; 1]$, при этом 0 – низкое качество данных для применения факторного анализа, 1 – высокое. В рамках теста Бартлетта на основе критерия χ^2 проверяется нулевая гипотеза о том, что корреляционная матрица является единичной, т. е. связь между исходными признаками и полученными факторами отсутствует [267]. Критерий КМО и тест Бартлетта часто используются в статистических исследованиях [284, 238].

Оценка качества проведенного факторного анализа в настоящем исследовании осуществлена с помощью дисперсионного анализа на основе критерия F-Фишера, который позволяет установить существенность выборочных показателей связи между исходными признаками и генерируемыми факторами [167].

Предлагаемая методика типизации ЛПХ на основе факторного анализа включает следующие этапы: 1. Отбор ряда ключевых признаков, характеризующих уровень производства продукции растениеводства и животноводства домохозяйств. 2. Предварительная обработка табличных данных по исходной совокупности хозяйств с целью выявления резко выделяющихся хозяйств (выбросов) [32]. 3. Проведение факторного анализа подготовленной совокупности данных с целью уменьшения признакового пространства путем формирования факторов как групп однородных признаков. 4. Проведение кластерного анализа на основе полученных факторов. 5. Характеристика типических групп хозяйств, полученных на основе кластерного анализа, расчета относительных значений отобранных признаков, визуализации кластеров на точечных диаграммах факторных нагрузок [31].

Исходя из изложенных особенностей двух рассмотренных методов сокращения размерности признаков, в главах 2, 3 диссертации были применены метод на основе многомерных средних при исследовании отобранных совокупностей ЛПХ, характеризующихся большим количеством признаков, и факторный анализ в случае относительно небольшого числа признаков.

Кроме многомерной средней и фактора, в качестве интегрального показателя может быть рассчитано условное поголовье скота – такой методический подход рассмотрен в работах Уколовой А.В., Козлова К.А. [208, 90].

Шаг 4 «Выявление и исключение наиболее крупных ЛПХ» предполагает исключение аномалий и выбросов на основе анализа межквартильного размаха (*IQR*, англ. *Interquartile Range*), графиков ранжированных рядов распределения, двумерных и трехмерных точечных диаграмм; расчет описательных статистик, включая показатели центральной

тенденции (среднее значение, медиану (0,5-квантиль), 0,25-квантиль, 0,75-квантиль), вариации (коэффициент вариации V) и формы распределения (коэффициент асимметрии S , коэффициент эксцесса EK) [17, 19].

Как отмечает Айвазян С.А., наличие выбросов (аномальных наблюдений), как правило, ухудшает результаты кластерного анализа, «сжимая» имеющиеся кластеры, поэтому перед проведением кластеризации необходимо выявление и удаление таких резко выделяющихся наблюдений [5, с. 329]. Анализируя совокупность ЛПХ для выявления выбросов или резко выделяющихся значений признака, в работе используется межквартильный размах IQR , рассчитывающийся по формуле [256, с. 236]:

$$IQR = q_n(0,75) - q_n(0,25), \quad (1.4)$$

где $q_n(0,75)$ – верхний (третий) квартиль,

$q_n(0,25)$ – нижний (первый) квартиль.

При этом выбросами будут являться значения, в полтора раза превышающие значение межквартильного размаха [Там же, 13]. Таким образом, нижняя граница lb и верхняя граница ub той области, за пределами которой будут находиться выбросы, могут быть рассчитаны в соответствии со следующими формулами:

$$ub = q_n(0,75) + 1,5 \cdot IQR; \quad (1.5)$$

$$lb = q_n(0,25) - 1,5 \cdot IQR \quad (1.6)$$

Однако поиск выбросов при большом числе признаков и большой совокупности ЛПХ достаточно затруднителен, поэтому в таких случаях в работе применяются разработанные методические подходы к сокращению пространства признаков, рассмотренные в рамках предыдущего подэтапа.

Шаг 5 «Кластерный анализ методом K -средних» подразумевает осуществление типизации ЛПХ при помощи кластерного анализа на основе разработанной методики (рисунок 1.6). В качестве статистических данных для кластерного анализа используется подготовленная совокупность ЛПХ с нормированными значениями признаков, которая не включает резидентские и наиболее крупные хозяйства, выявленные на предыдущих шагах.

Шаг 6 «Нейросетевой кластерный анализ на основе модели SOM ».

В рамках методики применяется специальная модель искусственной нейронной сети – самоорганизующаяся карта, позволяющая с использованием диаграммы двумерной матрицы нейронов, на которую проецируются хозяйства, изучить их топографическое соотношение, выявить области на матрице с различным уровнем наличия отдельных ресурсов сельского хозяйства, повысить экономическую интерпретируемость полученных кластеров и сформулировать предложения по государственной поддержке ЛПХ (рисунок 1.6) [19, 32, 18, 245].

Развитие технологий искусственного интеллекта позволило разрабатывать и применять различные архитектуры искусственных нейронных сетей, которые эффективно решают нестандартные задачи, в том числе связанные с анализом сложных экономических объектов, и представляют собой альтернативный и относительно новый метод в сравнении с классическими методами многомерного статистического анализа.

Технологии искусственных нейронных сетей изучаются следующими исследователями: Я. ЛеКун, С.Дж. Рассел, П. Норвиг исследуют вопросы рассуждения, предсказания и планирования искусственным интеллектом, создание автономных интеллектуальных агентов [294, 315], архитектуры автономного интеллекта будущего [254]; Вольфрам С., Лустин П., Рашка С. – вопросы функционирования искусственных нейронных сетей и, в частности, больших языковых моделей (англ. Large Language Models, LLM) [336, 297]; Энтони М., Хайкин С., Самарасингхе С., Хитон Дж., Аггарвал К.К. исследуют фундаментальные основы различных архитектур искусственных нейронных сетей, включая *SOM* [236, 215, 317, 274, 232]; Лабонн М., Ву Л. исследуют графовые нейронные сети (англ. Graph Neural Networks, GNN) – класс глубоких нейронных сетей, предназначенных для обработки и анализа графовых данных [292, с. 8; 337]; Морени Л., Штайнвенднер Дж. – исследуют программную реализацию различных архитектур искусственных нейронных сетей [173, 302, 325].

Искусственная нейронная сеть (ИНС) (англ. Artificial Neural Network, ANN) в определении С. Хайкин представляет собой «машину, моделирующую способ обработки мозгом конкретной задачи. Эта сеть обычно моделируется

программой, выполняемой на цифровом компьютере» [215]. Т. Хасти определяет ИНС как нелинейную статистическую модель регрессии или классификации, обычно представленную сетевой диаграммой (графом) [273, с. 392]. В.С. Ростовцев дает следующее определение ИНС: «математическая модель, построенная по принципу биологической нейронной сети» [176].

Таким образом, искусственную нейронную сеть можно определить как математическую модель, основанную на функционировании биологической нейронной сети (нейронной сети человеческого мозга), которая в результате обработки входных сигналов вырабатывает один выходной сигнал или множество выходных сигналов.

Чубукова И.А. определяет искусственную нейронную сеть как основной алгоритм машинного обучения; машинное обучение – как науку, изучающую компьютерные алгоритмы, которые автоматически улучшаются во время своей работы [219, 15]. Ростовцев В.С. отмечает, что машинное обучение называют также нейрокомпьютингом, что означает «обработку данных при помощи нейроподобных сетей, реализованных на компьютерах либо в виде программ, либо аппаратным образом» [176, 15]. Чубукова И.А. относит искусственные нейронные сети к методам интеллектуального анализа данных, все основные задачи которого (прогнозирование, классификация, кластеризация) данным методом достаточно эффективно решаются [219, 15].

Задача кластеризации может быть решена с использованием специальных архитектур искусственных нейронных сетей. Одной из таких архитектур является самоорганизующаяся карта [15].

Графически нейронную сеть изображают в виде взвешенного графа, в котором вершины являются нейронами, а дуги с соответствующими весовыми коэффициентами w – синаптическими связями между нейронами. При этом весовые коэффициенты характеризуют силу связи и корректируются в процессе обучения ИНС, а нейроны объединяются в слои: входной слой нейронов получает входные сигналы, на выходном слое происходит расчет выходного сигнала (выходных сигналов) сети; дополнительно в сети может быть один или множество скрытых слоев нейронов, где осуществляются промежуточные

расчеты. Используемые в исследовании модели *SOM* состоят из двух слоев и представлены на рисунках Д.1, Д.2 приложения Д.

Точность кластеризации на основе *SOM* сопоставима с результатами применения метода *K*-средних, а в отдельных случаях значительно выше [291]. Однако особенностью нейросетевых алгоритмов является нестабильный результат их применения, обусловленный случайными весовыми коэффициентами в начале обучения. Кроме того, на результат влияют параметры нейронной сети, такие как вид активационной функции, топология, гомогенность, фиксированность весов, синхронность, число нейронов и слоев, темп обучения, число эпох обучения и другие [173, 15].

Самоорганизующаяся карта преобразует входные сигналы, обычно представляющие собой векторы признаков для многомерных объектов, например личных подсобных хозяйств, отображая каждый объект на один из нейронов двумерной карты (матрицы), называемой также решеткой, таким образом, что наиболее схожие объекты отображаются на один нейрон или на соседние нейроны, а наименее схожие – на отдаленные друг от друга нейроны [215, с. 577].

Наиболее распространенным видом *SOM* являются самоорганизующиеся карты Кохонена [286, 287, 285]. Кохонен Т. определяет *SOM* как нелинейную проекцию, благодаря которой «векторы данных, часто очень высокой размерности, отображаются на двумерной евклидовой плоскости таким образом, что взаимные расстояния проекций на двумерной евклидовой плоскости приблизительно равны взаимным расстояниям исходных векторов в многомерном пространстве входных данных» [285, с. 11]. При этом образы проекций представляют собой локальные средние значения распределения исходных данных, которые сравнимы со средними значениями *K*-средних в векторном квантовании [Там же; 215, с. 573; 18; 32].

Искусственные нейронные сети применяются в различных экономических исследованиях, связанных, например, с прогнозированием перспектив развития агропромышленного комплекса [41, 42]. Самоорганизующиеся карты применяются для прогнозирования, поиска закономерностей, сжатия

информации и т. п. Особо частое применение они нашли в решении задачи кластеризации [18]. *SOM* широко применяется в исследованиях, связанных с классификацией изображений [340], диагностикой болезней, в том числе болезни Паркинсона [300], кластеризацией населения по удовлетворению психологических потребностей в активном путешествии [312], гидрографов подземных вод [338], обнаружением аномалий в нефтегазовом секторе [252] и т. д. *SOM* и метод *К*-средних применяются также для классификации производства электроэнергии [281, 32] и т. д.

Реализовать *SOM* можно в пакете прикладных программ MATLAB [285]. В качестве свободно распространяемого программного обеспечения и эффективного инструмента математического анализа выступают язык программирования Python и его специализированные библиотеки. Обеспечивает возможность разработки и обучения самоорганизующихся карт библиотека *minisom* [18].

По сравнению с рассмотренными ранее классическими методами кластерного анализа, такими как иерархический кластерный анализ и метод *К*-средних, преимущество кластеризации на основе модели *SOM* состоит в следующем:

1. Отсутствует необходимость в определении числа кластеров, чего требует метод *К*-средних. Число выделяемых кластеров может либо соответствовать числу ячеек в выходной матрице, либо быть установлено исследователем на основе анализа распределения объектов по ячейкам выходной матрицы.

2. Модель *SOM* в равной степени эффективно применять для кластеризации как малых, так и больших совокупностей объектов, которые затруднительно исследовать при помощи метода иерархической кластеризации, что связано с возможными трудностями в построении дендрограммы для таких совокупностей.

3. При использовании модели *SOM* появляется возможность визуализации исходной совокупности объектов и результатов ее кластеризации на двумерной диаграмме (графике двумерной матрицы, называемой также решеткой),

отражающей расстояния между группами объектов (между множествами ячеек матрицы или между отдельными ячейками матрицы) вне зависимости от размерности исходного пространства признаков. Таким образом, обеспечивается топологическая упорядоченность (в определении Хайкина С.: «пространственное положение нейронов в решетке соответствует конкретной области или признаку входного пространства») [215, с. 593].

Оценка качества кластеризации. Результаты кластеризации оцениваются на предмет достоверности различий между установленными кластерами посредством дисперсионного анализа, а также на предмет качества разбиения объектов на кластеры посредством расчета специальных метрик кластеризации, основанных в том числе на расчете внутрикластерного и межкластерного расстояний: коэффициент *SC* (англ. Silhouette Coefficient), индекс *DB* (англ. Davies-Bouldin Index), индекс *CH* (англ. Calinski-Harabasz Index, также известный как Variance Ratio Criterion) [32, 245]. Формулы данных метрик представлены в таблице Б.4.

С помощью подобных метрик можно определить оптимальное количество кластеров (групп) для таких методов кластерного анализа, как *K*-средних, при этом значение метрик рассчитывается после проведения кластерного анализа. Например, чтобы определить оптимальное число кластеров на основе *SC*, необходимо провести кластерный анализ при разном числе кластеров и в каждом случае рассчитать значение метрики *SC*. Максимальное значение *SC* для результатов кластерного анализа при установленном числе кластеров будет показывать, что данное число кластеров является оптимальным [16]. Аналогичным образом необходимо рассчитывать метрики *DB* и *CH* при каждой кластеризации. Таким образом, оптимальное число кластеров *k*, выявленное с помощью метрик, будет свидетельствовать о наилучшем разбиении единиц наблюдения по группам с учетом усредненной степени соответствия объектов внутри кластеров и одновременно с этим степени несоответствия объектов каждого кластера с объектами других кластеров (метрика *SC*), усредненной меры схожести каждого кластера с наиболее похожим кластером (метрика *DB*), меры,

показывающей усредненное отношение внутрикластерных дисперсий к межкластерным дисперсиям (метрика CH).

В настоящем исследовании при изучении статистических совокупностей ЛПХ число кластеров k для метода K -средних определялось на основе расчета метрик для $k \in [2; 15]$. При этом учитывались рекомендации Елисеевой И.И. к проведению группировок: в каждой группе должно быть как минимум пять единиц наблюдения, при этом самих групп должно быть как минимум три, так как «между двумя группами обязательно будут различия, которые трудно объяснить» [67, с. 190].

Для оценки качества кластеризации может быть применен дисперсионный анализ. Кремер Н.Ш. определяет дисперсионный анализ как «статистический метод, предназначенный для оценки влияния различных факторов на результат эксперимента, а также для последующего планирования аналогичных экспериментов» [94, с. 379]. В рамках дисперсионного анализа проверяется нулевая гипотеза H_0 о том, что средние значения зависимой переменной во всех группах равны. Принятие гипотезы H_0 означает, что влияние всех уровней фактора (в нашем случае – номер группы) одинаково; опровержение гипотезы H_0 означает наличие существенных различий по переменной среди групп [94].

При этом применяют как стандартный дисперсионный анализ (англ. Analysis of variance, ANOVA), позволяющий определить различаются ли кластеры по одному признаку (используется одна зависимая переменная), так и многомерный дисперсионный анализ (англ. Multivariate analysis of variance, MANOVA), позволяющий определить, различаются ли кластеры по комбинации множества признаков одновременно (используется множество зависимых переменных) [88, с. 193; 268, с. 585]. Каждый такой тип анализа классифицируется по числу группирующих факторов (независимых переменных): однофакторный (англ. One-way) и многофакторный (англ. Factorial), предполагающий использование двух группирующих факторов (англ. Two-way) и более [268, с. 423].

Поскольку необходимо определить, различаются ли кластеры, используется один группирующий фактор, отражающий номер кластера,

поэтому в исследовании были применены One-way ANOVA и One-way MANOVA с использованием специальной библиотеки statsmodels. В рамках данной библиотеки дисперсионный анализ в случае категориального группировочного фактора реализован с использованием модели линейной регрессии с фиктивными переменными [268, 272]. Гуджарати Д. Н., Портер Д. К. называют такие модели регрессии (включающие в качестве регрессоров только фиктивные переменные) моделями дисперсионного анализа или ANOVA-моделями [272, с. 278].

Этап 4 «Анализ устойчивости и характеристика выделенных производственных типов ЛПХ».

С целью характеристики выделенных производственных типов рассчитываются средние значения в рамках системы отобранных статистических показателей по кластерам. Для оценки устойчивости типов личных подсобных хозяйств Астраханской области, полученных в результате апробации методики выделения производственных типов по микроданным СХМП-2021, предлагается апробация методики на статистической совокупности ЛПХ Астраханской области по микроданным ВСХП-2016 и сравнение выделенных групп.

Этап 5 «Разработка направлений использования результатов типизации ЛПХ для принятия управленческих решений».

Данный этап предполагает использование полученных результатов типизации ЛПХ для анализа влияния агроэкологических условий на размеры сельскохозяйственного производства, а также для точечной и дифференцированной государственной поддержки ЛПХ с учетом уровня их экономической активности с целью развития малого агробизнеса.

На основе расчета средних значений в рамках системы отобранных статистических показателей по кластерам и описания выделенных типических групп формулируется ряд возможных мер государственной поддержки, с учетом уровня экономической активности домохозяйств, специализации, потенциала к кооперации с хозяйствами внутри типической группы и с хозяйствами других типических групп (рисунок 1.4).

В соответствии с методическим руководством Статистического управления Европейской комиссии (Евростата) и рекомендациями Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) по формированию показателей бизнес-демографии (что подразумевает рождаемость, смертность и продолжительность жизни предприятий) предприятие (как юридическая единица, производящая товары и услуги) считается действующим (активным в экономическом смысле) в течение отчетного периода, если в указанный период оно либо имело положительный чистый оборот, либо производило продукцию, либо имело наемных работников, либо осуществляло инвестиции [264, с. 33; 265, с. 21]. Чистый оборот при этом состоит из доходов от обычной деятельности предприятия, главным образом связанных с продажей товаров и оказанием услуг [263, с. 356].

Личное подсобное хозяйство, являющееся товаропроизводителем продукции сельского хозяйства и получающее доход от продажи произведенной продукции, проявляет экономическую активность. Определить уровень экономической активности ЛПХ по результатам сельскохозяйственных переписей достаточно сложно, так как статистический учет соответствующих финансовых показателей не осуществляется. В то же время результаты типизации ЛПХ свидетельствуют о наличии, как правило, небольшого числа средних и крупных хозяйств, имеющих по сравнению с резидентскими ЛПХ ресурсы большего объема, включая площади посевов сельскохозяйственных культур и поголовье сельскохозяйственных животных, а значит, и характеризующиеся более высоким уровнем экономической активности. В связи с этим в исследовании предлагается определять уровень экономической активности личных подсобных хозяйств косвенно, на основе ряда показателей, отражающих долю реализованной продукции (уровень товарности).

Для апробации разработанного методического подхода применялся язык программирования Python и специализированные библиотеки: для реализации отобранных методов кластерного анализа – библиотеки `scipy` (иерархический метод), `scikit-learn` (K -средних, Bisecting K -средних, Mean Shift, DBSCAN, HDBSCAN, OPTICS, Affinity Propagation, спектральная кластеризация, BIRCH,

модель гауссовой смеси), *scikit-learn-extra* (*K*-медоид), *pyclustering* (*K*-медиан), *minisom* (нейросетевая кластеризация на основе модели *SOM*) [334]; для оценки метрик *SC*, *DB*, *CH* – *scikit-learn* [321, 17], дисперсионного анализа – *statsmodels* [16], факторного анализа – *factor_analyzer* [267, 280]. Для дополнительных расчетов и визуализации данных применялись библиотеки *pandas*, *numpy*, *matplotlib*, *seaborn* и др. Верификация полученных результатов осуществлялась с использованием специализированного программного обеспечения: STATISTICA 12, Microsoft Excel.

Таким образом, была апробирована методика пространственно-динамического анализа развития сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения, которая позволила в качестве объекта исследования выбрать типичный регион с точки зрения удельного веса хозяйств населения в производстве продукции сельского хозяйства и определить статистическую совокупность личных подсобных хозяйств. Апробация этапов методического подхода к выделению производственных типов, связанных с методикой разведочного анализа структуры совокупности ЛПХ и методикой выделения производственных типов ЛПХ, различающихся по размерам ресурсов, производственному направлению и товарности, представлена в следующей главе диссертационного исследования.

Глава 2 Выделение производственных типов личных подсобных хозяйств с использованием методов многомерного статистического и нейросетевого анализа

Эффективная политика в области регулирования и государственной поддержки ЛПХ должна основываться на результатах комплексного статистического исследования и иметь дифференцированный характер, учитывая производственные типы хозяйств, различающиеся по размерам ресурсов, специализации и товарности. В данной главе представлена апробация разработанных методик выделения производственных типов с использованием методов многомерного статистического и нейросетевого анализа.

2.1 Разведочный анализ структуры совокупности ЛПХ

Для оценки числа типических групп личных подсобных хозяйств и выбросов в регионе разработана методика типизации на основе предварительного разведочного иерархического кластерного анализа, позволяющая изучить структуру совокупности на уровне района с использованием классических и усеченных дендрограмм и не требующая наличия предварительной информации о числе и составе возможных кластеров.

Для апробации методики был выбран Лиманский район Астраханской области, представляющий научный интерес с точки зрения доли общей площади используемых сельхозугодий: коэффициент землепользования в районе составляет 67,4%, что больше, чем в южных (46,1%), в центральных (54,5%), в северных районах (60,5%) и в области в целом (56,2%) [105, 104]. По микроданным СХМП-2021 была отобрана совокупность 4326 личных подсобных хозяйств из 19 сельских населенных пунктов Лиманского района.

Предлагаемая методика типизации ЛПХ включает 3 основных этапа (рисунок 1.4). Изначально для проведения кластерного анализа ЛПХ были отобраны следующие 10 ключевых признаков, характеризующих наличие поголовья сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота, овец, коз, сельскохозяйственной птицы) и размеры посевных площадей

сельскохозяйственных культур (картофеля, овощных и бахчевых культур открытого грунта, зерновых и зернобобовых, технических и кормовых) и площади многолетних насаждений. Выбор показателей посевных площадей и поголовья сельскохозяйственных животных обусловлен необходимостью отделить многочисленную группу резидентских (непроизводящих продукцию) хозяйств.

На этапе подготовки данных были исключены три признака, (характеризующие площади посева зерновых и зернобобовых, технических, кормовых культур, поскольку ни одно хозяйство не занимается производством данной сельскохозяйственной продукции), и ровно 1500 ЛПХ (или 34,7% от отобранной совокупности), не производящих ни один из видов продукции сельского хозяйства в соответствии с отобранными признаками. Такие хозяйства можно отнести к типу резидентских, т. е. тех хозяйств, которые служат преимущественно местом жительства. Подготовленная статистическая совокупность включает 2826 ЛПХ, характеризующихся 7 признаками. Тесная связь между признаками отсутствует (рисунок В.1 приложения В).

Перед проведением кластерного анализа исходные значения признаков были пронормированы в соответствии с формулой (1.3). При реализации иерархического кластерного анализа была выбрана мера сходства – евклидово расстояние и метод объединения – метод Варда. Выбор осуществлен исходя из ряда построенных дендрограмм, визуализирующих агломеративную кластеризацию при различных комбинациях мер сходства и методов объединения.

На основе анализа построенных графиков, визуализирующих результаты иерархического кластерного анализа, были выявлены и исключены резко отличающиеся от основной совокупности и выделяющиеся в отдельный кластер хозяйства (выбросы) с порядковыми номерами 2123, 2328, 195 (рисунки 2.1-2.6).

В результате применения метода иерархической кластеризации для обработки подготовленной совокупности ЛПХ была построена дендрограмма, на которой кластеры с крупными хозяйствами расположились в правой части (рисунок 2.1).

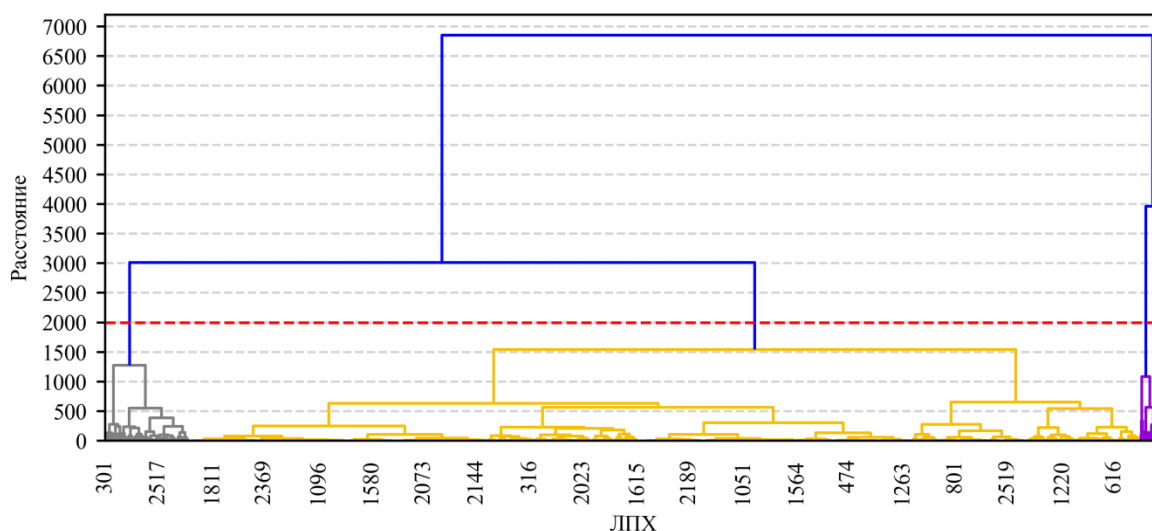


Рисунок 2.1 – Дендрограмма в результате иерархической кластеризации ЛПХ района Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

При анализе большого числа объектов используется также усеченная дендрограмма. На ней по оси ОХ отражены не только порядковые номера объектов, которые можно отнести к резко выделяющимся, но и размеры кластеров (указаны в скобках). Для того чтобы визуальнo оценить структуру данных малочисленных кластеров, была построена усеченная дендрограмма, на которой явно выделяются два крупных хозяйства с порядковыми номерами 2123 и 2328, которые вошли в состав четвертого кластера (рисунок 2.2).

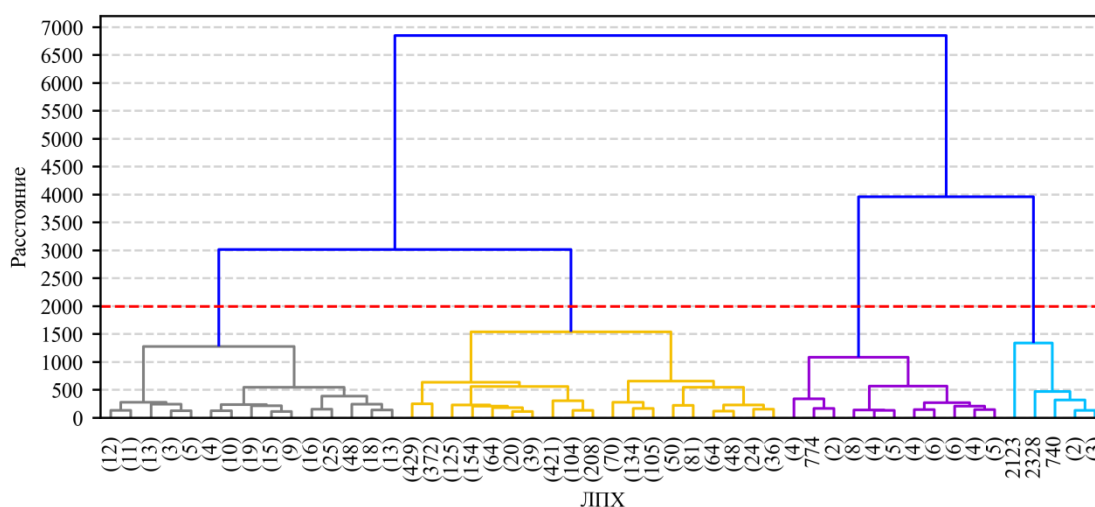


Рисунок 2.2 – Усеченная дендрограмма в результате иерархической кластеризации ЛПХ района Астраханской области, позволившая выявить и исключить резко выделяющиеся хозяйства (выбросы) с порядковыми номерами 2123, 2328

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

График функции объединения демонстрирует, что выбранный уровень отсечения кластеров на дендрограмме (при расстоянии 2000) соответствует резкому скачку, который по своей величине является вторым после максимального скачка на последнем шаге, объединившем два кластера (рисунок 2.3).

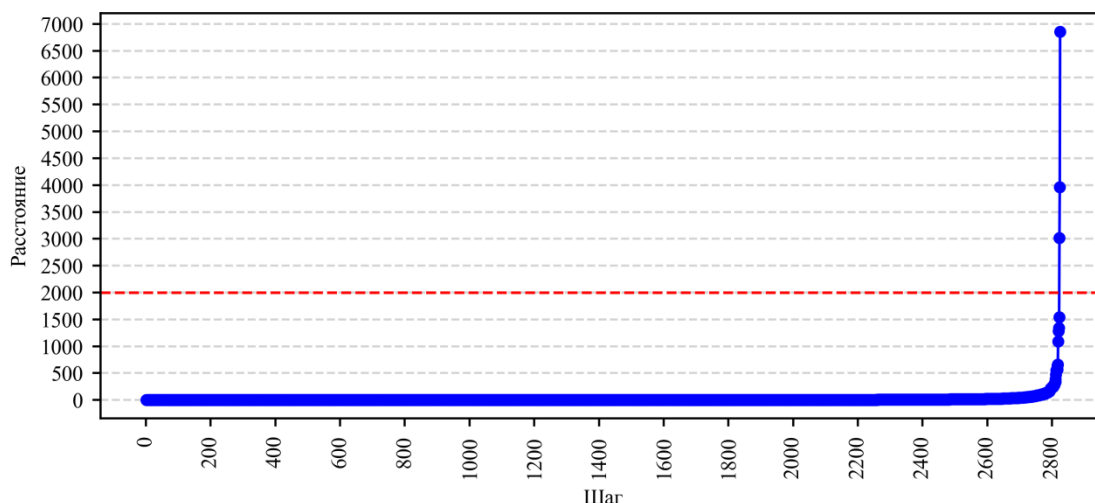


Рисунок 2.3 – График функции расстояния в результате иерархической кластеризации ЛПХ района Астраханской области
 Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

После исключения двух выбросов было вновь проведено нормирование исходных данных и применен метод иерархического кластерного анализа. По дендрограмме мы можем видеть, что выделяются уже 3 кластера (рисунок 2.4).

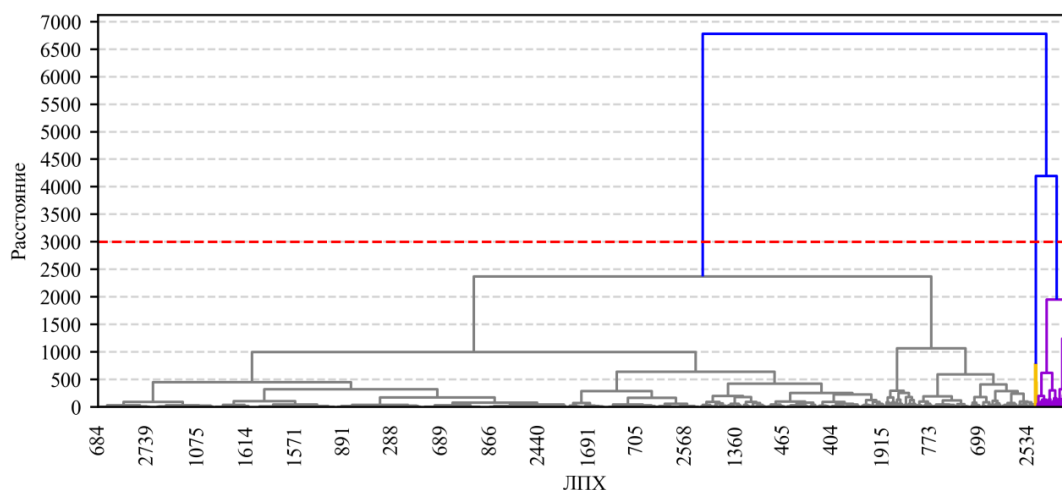


Рисунок 2.4 – Дендрограмма в результате иерархической кластеризации ЛПХ района Астраханской области после исключения двух выбросов
 Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

По усеченной дендрограмме выделяется выброс с порядковым номером 195 (рисунок 2.5).

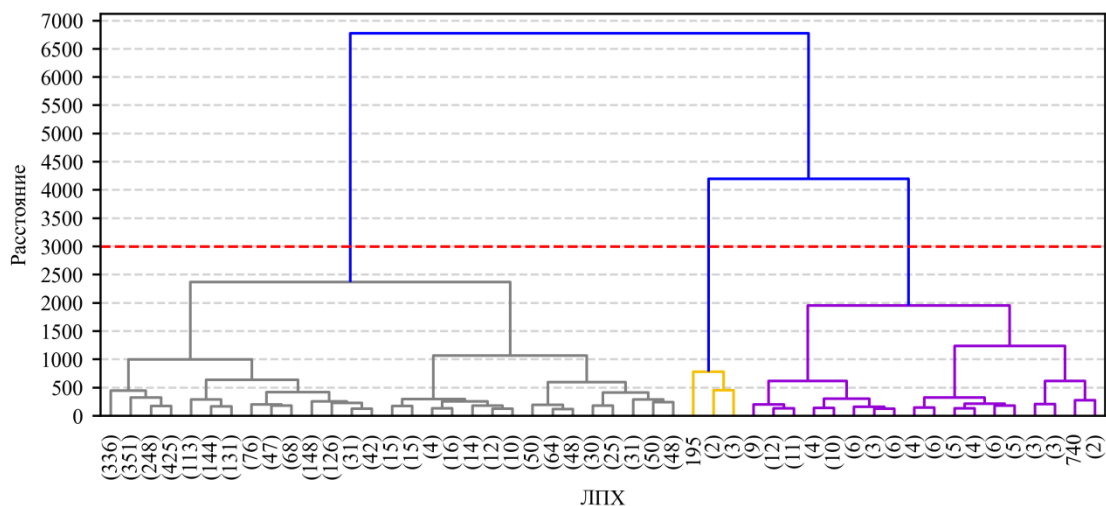


Рисунок 2.5 – Усеченная дендрограмма в результате иерархической кластеризации ЛПХ района Астраханской области после исключения двух выбросов, позволившая выявить и исключить резко выделяющееся ЛПХ с порядковым номером 195

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

График функции объединения показывает, что помимо выбранного уровня отсечения кластеров (при расстоянии 3000), допустимым уровнем для получения достаточного количества кластеров является значение 1500, однако скачок функции расстояния при таком уровне менее заметен (рисунок 2.6).

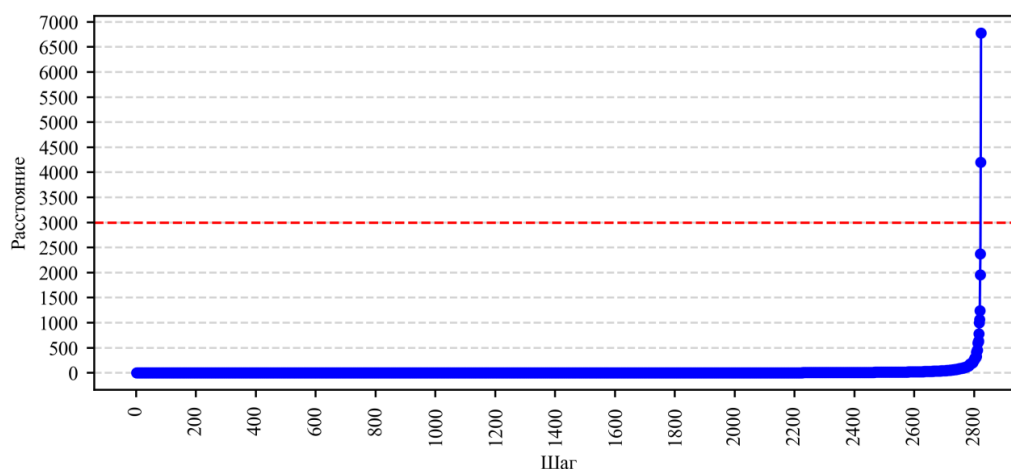


Рисунок 2.6 – График функции расстояния в результате иерархической кластеризации ЛПХ района Астраханской области после исключения двух выбросов

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Удельный вес выявленных выбросов составил 0,1% от размера подготовленной совокупности ЛПХ. После исключения выбросов для кластеризации подготовленного набора данных процедура нормирования данных была применена вновь.

Описательная статистика подготовленного набора данных после исключения трех нетипичных хозяйств представлена в таблице 2.1. По таблице 2.1 мы можем видеть, что по 5 из 7 признаков доминирует значение «0» для квантилей 0,25, 0,5 и 0,75. Как минимум 75% ЛПХ по признакам «Посевная площадь овощных и бахчевых культур» и «Площадь многолетних насаждений» характеризуются ненулевыми значениями. В соответствии с коэффициентом вариации (V), исследуемая совокупность ЛПХ является неоднородной по всем семи отобраным признакам, что подтверждает необходимость в проведении типизации хозяйств и выявлении более однородных групп.

Таблица 2.1 – Показатели центральной тенденции и вариации

Признак	Среднее, μ	Стандартное отклонение, σ	Коэффициент вариации, V	0,25-квантиль, $x_{0,25}$	Медиана (0,5-квантиль), $x_{0,5}$	0,75-квантиль, $x_{0,75}$
Площадь посевов с.-х. культур, м ² : картофель, v_{80}	56,8	524,2	9,2	0,0	0,0	0,0
овощные и бахчевые культуры открытого грунта, v_{81}	290,9	3577,0	12,3	20,0	80,0	145,0
Площадь многолетних насаждений, м ² , v_{13}	59,5	60,4	1,0	25,0	46,0	80,0
Поголовье с.-х. животных, голов: крупный рогатый скот, v_{128}	2,0	12,1	6,0	0,0	0,0	0,0
овцы, v_{145}	4,1	36,1	8,8	0,0	0,0	0,0
козы, v_{149}	0,3	3,6	12,5	0,0	0,0	0,0
птица, v_{153}	5,4	13,5	2,5	0,0	0,0	6,0

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

Дендрограмма, визуализирующая иерархическую структуру подготовленной совокупности ЛПХ, отражена на рисунке 2.7.

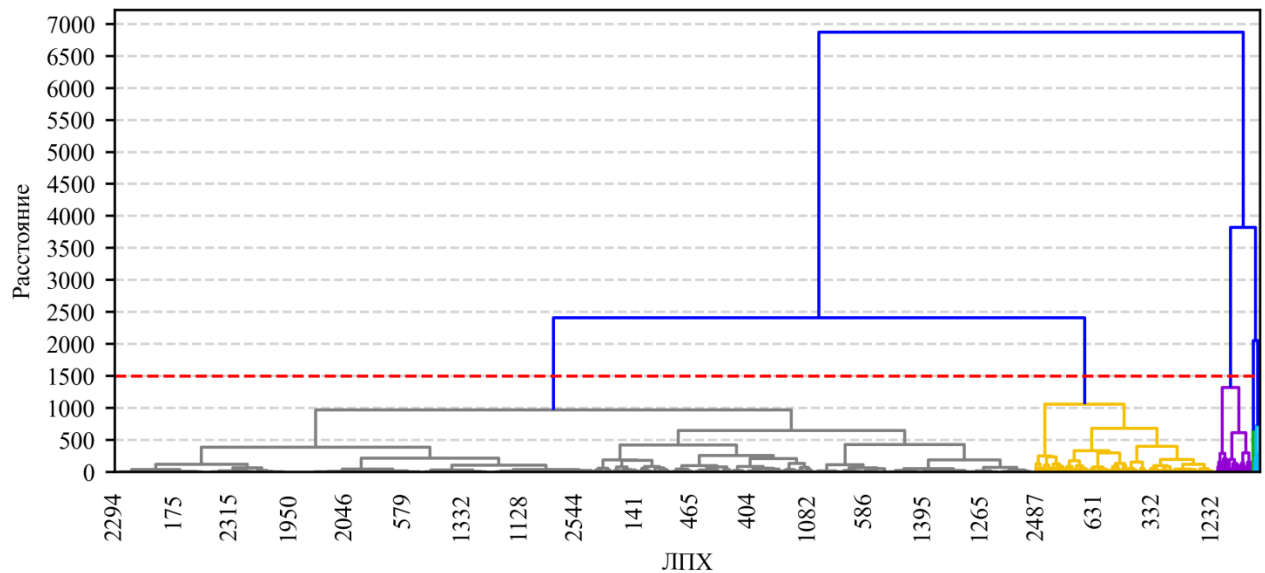


Рисунок 2.7 – Дендрограмма на основе совокупности ЛПХ района Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

На усеченной дендрограмме более отчетливо прослеживаются 5 кластеров (рисунок 2.8).

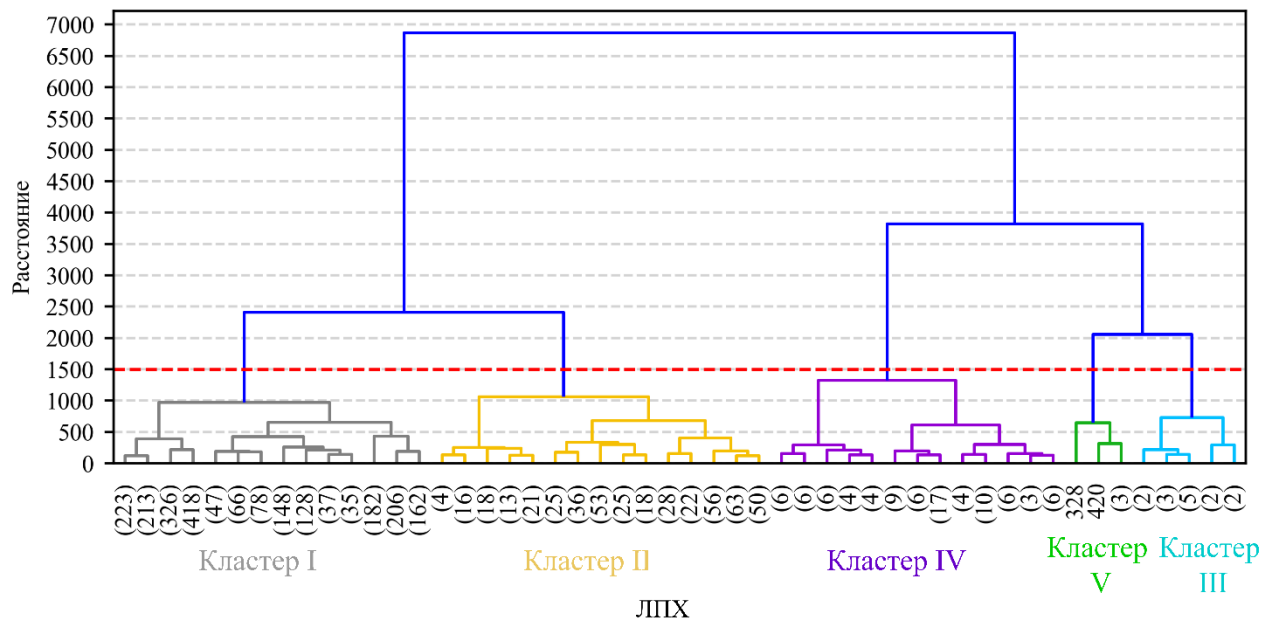


Рисунок 2.8 – Усеченная дендрограмма на основе совокупности ЛПХ района Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Скачки значений функции расстояния при объединении объектов или кластеров на последних шагах можно проследить по графику на рисунке 2.9.

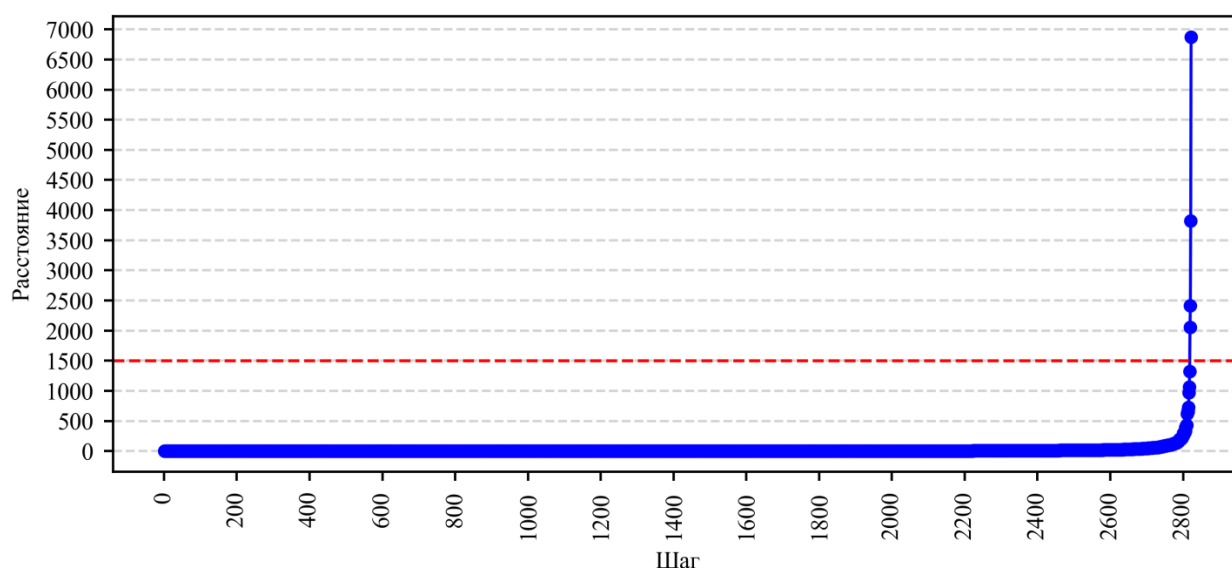


Рисунок 2.9 – График функции расстояния в результате иерархической кластеризации совокупности ЛПХ района Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

На основе построенных дендрограмм и графика функции расстояния, в соответствии с просматриваемым скачком при значении функции расстояния 1500, можно сделать предположение о том, что именно такой уровень функции расстояния является оптимальным для выделения кластеров. При этом скачки также наблюдаются на уровнях 2500, 4000 – выделение кластеров на таких уровнях позволит получить укрупненную группу наиболее крупных кластеров, выделенных на дендрограмме зеленым и оранжевым цветами и укрупненную группу трех остальных кластеров, являющихся малочисленными. Однако было установлено, что уже на уровне 2500 не выявляется кластер потребительских хозяйств среднего размера, а также кластеры крупных хозяйств различной специализации.

На основании вышеизложенного было принято решение в качестве уровня функции расстояния для формирования кластеров использовать значение 1500. В таком случае выделяются 5 кластеров, характеристика которых представлена в таблицах 2.3 и 2.4.

Дисперсионный анализ показал статистическую значимость различий между сформированными кластерами по всем отобранным признакам (таблица 2.2). В соответствии с фактическими значениями критерия F-Фишера, наибольшие различия между пятью кластерами наблюдаются по размерам

посевных площадей овощных и бахчевых культур открытого грунта ($F = 341,2$) и картофеля ($F = 314,4$). Рассчитанный коэффициент силуэта SC свидетельствует о качестве кластеризации выше среднего, его значение составило 0,523.

Таблица 2.2 – Дисперсионный анализ по результатам сформированных кластеров ЛПХ района Астраханской области

Признак	Число степеней своды, df	Объем вариации, sum_sq	Дисперсия, mean_sq	Фактическое значение F-критерия Фишера	Фактический уровень значимости F-критерия, p-value
Площадь посевов с.-х. культур, м ² : картофель, v ₈₀	4	871,1	217,8	314,4	0,000
овощные и бахчевые культуры открытого грунта, v ₈₁	4	921,1	230,3	341,2	0,000
Площадь многолетних насаждений, м ² , v ₁₃	4	597,1	149,3	189,0	0,000
Поголовье с.-х. животных, голов: крупный рогатый скот, v ₁₂₈	4	784,1	196,0	270,9	0,000
ОВЦЫ, v ₁₄₅	4	798,5	199,6	277,9	0,000
КОЗЫ, v ₁₄₉	4	749,1	187,3	254,5	0,000
птица, v ₁₅₃	4	637,2	159,3	205,4	0,000

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

Характеристика кластеров представлена в таблице 2.3. Характеристика кластеров в процентах к итогу представлена в таблице 2.4, отражающей вклад каждого кластера в общее значение признака по совокупности.

Было выделено 5 кластеров, отличающихся по размерам и специализации: наиболее многочисленный кластер малых потребительских ЛПХ (I), кластер средних потребительских ЛПХ (II), два кластера крупных (предположительно товарных) хозяйств различной специализации (кластеры III и IV), а также кластер наиболее крупных хозяйств (предположительно товарного типа) со смешанным сельским хозяйством (кластер V).

В кластер малых потребительских ЛПХ входят домохозяйства небольшого размера: средние значения всех признаков здесь наименьшие. За счет большой численности кластера I входящие в него хозяйства относительно всей

подготовленной совокупности суммарно имеют достаточно большие площади многолетних насаждений и сенокосов, а также поголовье свиней и птицы.

Таблица 2.3 – Характеристика сформированных кластеров ЛПХ района Астраханской области

Показатель	Тип хозяйств				
	Малые потребительские	Средние потребительские и	Крупные		Наиболее крупные
			смешанное сельское хозяйство	скотоводческое	
Номер кластера	I	II	III	IV	V
Число ЛПХ	2269	448	14	87	5
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:					
всего посевов под урожай,	1,2	5,5	134,5	3,5	486,1
в т. ч.: картофель	0,1	1,1	38,6	1,8	25,3
овощные и бахчевые культуры открытого грунта	1,1	4,4	95,9	1,7	460,8
сенокосы	0,0	-	-	-	4,0
пастбища	-	-	-	316,0	94,2
многолетние насаждения	0,5	1,2	1,5	0,9	1,0
Поголовье с.-х. животных, голов:					
скот крупный рогатый,	0,3	3,2	16,8	35,7	33,2
в т. ч.: скот молочный крупный рогатый (коровы)	0,2	1,2	0,4	5,3	10,0
свиньи	0,0	0,1	0,1	0,0	0,4
овцы	0,2	3,0	72,9	83,5	284,0
козы	0,0	0,5	9,3	3,0	39,2
птица	2,6	14,5	5,4	32,0	3,8

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Второй по численности кластер (II) включает хозяйства среднего размера. По сравнению с кластером I хозяйства кластера II имеют большую площадь посева картофеля, овощных и бахчевых, большую площадь многолетних насаждений. По показателям наличия поголовья животных хозяйства кластера II отличаются в большей степени, чем по показателям размеров посевных площадей и площадей многолетних насаждений: так, число голов КРС в кластере II больше на 292 головы (в расчете на 100 хозяйств), или в 8,9 раза, овец – на 281 голову (в 12,4 раза), птицы – на 1192 головы (в 4,6 раза). В оставшиеся кластеры вошло относительно небольшое число хозяйств, однако все они отличаются с точки зрения размера и специализации. Так, кластер III можно обозначить как

кластер крупных ЛПХ со смешанным сельским хозяйством, в котором занимаются как разведением сельскохозяйственных животных, так и выращиванием овощных и бахчевых культур, картофеля.

Таблица 2.4 – Характеристика сформированных кластеров ЛПХ района Астраханской области (в % к итогу)

Показатель	Тип хозяйств				
	Малые потребительские	Средние потребительские и	Крупные		Наиболее крупные
			смешанное сельское хозяйство	скотоводческие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V
Площадь посевов с.-х. культур, площадь пастбищ, м ² :					
всего посевов под урожай 2021 г.,	80,4	15,9	0,5	3,1	0,2
в т. ч.: картофель	27,9	25,1	19,2	3,1	24,7
овощные и бахчевые культуры открытого грунта	19,2	29,7	33,7	9,6	7,9
сенокосы	29,6	24,2	16,3	1,8	28,1
пастбища	45,7	-	-	-	54,3
многолетние насаждения	-	-	-	98,3	1,7
Поголовье с.-х. животных, голов:					
скот крупный рогатый,	62,3	31,8	1,2	4,4	0,3
в т. ч.: скот молочный крупный рогатый (коровы)	13,0	25,5	4,1	54,5	2,9
свины	26,6	38,1	0,3	31,6	3,4
овцы	63,9	31,6	1,5	1,5	1,5
козы	4,4	11,7	8,8	62,7	12,3
птица	2,0	25,5	16,1	32,1	24,3
птица	38,4	42,7	0,5	18,3	0,1

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

В кластере IV отчетливо прослеживается скотоводческая специализация: хозяйства данного кластера отличаются наибольшим поголовьем КРС и птицы. При этом хозяйствам кластера принадлежат почти все пастбища исследуемой совокупности ЛПХ.

Кластер V объединил наиболее крупные хозяйства, занимающиеся скотоводством и овцеводством, выращиванием овощных и бахчевых. По сравнению с кластером IV хозяйства кластера V имеют меньшее поголовье КРС (на 251 голову в расчете на 100 хозяйств, или на 7,0 %) и птицы (на 2815 голов,

или на 88,1 %), однако большее поголовье коров молочного направления (на 470 голов, или на 88,7 %), свиней (на 38 голов, или в 16,4 раза), овец (на 20 049 голов, или в 2,4 раза), коз (на 3623 головы, или в 12,2 раза). По площадям посева кластер V наиболее схож с кластером III, по сравнению с которым хозяйства кластера V имеют большую площадь посева овощных и бахчевых (на 3,6 га или в 3,8 раза), но меньшую площадь картофеля (на 0,1 га или на 34,5 %) [17].

Получаемая иерархия объектов и их групп в результате агломеративной кластеризации позволяет выделять разные кластеры, применяя агрегирование или декомпозицию на фрагментах дендрограммы. Например, в соответствии с рисунком 2.8 наиболее многочисленный кластер I можно разбить на 2 или 3 подкластера с целью выявления типических групп среди малых хозяйств [16].

В результате анализа относительно небольшой совокупности ЛПХ одного из районов Астраханской области были выявлены закономерности, которые могут быть справедливы и для больших совокупностей хозяйств, как минимум на уровне всей области. Во-первых, выявлено 1500 (или 34,7% от исходной отобранной совокупности) резидентских ЛПХ и 3 (или 0,1% от подготовленной совокупности) наиболее крупных нетипичных хозяйства. Во-вторых, сформировано 5 типических групп хозяйств, отличающихся размером и специализацией. Для проверки данной гипотезы необходимо разработать и апробировать методики типизации ЛПХ Астраханской области, учитывая, что при исследовании больших совокупностей объектов применение метода иерархической кластеризации может быть менее эффективно из-за объемных вычислений для формирования матриц связей и сложностей при построении и интерпретации дендрограмм.

2.2 Сравнительный анализ методов кластеризации для выделения производственных типов личных подсобных хозяйств

С целью обоснования метода кластеризации для выделения типов личных подсобных хозяйств на региональном уровне был проведен сравнительный анализ наиболее популярных и эффективных методов, таких как метод K -средних и его отдельные вариации (K -медиан, K -медоид, Bisecting K -средних), методы кластеризации на основе оценки плотности (Mean Shift, DBSCAN, HDBSCAN, OPTICS), методы, представляющие совокупность объектов в виде графовых структур и матриц сходства (Affinity Propagation, спектральная кластеризация), иерархический метод на основе деревьев (BIRCH), а также метод, предполагающий оценку параметров распределений (модель гауссовой смеси на основе ЕМ-алгоритма) [29].

Полученная в результате иерархического анализа (агломеративного кластерного анализа на основе метода Варда) информация о числе кластеров использовалась при кластеризации методами K -средних, K -медиан, K -медоид, Bisecting K -средних, Спектральная кластеризация, BIRCH и Модели гауссовой смеси. Перед применением методов кластеризации исходные данные были стандартизированы в соответствии с формулой (1.3).

Кластеризация осуществлялась на основе семи признаков, отобранных в предыдущем разделе. Ее качество оценивалось с использованием дисперсионного анализа, проводимого по каждому признаку отдельно, а также системы показателей, включающей коэффициенты вариации, коэффициент силуэта, долю внутригрупповой дисперсии по отношению к общей дисперсии и коэффициент детерминации.

Для того чтобы определить, насколько уменьшилась вариация в результате проведения кластерного анализа, была рассчитана доля внутригрупповой дисперсии по отношению к общей дисперсии (Variance Reduction Score, VRS) и коэффициент детерминации как доля межгрупповой дисперсии в общей дисперсии (η^2) для оценки межгрупповых различий [275, 67]. Помимо этого, для оценки качества кластеризации был проведен дисперсионный анализ по

каждому признаку и рассчитан коэффициент силуэта (англ. Silhouette Coefficient, SC), одновременно учитывающий межгрупповую и внутригрупповую вариацию, свидетельствующий о высоком качестве кластеризации при значениях, близких к 1, и о низком качестве – при значениях, близких к 0 [331].

Для оценки вариации в многомерном пространстве был рассчитан интегральный показатель, объединяющий семь отобранных признаков наличия ресурсов, как многомерная средняя на основе отношений значений признаков к средним значениям этих признаков [67, с. 192]:

$$\bar{p} = \sum_{j=1}^m \left(\frac{x_{ij}}{\bar{x}_j} \right) : m, \quad (2.2.1)$$

где $\bar{p}$ – многомерная средняя,

m – число признаков.

Сравнение результатов применения отобранных методов с точки зрения уменьшения вариации проведено на основе коэффициентов вариации интегрального показателя наличия ресурсов. Для оценки вариации по всей исходной совокупности ЛПХ рассчитан общий коэффициент вариации $V_{\text{общ.}}$, для оценки вариации внутри кластеров – внутригрупповой коэффициент вариации $V_{\text{внг.}}$ в соответствии с формулами (2.1), (2.2):

$$V_{\text{общ.}} = \frac{\sigma_x}{\bar{x}}, \quad (2.1)$$

где σ_x – среднее квадратическое отклонение признака,

$\bar{x}$ – среднее значение признака.

$$V_{\text{внг.}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (n_i \cdot \sigma_{x_i}^2)}{N}} : \bar{x}, \quad (2.2)$$

где k – число кластеров,

n_i – число ЛПХ в кластере i ,

$\sigma_{x_i}^2$ – дисперсия интегрального показателя в кластере i ,

N – общее число ЛПХ в совокупности.

Результаты применения отобранных методов представлены в таблице 2.5, которая содержит значения коэффициента силуэта (SC), фактические значения

критерия F -Фишера (F) для семи выбранных признаков, значения коэффициентов внутригрупповой вариации многомерной средней ($V_{\text{внг.}}$), долю внутригрупповой дисперсии по отношению к общей дисперсии (VRS) и коэффициент детерминации, показывающий долю дисперсии, объясненную вариацией отобранных факторов (η^2).

Коэффициент общей вариации $V_{\text{общ.}} = 3,60$, что свидетельствует о значительной неоднородности совокупности.

Достаточное число кластеров было получено в результате применения методов K -средних, K -медиан, K -медоид, Bisecting K -средних, BIRCH, модели гауссовой смеси, предполагающих выбор числа кластеров исследователем, что соответствует пяти выделенным кластерам в результате иерархической кластеризации (AW), реализованной в разделе 2.1 диссертационного исследования.

Методы DBSCAN, спектральная кластеризация выделили менее 5 кластеров, при этом в один кластер объединены более 90% хозяйств в случае DBSCAN и практически все хозяйства (более 99%) в случае спектральной кластеризации, что говорит о неудовлетворительных результатах кластеризации. И хотя значение коэффициента силуэта выше, по сравнению с методом иерархической кластеризации, внутригрупповая вариация близка к общей (доля внутригрупповой вариации составляет 80% от общей), а различия по 5 из 7 показателей оказались статистически незначимыми.

Таблица 2.5 – Результаты применения методов кластерного анализа для типизации ЛПХ района Астраханской области

Характеристика	Методы кластерного анализа												
	агломератив- ная кластеризация на основе метода Варда	вариации метода <i>K</i> -средних				на основе оценки плотности				на основе графовых структур и матриц сходства		иерар- хичес- кий на основе дере- вьев	на основе оценки пара- метров распре- делений
		AW	<i>K</i> -средних	<i>K</i> -медиан	<i>K</i> -медоид	Bisecting <i>K</i> -средних	MS	DBSCAN	HDBSCAN	OPTICS	AP	SpC	BIRCH
Число кластеров, <i>k</i>	5	5	5	5	5	77	3	161	175	375	2	5	5
Удельный вес ЛПХ самого многочисленного кластера в общей численности, %	80,38	74,46	98,51	24,66	89,27	90,22	91,29	42,69	46,37	14,59	99,97	97,80	75,56
<i>SC</i>	0,52	0,48	0,81	0,10	0,61	0,51	0,62	0,01	-0,03	0,28	0,95	0,83	0,28
<i>F</i> (<i>v</i> ₁)	306,4	214,6	1,8*	0,6*	152,4	23,8	79,2	22,8	27,8	1,3*	704,0	2024,3	73,3
<i>F</i> (<i>v</i> ₂)	182,2	22,0	20,3	0,2*	34,9	21,1	74,3	9,3	2,6*	6,7	1490,7	357,1	18,5
<i>F</i> (<i>v</i> ₃)	488,7	507,4	14,1	185,7	131,2	51,6	98,7	177,2	0,7*	161,9	4,0*	3,8*	50,4
<i>F</i> (<i>v</i> ₄)	581,6	531,9	6514,0	0,0*	263,7	175,6	716,1	61,0	1,6*	40,7	0,0*	727,7	131,5
<i>F</i> (<i>v</i> ₅)	516,5	368,4	95,6	0,0*	1571,1	304,8	400,9	27,8	23,3	0,0*	0,0*	340,4	130,4
<i>F</i> (<i>v</i> ₆)	300,7	76,2	92,5	7,2	6,8	129,1	202,7	13,9	4,8	0,1*	0,0*	66,2	2,2*
<i>F</i> (<i>v</i> ₇)	595,1	704,7	0,0*	684,2	887,7	572,0	464,2	282,2	32,9	0,1*	0,2*	0,7*	257,1
<i>V</i> _{внг.}	1,37	2,81	2,35	3,57	2,43	0,42	2,98	3,28	3,25	0,17	3,22	1,86	2,81
<i>VRS</i>	0,15	0,61	0,42	0,98	0,45	0,01	0,68	0,83	0,82	0,00	0,80	0,27	0,61
<i>η</i> ²	0,85	0,39	0,58	0,02	0,55	0,99	0,32	0,17	0,18	1,00	0,20	0,73	0,39

* – фактическое значение критерия F-Фишера не превышает критическое при уровне значимости 0,05

Источник: рассчитано авторами по результатам СХМП-2021

Чрезмерно большое число кластеров было выделено в результате применения методов Mean Shift, HDBSCAN, OPTICS, Affinity Propagation, что говорит о незначительных различиях между группами и о неприменимости группировки в целом.

При этом в результате работы метода Mean Shift в наибольший кластер вошло слишком много хозяйств, различия между кластерами, выделенными методами OPTICS и Affinity Propagation, по некоторым признакам статистически незначимы, а внутригрупповая вариация после применения HDBSCAN осталась крайне высокой.

Статистически незначимые различия по признакам оказались и в результате применения метода BIRCH, при этом наиболее многочисленный кластер объединил практически все хозяйства.

Результаты применения GM схожи с кластеризацией классическим методом *K*-средних, однако в наиболее многочисленный кластер вошло несколько больше хозяйств, коэффициент силуэта значительно меньше, а различия по одному из признаков статистически незначимы.

Результаты реализации методов *K*-медиан и *K*-медоид оказались неудовлетворительными: различия по отдельным признакам оказались незначимы, при этом метод *K*-медиан хоть и позволил получить большой коэффициент силуэта, но сформировал кластер, в который вошли почти все хозяйства; метод *K*-медоид выделил примерно одинаковые по размеру кластеры, однако это не привело к существенному уменьшению вариации, а коэффициент силуэта свидетельствует о низком качестве кластеризации.

Метод Bisecting *K*-средних, по сравнению с *K*-средних, позволил получить классификацию лучшего качества с точки зрения коэффициента силуэта и уровня внутригрупповой вариации, однако разница представляется не настолько значительной, если учитывать, что размер наибольшего кластера превышает почти на 15% размер соответствующего кластера, полученного методом *K*-средних, приводя к ситуации, когда почти 90% ЛПХ входят в один кластер.

При рассмотрении результатов агломеративного (иерархического) кластерного анализа в качестве основных, наиболее схожие и приемлемые

результаты получены с помощью классического метода *K*-средних, учитывая разницу между общей и внутригрупповой вариацией, коэффициент силуэта и результаты дисперсионного анализа. На основе вышеизложенного и учитывая низкую эффективность иерархического кластерного анализа при обработке большой совокупности объектов, для типизации ЛПХ на уровне региона было отдано предпочтение классическому методу *K*-средних.

Таким образом, на основе показателей оценки качества кластеризации установлено, что для совокупностей ЛПХ в наибольшей степени снизить уровень вариации позволяют классические методы (иерархический кластерный анализ – в случае изучения совокупности ЛПХ на уровне отдельных поселений региона, и метод *K*-средних – при изучении совокупности ЛПХ на уровне региона или страны в целом), обеспечивающие статистическую достоверность различий между группами по всем отобранным показателям [29].

В результате апробации методики, предложенной в пункте 2.1, можно сделать вывод о том, что построенные дендрограммы по относительно большой совокупности ЛПХ, включающей несколько тысяч хозяйств (до 3 000 единиц), относительно сложны для интерпретации результатов кластеризации и выявления кластеров. Поэтому для случаев, когда число единиц наблюдения исследуемой совокупности гораздо выше – десятки и сотни тысяч единиц, классический метод итерационного кластерного анализа *K*-средних представляется более предпочтительным.

2.3 Выделение производственных типов личных подсобных хозяйств на региональном уровне с применением многомерных статистических методов

Для выявления наиболее крупных ЛПХ различной специализации, которые, как правило, значительно отличаются от хозяйств стандартного размера (в частности, малых и средних), требуется обнаружение аномалий и выбросов среди объектов статистической совокупности. В данном разделе рассмотрен метод сокращения пространства признаков перед выявлением типов личных подсобных хозяйств методом *K*-средних, позволяющий также выявить

наиболее нетипичные крупные хозяйства. Он предполагает проведение факторного анализа, в результате которого формируются факторы, каждый из которых объединяет несколько исходных признаков.

Предлагаемая методика типизации ЛПХ на основе факторного анализа включает 5 этапов, представленных в разделе 1.3. Методика апробирована при анализе совокупности 129 383 личных подсобных хозяйств Астраханской области, характеризующихся признаками, учтенными в сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. [157, 17].

В соответствии с первым этапом предлагаемой методики на основе имеющихся статистических данных были отобраны следующие признаки наличия ресурсов:

- площадь используемых сельскохозяйственных угодий, включая площади посевов сельскохозяйственных культур, в арах (а): картофеля (v_1), овощных и бахчевых (v_2), кормовых культур (v_3); площади сенокосов (v_4), пастбищ (v_5) и многолетних насаждений (v_6);
- поголовье сельскохозяйственных животных: крупного рогатого скота (v_7), свиней (v_8), овец (v_9), коз (v_{10}), птицы (v_{11}).

Второй этап методики предполагает предварительную обработку исходных данных и получение описательной статистики по изучаемым признакам. После исключения хозяйств с нулевыми значениями одновременно по всем отобранным признакам (48 443 хозяйства) и ЛПХ, не имеющих площади посевов сельскохозяйственных культур (24 494 хозяйства), была получена совокупность, включающая 56 446 ЛПХ. Для подготовленной совокупности были рассчитаны показатели центральной тенденции – среднее значение и медиана, вариации (коэффициент вариации, V) и формы распределения (коэффициенты асимметрии (англ. *Skewness*, S) и эксцесса (англ. *Excess Kurtosis*, EK); при этом для нормального распределения $EK = 0$ [319] (таблица Г.1 приложения Г) [31].

Важность изучения формы распределения признаков обусловлена тем, что признаки, имеющие скошенное распределение и сильную вариацию, значительно влияют на качество кластеризации. Судя по медиане, достаточно

много хозяйств имеют нулевые значения по большинству признаков: как минимум половина хозяйств не имеют посевов картофеля, не занимаются разведением крупного рогатого скота, свиней, овец, коз и птицы. Одним из методических подходов к типизации статистической совокупности хозяйств, в которую входят подобные единицы наблюдения, является предварительное исключение наименее экономически активных хозяйств из статистического наблюдения [208].

По всем отобранным признакам наблюдается очень высокая интенсивность вариации, коэффициент асимметрии S положительный, его значения свидетельствуют о сильной правосторонней скошенности, коэффициент эксцесса EK показывает сильную островершинность распределений. Применение кластерного анализа ко всей совокупности хозяйств приведет к получению результатов низкого качества без выявления специализации в разрезе кластеров, а исключение всех резко отличающихся единиц наблюдения при использовании методического подхода на основе IQR приведет к существенной потере информации: к выбросам должно быть отнесено 27 919 (49,46%) ЛПХ, вышедших за пределы верхней границы. В этой связи на основе анализа точечных диаграмм была исключена лишь небольшая часть наиболее резко выделяющихся хозяйств (56 ЛПХ, или 0,1% от общего числа совокупности), которая в дальнейшем была изучена отдельно. Эмпирическим путем было установлено, что при исключении такой доли объектов интерпретируемость результатов кластерного анализа значительно повышается. Помимо этого, именно такая доля выбросов была установлена в результате разведочного иерархического кластерного анализа, проведенного в разделе 2.1.

На третьем этапе проводится факторный анализ подготовленной совокупности данных, который позволяет сократить количество признаков для кластерного анализа. При этом предполагается, что для учета специализации на производстве разного вида сельскохозяйственной продукции необходимо использовать как можно больше признаков. Однако результаты факторного анализа на основе изначально отобранных признаков не позволяют выявить

интерпретируемые факторы, объясняющие значительную долю дисперсии. На основе анализа коэффициентов корреляции между получаемыми факторами и исходными признаками, показателей вариации и формы распределения для факторного анализа были отобраны 7 признаков: площадь посевов картофеля (v_1), овощных и бахчевых культур (v_2), кормовых культур (v_3), поголовье крупного рогатого скота (v_7), свиней (v_8), овец (v_9) и птицы (v_{11}).

Основываясь на находящемся на среднем уровне значении критерия KMO (0,523), а также на тесте Бартлетта, в соответствии с которым при уровне значимости менее 0,01 по критерию χ^2 (фактическое значение равно 4090,97) принимается альтернативная гипотеза о том, что корреляционная матрица не является единичной, можно сделать вывод о соответствии совокупности хозяйств с выбранным набором признаков минимальным требованиям к проведению факторного анализа.

По матрице объясненной суммарной дисперсии установлено, что оптимальное количество факторов равно трем: собственное значение трех факторов превышает единицу, при этом кумулятивный процент долей дисперсии равен 49,4%, т. е. такое количество факторов объясняет почти половину общей дисперсии стандартизированных значений исходных признаков, равной 7 (дисперсия стандартизированных значений каждого признака равна 1) (таблица 2.6) [31].

Таблица 2.6 – Матрица объясненной суммарной дисперсии для факторов по совокупности ЛПХ Астраханской области

Фактор (Factor)	Собственное значение фактора (Eigenvalues)	Доля дисперсии в % (% of Variance)	Кумулятивная доля дисперсии в % (Cumulative %)
1	1,248	17,8	17,8
2	1,134	16,2	34,0
3	1,078	15,4	49,4
4	0,951	13,6	63,0
5	0,910	13,0	76,0
6	0,862	12,3	88,3
7	0,818	11,7	100,0

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Матрица факторных нагрузок после процедуры вращения представлена в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Матрица факторных нагрузок для совокупности ЛПХ Астраханской области после вращения методом «varimax»

Признак	Фактор		
	F1	F2	F3
Поголовье крупного рогатого скота	0,73	0,01	0,09
Поголовье овец	0,62	0,06	0,04
Площадь посева кормовых культур	0,56	-0,05	-0,08
Поголовье свиней	0,00	0,75	0,03
Поголовье птицы	0,01	0,75	-0,03
Площадь посева овощных и бахчевых культур	0,02	-0,03	0,74
Площадь посева картофеля	0,00	0,03	0,73

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Для совокупности ЛПХ Астраханской области был сформирован фактор F1, отражающий специализацию на скотоводстве и овцеводстве, фактор F2 – на свиноводстве и птицеводстве, а фактор F3 – на растениеводстве (картофелеводстве и выращивании овощей и бахчевых).

На четвертом этапе проводится кластерный анализ на основе сформированных факторов. Для проведения кластеризации был выбран классический метод *K*-средних, как один из наиболее часто применяемых и универсальных, результаты применения которого, как было показано в разделе 2.2, оказались наиболее близки к результатам иерархической кластеризации и позволили в достаточной степени уменьшить вариацию признаков. Подбор числа кластеров (*k*) осуществлялся путем проведения кластерного анализа для различных его значений в диапазоне от 2 до 15 с оценкой метрик кластеризации *SC*, *DB*, *CH* (рисунок Г.1 приложения Г).

Для ЛПХ Астраханской области метрика *SC* для всех *k* превышает значение 0,8, при этом для *k* = 2 значение *SC* наибольшее и находится в пределах 0,95, для *k* от 3 до 6 значение метрики *SC* по-прежнему большое и находится в пределах 0,9. Наименьшие значения метрики *DB* достигаются при *k*, равном 2, 8, 9 и 10, однако такое количество кластеров слишком велико для выделения достаточно многочисленных и коренным образом различающихся между собой типических групп. При этом, если рассматривать первые 7 точек, наименьшее *DB* достигается при *k* = 2, *k* = 4, *k* = 5. Точка изгиба по метрике *CH* прослеживается при *k* = 4.

Исходя из вышеизложенного, для достижения оптимального разбиения в качестве числа кластеров было выбрано $k = 5$ как усредненное оптимальное число кластеров с учетом наилучших значений метрик. Значения метрик при $k = 5$ представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Метрики качества кластерного анализа ЛПХ Астраханской области методом K -средних на основе факторов

Метрика	Значение
Коэффициент силуэта, SC	0,889
Индекс Дэвиса-Боулдина, DB	0,542
Индекс Калински-Харабаса CH	28834,4

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о статистической значимости различий между сформированными кластерами при уровне значимости меньше 0,1% (таблица 2.9). В соответствии с фактическим значением критерия F -Фишера, наибольшие различия между кластерами ЛПХ Астраханской области наблюдаются по фактору F_3 , наименьшие – F_1 .

Таблица 2.9 – Дисперсионный анализ

Фактор	Число степеней свободы	Объем вариации	Дисперсия	Фактическое значение F -критерия Фишера	Фактический уровень значимости F -критерия, p -value
F_1	4	32551,4	8137,9	19248,3	0,000
F_2	4	33060,7	8265,2	19976,2	0,000
F_3	4	48011,0	12002,7	80770,3	0,000

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Пятый этап методики связан с описанием сформированных типических групп хозяйств (кластеров). В таблице 2.10 представлена характеристика сформированных кластеров ЛПХ Астраханской области.

Как видно из таблицы 2.10, кластеры были сформированы с учетом размера и специализации. В целом прослеживается животноводческая направленность малых и средних ЛПХ, при этом лишь часть средних ЛПХ и малочисленная группа крупных ЛПХ имеют растениеводческую направленность. Кластер I является наиболее многочисленным и включает

малые потребительские и резидентские ЛПХ, составляющие 96,9% от общей совокупности, кластер II включает средние потребительские хозяйства скотоводческой направленности. К предположительно товарным можно отнести два типа средних (кластер III) и крупных (кластер V) ЛПХ со смешанным сельским хозяйством, специализирующихся на выращивании овощных и бахчевых, картофелеводстве, скотоводстве и овцеводстве, а также крупные животноводческие ЛПХ с выраженной специализацией на скотоводстве и овцеводстве (кластер IV).

Таблица 2.10 – Характеристика сформированных кластеров ЛПХ Астраханской области

Признак	Тип хозяйств				
	Малые потребительские и резидентские	Средние потребительские скотоводческой направленности	Средние со смешанным сельским хозяйством	Крупные скотоводческие и овцеводческие	Крупные со смешанным сельским хозяйством
Номер кластера	I	II	III	IV	V
Число ЛПХ	54674	1247	203	233	33
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:					
всего посевов под урожай,	3,1	4,7	681,4	38,2	2340,3
в т. ч.: картофель	0,3	0,8	122,2	3,0	453,0
овощные и бахчевые открытого грунта	2,6	3,8	559,1	11,6	1887,4
кормовые	0,0	0,0	-	23,6	-
сенокосы	22,4	36,6	342,3	1122,9	160,1
пастбища	16,0	65,7	203,3	2310,3	145,5
многолетние насаждения	0,5	0,9	0,5	0,5	0,6
Поголовье с.-х. животных, голов:					
скот крупный рогатый,	1,4	2,0	3,9	126,3	21,0
в т. ч.: скот молочный крупный рогатый (коровы)	0,4	0,6	0,9	28,4	4,7
свиньи	0,0	1,0	0,1	0,0	-
овцы	1,1	4,4	8,3	238,9	2,9
козы	0,1	0,5	0,3	2,2	1,5
птица	2,0	34,2	2,1	2,5	1,7

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Наиболее крупные ЛПХ, изначально выделенные в отдельную группу, были разделены на типы с учетом их направленности: скотоводческие; скотоводческие и овцеводческие; козоводческие и овцеводческие; хозяйства со смешанным сельским хозяйством: выращивание овощных и бахчевых, картофелеводство, скотоводство и овцеводство (таблица 2.11).

Таблица 2.11 – Характеристика типических групп наиболее крупных ЛПХ Астраханской области

Признак	Тип хозяйств			
	Скотоводство	Скотоводство и овцеводство	Козоводство и овцеводство	Смешанное сельское хозяйство
Номер кластера	VI	VII	VIII	IX
Число ЛПХ	15	21	11	9
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:				
всего посевов под урожай,	467,6	1112,6	703,2	4934,6
в т. ч.: картофель	0,2	4,8	519,7	1416,7
овощные и бахчевые открытого грунта	0,7	703,0	183,5	3517,9
кормовые	466,7	404,8	-	-
сенокосы	6785,6	14941,3	54545,5	-
пастбища	19493,5	32324,9	13815,5	3560,7
многолетние насаждения	0,4	0,5	0,6	3,9
Поголовье с.-х. животных, голов:				
скот крупный рогатый,	258,3	158,3	2,7	15,0
в т. ч.: скот молочный крупный рогатый (коровы)	107,9	45,2	0,9	9,0
свиньи	0,1	0,7	3,2	-
овцы	1,7	530,7	619,9	5,6
козы	3,3	20,6	78,5	-
птица	7,9	2,5	2,6	-

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Визуализация кластеров хозяйств в соответствии со значениями факторов F1, F2, F3 представлена с использованием точечных трехмерных диаграмм: на рисунке Г.2-а приложения Г отражена вся совокупность хозяйств (56 446 единиц), включая 56 особо крупных хозяйств, выявленных с использованием методического подхода на основе *IQR* (на диаграмме соответствующие им точки

имеют красный цвет и представляют собой кластеры VI-IX); на рисунке Г.2-б представлена совокупность хозяйств без особо крупных ЛПХ (56 390 единиц).

По графикам мы видим, что в качестве выбросов были диагностированы наиболее отдаленные точки от их основного скопления в правой нижней части трехмерной оси координат; дополнительно к группе особо крупных ЛПХ были отнесены хозяйства, имеющие высокие значения фактора F1 (специализацию на скотоводстве и овцеводстве) и входящие в область кластера IV (крупные животноводческие ЛПХ с выраженной специализацией на скотоводстве и овцеводстве), а также высокие значения фактора F3 (специализация на картофелеводстве, выращивании овощей и бахчевых), входящие в область кластера III (средние ЛПХ со смешанным сельским хозяйством, специализирующиеся на выращивании овощных и бахчевых культур, картофелеводстве, скотоводстве и овцеводстве).

Применение факторного анализа для сокращения признакового пространства накладывает значительные ограничения на количество исходных признаков. При этом на основе полученных в предыдущем разделе результатов кластеризации можно сделать предположение, что кластер малых потребительских и резидентских ЛПХ включает в себя как минимум два многочисленных подкластера, которые следует изучать отдельно: кластер резидентских ЛПХ, не производящих сельскохозяйственную продукцию, и кластер потребительских ЛПХ, производящих небольшие объемы сельскохозяйственной продукции преимущественно для собственного потребления.

В настоящем разделе представлена методика типизации личных подсобных хозяйств, в рамках которой на начальных этапах резидентские ЛПХ исключаются из анализируемой совокупности и представляются в виде отдельного кластера. Предлагаемая методика основывается на ином методе сокращения пространства признаков, предполагающим расчет многомерных средних, что позволяет одновременно учесть значительно большее число признаков при классификации объектов. Как было указано в разделе 1.3, разработанная методика выявления типических групп личных подсобных

хозяйств на основе метода *K*-средних и расчета многомерных средних для сокращения пространства признаков состоит из следующих этапов: 1. Предварительная обработка статистических данных. 2. Исключение резидентских ЛПХ. 3. Уменьшение размерности пространства признаков (на основе факторного анализа или расчета многомерных средних). 4. Исключение выбросов. 5. Кластерный анализ. 6. Характеристика выделенных групп ЛПХ. Методика апробирована на той же статистической совокупности личных подсобных хозяйств Астраханской области, которая использовалась в разделе 2.3.

На первом этапе методики при исследовании набора данных было обнаружено, что 69 показателей для всех единиц наблюдения равны нулю, поэтому эти показатели были исключены из набора данных. В результате обработки исходных данных был сформирован новый набор данных в виде таблицы, имеющей 129 383 строки и 166 столбцов. Каждый столбец соответствует одному показателю.

На основе анализа тепловых карт парных коэффициентов корреляции Пирсона, вариации признаков и доли ненулевых значений для объектов совокупности было отобрано 17 наиболее важных показателей (таблица 2.12).

На втором этапе методики были выявлены резидентские ЛПХ, характеризующиеся нулевыми значениями по всем 17 отобранным признакам – их численность составила 48 591 хозяйство (или 37,6% от подготовленной совокупности). После их исключения набор данных включает 80 792 ЛПХ.

На третьем этапе методики отобранные показатели были разделены на 2 группы, характеризующие развитие растениеводства и животноводства. По получившимся группам рассчитаны многомерные средние, что привело к сокращению пространства признаков и позволило в том числе визуализировать результаты кластерного анализа на основе двумерной точечной диаграммы.

Состав многомерных средних, обобщающих выбранные показатели, представлен в таблице 2.12. Первая многомерная средняя (ММ1) включает 9 показателей размера посевных площадей и площадей многолетних насаждений.

Вторая многомерная средняя (ММ2) состоит из 8 показателей наличия поголовья сельскохозяйственных животных.

Таблица 2.12 – Состав многомерных средних ММ1, ММ2, обобщающих отобранные показатели ЛПХ Астраханской области

Усл. обозн.	Показатели размера посевных площадей и площадей многолетних насаждений (в м ²), ММ1	Усл. обозн.	Показатели наличия поголовья сельскохозяйственных животных (голов), ММ2
V80	картофеля	V128	крупный рогатый скот
V81	овощных и бахчевых культур	V142	свиней
V104	кормовых	V145	овец
V208	овощей закрытого грунта	V149	коз
V210	семечковых	V153	птицы
V214	косточковых	V172	лошадей
V222	орехоплодных	V178	верблюдов
V226	субтропических	V182	кроликов
V236	ягодников	-	-
V242	виноградников	-	-

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Для расчета многомерных средних исходные значения признаков были стандартизированы в соответствии с формулой (1.3).

На четвертом этапе методики были выявлены и исключены выбросы с использованием разработанного методического подхода к выявлению резидентских ЛПХ и наиболее крупных хозяйств (предположительно товарного типа) на основе обобщенных признаков (схема методики отражена на рисунке 1.6). К выбросам было отнесено 80 ЛПХ (или 0,1% от численности совокупности). Подготовленный для кластерного анализа набор данных включает 80 712 ЛПХ и 17 показателей, для которых была рассчитана описательная статистика (таблица 2.13).

Таблица 2.13 – Показатели центральной тенденции и вариации отобранных показателей ЛПХ Астраханской области

Признак		Среднее	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	0,25-квантиль	Медиана (0,5-квантиль)	0,75-квантиль
		μ	σ	V	$X_{0,25}$	$X_{0,5}$	$X_{0,75}$
Площадь посевов с.-х. культур, многолетних насаждений м ² :							
V ₈₀	картофель	74,9	1966,5	26,3	-	-	-
V ₈₁	овощные и бахчевые культуры открытого грунта	409,2	6858,3	16,8	-	21,0	72,0
V ₁₀₄	кормовые культуры	9,5	600,4	63,4	-	-	-
V ₂₀₈	овощи закрытого грунта	14,2	197,5	13,9	-	-	-
V ₂₁₀	семечковые	2,2	2,4	1,1	1,0	2,0	3,0
V ₂₁₄	косточковые	3,3	3,3	1,0	1,0	3,0	5,0
V ₂₂₂	орехоплодные	0,2	0,6	2,7	-	-	-
V ₂₂₆	субтропические	0,0	0,1	27,3	-	-	-
V ₂₄₂	виноградники	1,5	3,0	2,0	-	-	2,0
Поголовье с.-х. животных, голов:							
V ₁₂₈	крупный рогатый скот	2,1	13,2	6,2	-	-	-
V ₁₄₂	свиньи	0,0	0,2	11,8	-	-	-
V ₁₄₅	овцы	5,1	63,1	12,4	-	-	-
V ₁₄₉	козы	0,1	2,3	18,6	-	-	-
V ₁₅₃	птица	2,2	7,6	3,5	-	-	-
V ₁₇₂	лошади	0,2	2,9	12,3	-	-	-
V ₁₇₈	верблюды	0,0	0,3	42,0	-	-	-
V ₁₈₂	кролики	0,1	0,9	16,3	-	-	-

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

По таблице 2.13 видно, что имеется сильная вариация всех признаков: значения коэффициента вариации находятся в диапазоне от 1,0 до 63,4. При этом наблюдается более высокая вариация тех признаков, которые использовались при исследовании совокупности ЛПХ Лиманского района – в первую очередь это касается площади посева картофеля.

По отобранным признакам были рассчитаны парные коэффициенты корреляции Пирсона (рисунок 2.10). Между некоторыми признаками ММ1 наблюдается взаимосвязь, однако теснота связи не превышает средний уровень. В результате объединения признаков в виде многомерных средних удалось добиться уменьшения коррелированности – связь между многомерными средними практически отсутствует ($R_{MM1;MM2} = 0,08$).

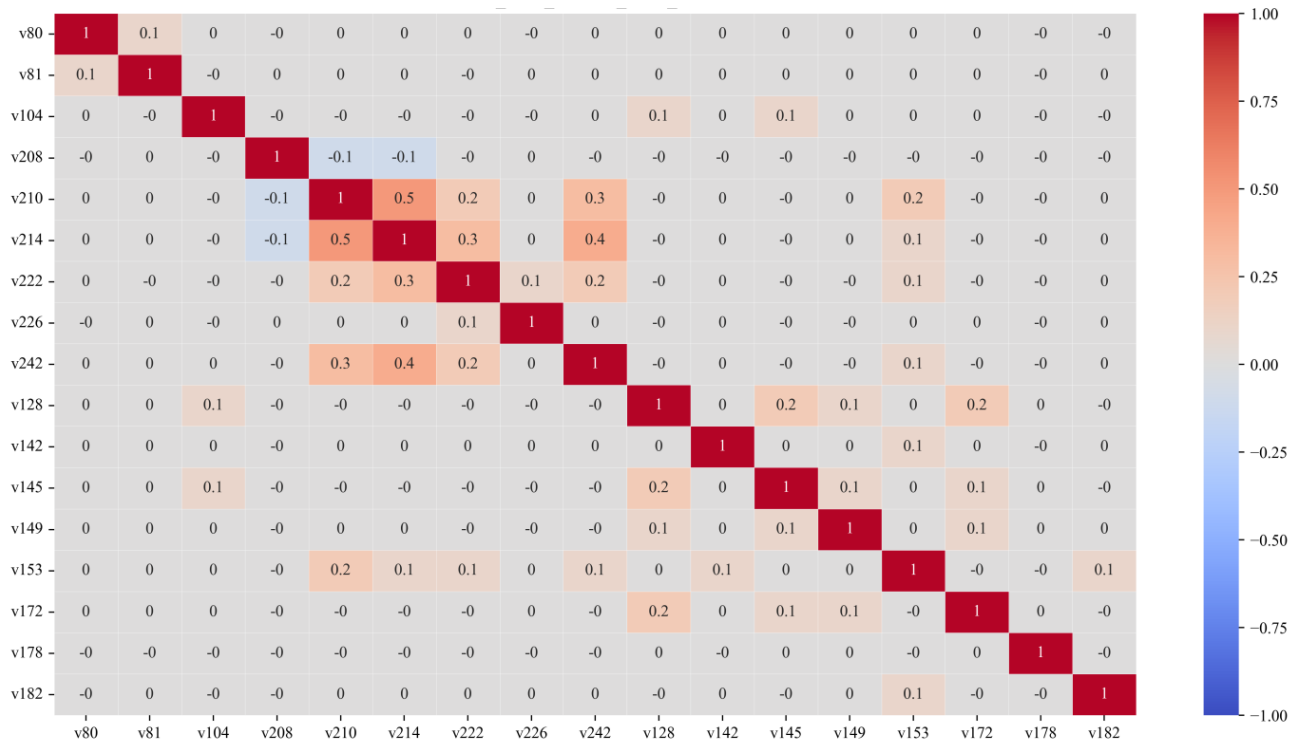


Рисунок 2.10 – Тепловая карта парных коэффициентов корреляции Пирсона по совокупности ЛПХ Астраханской области

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

На пятом этапе методики был проведен кластерный анализ на основе двух многомерных средних. Дополнительно, с целью определения эффективности использования обобщенных признаков в виде многомерных средних, был проведен кластерный анализ на основе исходного набора признаков, значения которых были предварительно стандартизованы. Число кластеров k для метода K -средних было определено на основе метрик SC , DB , CH (рисунок 2.11).

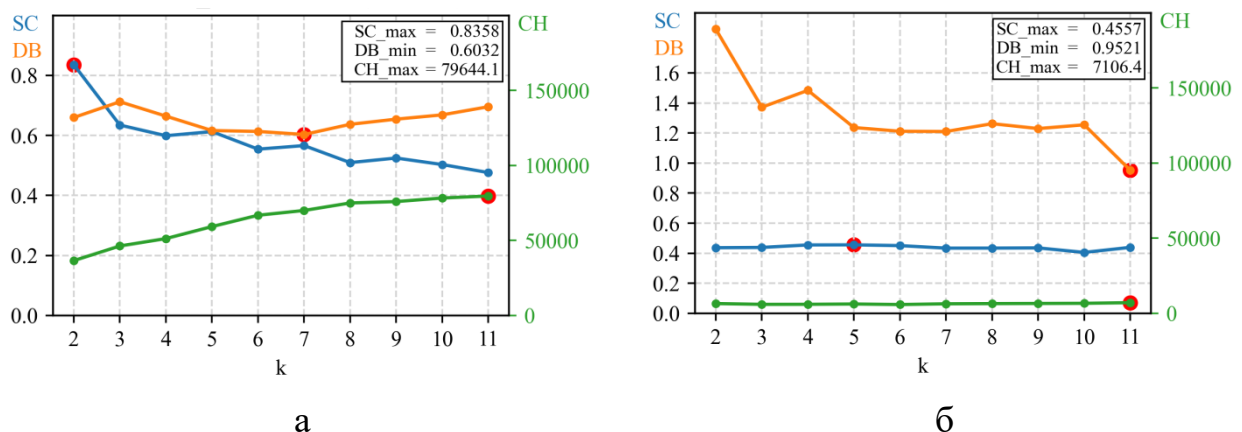


Рисунок 2.11 – Метрики качества кластеризации ЛПХ Астраханской области при различных значениях параметра k для метода K -средних на основе: а – многомерных средних; б – набора отобранных признаков

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

Судя по метрике SC , при различных значениях k результаты кластерного анализа на основе многомерных средних лучше, чем кластеризация на основе всего набора признаков: если в первом случае значения SC варьируют в диапазоне от 0,476 до 0,836, то во втором случае SC не превышает 0,456 при любых k из выбранного диапазона. Для кластерного анализа на основе многомерных средних наименьшие значения метрики DB достигаются при $k \in [5, 6, 7]$, что справедливо и для кластерного анализа на основе отобранного набора признаков, если исключить результаты при большом числе групп ($k = 11$); наибольшие значения метрики SC для первого случая соответствуют результатам анализа при $k \in [2, \dots, 5]$, для второго случая – при $k \in [4, 5, 6]$. В обоих случаях скачков метрики CH не наблюдается, поэтому оптимальное значение соответствуют максимальному, которое достигается при максимальном k , равном 11. С учетом оптимальных метрик для обоих случаев, а также результатов применения метода иерархического кластерного анализа при исследовании совокупности ЛПХ Лиманского района Астраханской области, позволившего выявить 5 кластеров, для метода K -средних было выбрано значение параметра $k = 5$ (отдельно был выделен кластер резидентских ЛПХ и кластер выбросов как наиболее крупных ЛПХ), при котором для первого случая метрики качества оказались ближе к оптимальным значениям (таблица 2.14).

Таблица 2.14 – Метрики качества кластерного анализа ЛПХ Астраханской области методом K -средних

Метрика	Тип кластерного анализа	
	на основе многомерных средних	на основе набора отобранных признаков
Коэффициент силуэта, SC	0,613	0,456
Индекс Дэвиса-Боулдина, DB	0,616	1,236
Индекс Калински-Харабаса CH	59241,6	6203,9

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

На рисунке 2.12 представлены результаты кластеризации для двух случаев. Наиболее четко границы кластеров ожидаемо прослеживаются для первого случая, так как кластеризация осуществлялась на основе тех же двух многомерных средних, использующихся и для составления точечных диаграмм:

прослеживается специализация хозяйств кластера V на производстве продукции животноводства, в соответствии с большими значениями MM2, и кластера VI на производстве продукции растениеводства (в оба кластера вошли крупные хозяйства), при этом точки, отдаленные от основного скопления свидетельствуют о наличии в кластерах хозяйств, имеющих дополнительно специализацию на производстве продукции растениеводства (для кластера V) и животноводства (для кластера VI).

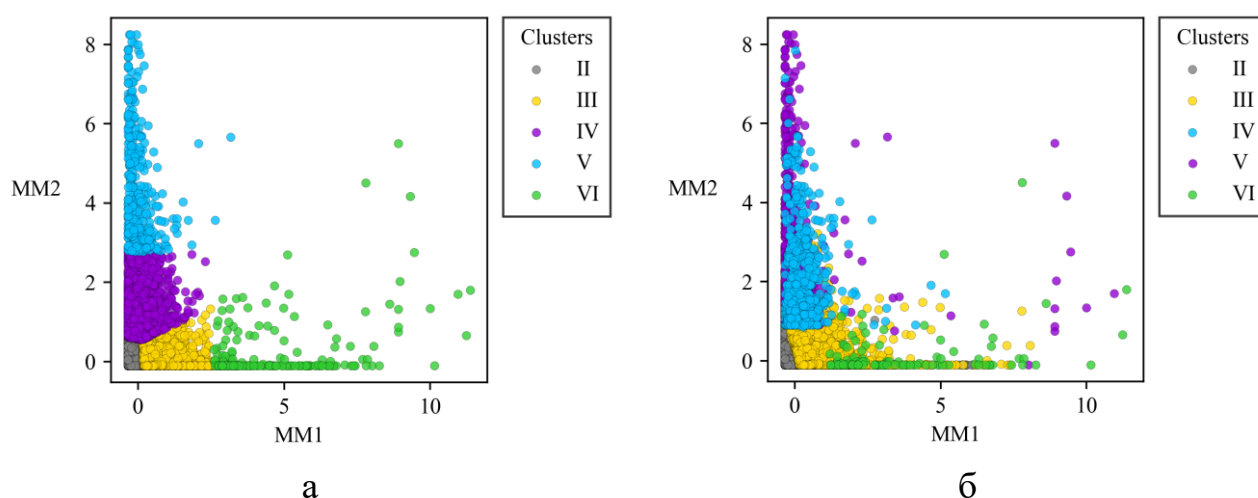


Рисунок 2.12 – Графическое представление результатов кластерного анализа ЛПХ Астраханской области на основе: а – многомерных средних; б – отобранного набора признаков

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Дисперсионный анализ показал статистическую значимость различий между кластерами как по многомерным средним, так и по всем отобранным признакам (таблицы 2.15, 2.16).

Таблица 2.15 – Дисперсионный анализ по результатам сформированных кластеров ЛПХ Астраханской области на основе многомерных средних

Признак	Число степеней своды	Объем вариации	Дисперсия	Фактическое значение F-критерия Фишера	Фактический уровень значимости F-критерия, p-value
MM1	4	9018,3	2254,6	43839,1	0,000
MM2	4	10567,8	2642,0	84618,8	0,000

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

В результате кластерного анализа на основе многомерных средних наибольшие различия между кластерами наблюдаются по многомерной средней ММ1, однако различия по ММ2 достаточно значительные в соответствии с критерием F-Фишера.

Таблица 2.16 – Дисперсионный анализ по результатам сформированных кластеров ЛПХ Астраханской области на основе набора отобранных признаков

Признак	Число степеней свободы	Объем вариации	Дисперсия	Фактическое значение F-критерия Фишера	Фактический уровень значимости F-критерия, p-value
Площадь посевов с.-х. культур, многолетних насаждений м ² :					
V ₈₀ картофель	4	11053,4	2763,4	3201,6	0,000
V ₈₁ овощные и бахчевые культуры открытого грунта	4	45960,7	11490,2	26685,0	0,000
V ₁₀₄ кормовые культуры	4	1029,5	257,4	260,7	0,000
V ₂₀₈ овощи закрытого грунта	4	83,2	20,8	20,8	0,000
V ₂₁₀ семечковые	4	22888,8	5722,2	7986,8	0,000
V ₂₁₄ косточковые	4	30148,4	7537,1	12030,3	0,000
V ₂₂₂ орехоплодные	4	19409,1	4852,3	6388,2	0,000
V ₂₂₆ субтропические	4	309,4	77,3	77,6	0,000
V ₂₄₂ виноградники	4	20155,4	5038,8	6715,5	0,000
Поголовье с.-х. животных, голов:					
V ₁₂₈ крупный рогатый скот	4	27788,5	6947,1	10594,2	0,000
V ₁₄₂ свиньи	4	36859,4	9214,8	16959,1	0,000
V ₁₄₅ овцы	4	16100,5	4025,1	5027,8	0,000
V ₁₄₉ козы	4	5076,3	1269,1	1354,2	0,000
V ₁₅₃ птица	4	7707,2	1926,8	2130,1	0,000
V ₁₇₂ лошади	4	23746,5	5936,6	8410,8	0,000
V ₁₇₈ верблюды	4	4000,9	1000,2	1052,3	0,000
V ₁₈₂ кролики	4	21736,5	5434,1	7436,5	0,000

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

При кластеризации на основе отобранных признаков наибольшие различия наблюдаются по показателям размеров посевных площадей овощных и бахчевых, косточковых, семечковых культур, а также по показателям наличия поголовья свиней и крупного рогатого скота.

На шестом этапе методики произведен расчет относительных показателей по выделенным типическим группам ЛПХ и сформулированы наименования для каждой группы с учетом размера и специализации вошедших в нее хозяйств (таблицы 2.17, 2.18).

Таблица 2.17 – Характеристика сформированных кластеров ЛПХ Астраханской области на основе многомерных средних

Показатель	Тип хозяйств						
	Рези- дент- ские	Малые потребитель- ские со смешан- ным с.-х.	Сред- ние овоще- водчес- кие	Крупные			Наиболее крупные со смешанным с.-х.
				ското- водчес- кие	скотовод- ческие и овцевод- ческие	овоще- водчес- кие и ското- водчес- кие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V	VI	VII
Число ЛПХ	4859 1	62890	14808	2477	349	188	80
Удельный вес ЛПХ в общей численности, %	37,6	48,6	11,4	1,9	0,3	0,1	0,1
Общая площадь земли, а	7,5	57,9	87,6	1532,0	2292,4	4755,6	12300,3
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:	-						
всего посевов под урожаем,		1,3	12,7	4,6	6,3	665,3	885,5
в т. ч.: картофель	-	0,1	1,7	0,6	0,6	135,6	180,1
овощные и бахчевые открытого грунта	-	1,1	10,5	3,8	5,3	485,6	508,0
кормовые	-	0,0	0,0	0,1	0,4	34,1	175,0
сенокосы	0,1	19,4	26,7	341,8	496,6	1370,6	1564,7
пастбища	-	25,7	25,4	1159,5	1770,9	1970,4	8380,3
многолетние насаждения	0,0	0,3	1,1	0,6	0,5	1,2	1,1
Поголовье с.-х. животных, голов:							
скот крупный рогатый, в т. ч.:	-	1,0	1,1	28,1	51,4	14,3	92,6
скот молочный крупный рогатый (коровы)	-	0,3	0,4	4,5	10,1	5,0	13,1
свиньи	-	0,0	0,0	0,5	0,8	0,1	2,2
овцы	-	1,4	1,1	73,1	340,9	23,8	400,2
козы	-	0,0	0,0	1,3	13,0	0,5	23,1
птица	-	1,2	3,6	15,5	17,1	5,7	81,1

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

По таблице 2.17 видно, что распределение хозяйств по выделенным группам является неравномерным. При кластерном анализе на основе отобранных признаков были получены следующие группы ЛПХ (таблица 2.18).

Таблица 2.18 – Характеристика сформированных кластеров ЛПХ Астраханской области на основе набора отобранных признаков

Показатель	Тип хозяйств						Наиболее крупные со смешанным с.-х.
	Резидентские	Малые потребительские со смешанным с.-х.	Средние овощеводческие	Средние скотоводческие	Крупные скотоводческие	Крупные овощеводческие и скотоводческие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V	VI	VII
Число ЛПХ	48591	63246	15767	717	878	104	80
Удельный вес ЛПХ в общей численности, %	37,6	48,9	12,2	0,6	0,7	0,1	0,1
Общая площадь земли, а	7,5	79,3	80,9	187,2	4027,8	4450,7	12300,3
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:							
всего посевов под урожай,	-	2,6	3,5	7,6	12,4	1648,1	885,5
в т. ч.: картофель	-	0,4	0,7	3,0	0,7	203,2	180,1
овощные и бахчевые открытого грунта	-	2,0	2,8	4,5	5,1	1444,8	508,0
кормовые	-	0,0	0,0	0,2	6,6	-	175,0
сенокосы	0,1	24,1	32,3	71,5	885,1	270,5	1564,7
пастбища	-	39,2	29,1	76,7	3088,9	1453,4	8380,3
многолетние насаждения	0,0	0,3	1,1	0,7	0,3	0,5	1,1
Поголовье с.-х. животных, голов:							
скот крупный рогатый, в т. ч.:	-	1,3	1,3	2,2	75,6	11,3	92,6
скот молочный крупный рогатый (коровы)	-	0,4	0,4	0,5	13,0	1,9	13,1
свиньи	-	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	2,2
овцы	-	2,2	1,6	4,4	273,8	12,5	400,2
козы	-	0,0	0,1	0,5	5,6	0,6	23,1
птица	-	1,1	6,0	16,5	2,2	1,9	81,1

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

По таблице 2.18 видно, что так же, как и при кластеризации на основе многомерных средних, группы резидентских, малых и средних хозяйств

являются наиболее многочисленными. При этом было выделено две группы хозяйств среднего размера: помимо овощеводческих хозяйств выявлена группа скотоводческих хозяйств. Общее число крупных хозяйств вместе с выбросами меньше в 3 раза по сравнению с типологией, полученной на основе многомерных средних. Однако малые хозяйства имеют общую площадь посева больше в 2 раза, а поголовье КРС – больше на 0,3 (или на 30%).

Таким образом, были рассмотрены следующие методические подходы к типизации личных подсобных хозяйств на основе многомерных статистических методов:

1. Иерархический кластерный анализ;
2. Кластерный анализ методом K -средних на основе:
 - 2.1. исходных стандартизированных признаков;
 - 2.2. интегральных показателей в виде многомерных средних
 - 2.3. интегральных показателей, полученных в результате факторного анализа.

Иерархический кластерный анализ выбран в качестве разведочного метода, эффективно применяемого при изучении небольшой совокупности хозяйств на уровне отдельных поселений района исследуемого региона Российской Федерации (Астраханской области). Кластерный анализ был проведен на основе 7 основных признаков.

В качестве основного метода для осуществления типизации личных подсобных хозяйств всей Астраханской области на основе проведенного сравнительного анализа был выбран метод K -средних, позволивший в наибольшей степени уменьшить вариацию признаков. Для учета более редких специализаций набор признаков был расширен до 18. При этом установлено, что сокращение пространства признаков путем расчета интегральных показателей в виде многомерных средних позволяет повысить качество кластеризации (в соответствии с метрикой SC качество кластерного анализа увеличилось: значение SC увеличилось с 0,456 при кластеризации на основе 18 признаков до 0,613 при кластеризации на основе двух многомерных средних) за счет значительного уменьшения корреляции между кластерообразующими

признаками (теми признаками, по которым проводится кластеризация) – значение парного коэффициента корреляции Пирсона r уменьшилась с 0,3-0,4 до 0,08.

Недостаток методического подхода к типизации ЛПХ на основе факторного анализа заключается в том, что некоторые полученные факторы сложны для интерпретации, при этом число факторов может быть велико. Кроме того, изначально отобранный набор признаков не позволил получить интерпретируемые факторы, в связи с чем система показателей, используемая при разведочном иерархическом анализе, была пересмотрена. Указанные недостатки усугубляются в случае большого числа изначальных признаков – в таком случае проведение факторного анализа в целом значительно усложняется.

Учитывая вышеизложенное, в качестве основного метода сокращения пространства признаков был выбран метод на основе расчета многомерных средних, преимуществом которого является возможность упрощенного формирования интегральных показателей, объединяющих схожие по смысловому содержанию исходные признаки. При этом количество многомерных средних и количество признаков, которые объединяются в каждую из многомерных средних, определяется исследователем напрямую без необходимости построения матриц объясненной суммарной дисперсии и факторных нагрузок.

Поскольку результаты ВСХП-2016 и СХМП-2021 учитывают большое количество признаков, метод сокращения их количества на основе многомерных средних представляется наиболее эффективным, т. к. он отличается высокой адаптивностью к размерности исходного признакового пространства, позволяя включить в систему показателей дополнительные признаки, характеризующие, например, площадь посева овощей закрытого грунта, площади многолетних насаждений отдельных видов (семечковых, косточковых, орехоплодных), площади ягодников, поголовье лошадей, кроликов и др. признаки.

Для повышения общего качества типологии и эффективности определения специализации для каждой из групп разработанный методический подход после применения классического метода кластеризации предполагает уточнение

состава кластеров и дополнительную визуализацию типических групп ЛПХ с использованием нейросетевого метода кластерного анализа.

2.4 Выделение производственных типов личных подсобных хозяйств методом нейросетевого кластерного анализа

Типизация ЛПХ на основе нейросетевого кластерного анализа с помощью модели самоорганизующейся карты (*SOM*) была апробирована сначала на небольшой совокупности хозяйств, поскольку меньшее число объектов наблюдения, отображаемых на ячейки самоорганизующейся карты, позволяет легче выделить и уточнить границы кластеров, а графики специальных матриц модели *SOM* (матриц частот, активации, расстояний и усредненных значений признаков) позволяют существенно детализировать графическое представление данных, расширяя возможности разведочного иерархического кластерного анализа.

Выбор нейросетевой модели *SOM* для кластеризации ЛПХ обусловлен возможностью изучить топографическое соотношение образов исходных объектов (отдельных домохозяйств), которые проецируются на двумерную матрицу нейронов [285, с. 12] и которую можно визуализировать посредством построения на ее основе диаграммы. Кроме этого, может быть построен ряд дополнительных диаграмм на основе матриц частот, активации, расстояний и усредненных значений признаков, наглядно демонстрирующих распределение хозяйств по ячейкам самоорганизующейся карты, в том числе с учетом размеров посевных площадей сельскохозяйственных культур и поголовья сельскохозяйственных животных.

Модель *SOM* была применена для визуализации результатов иерархического кластерного анализа подготовленной совокупности 2823 ЛПХ Лиманского района Астраханской области (после исключения трех наиболее крупных хозяйств), каждое из которых характеризуется 7 признаками. Описание процедуры выявления выбросов, показатели центральной тенденции и вариации отобранной совокупности представлены в разделе 2.1.

Перед обучением модели нейронной сети *SOM* исходные значения признаков были стандартизированы по формуле 1.3. Обучение происходило в течение 100 тыс. итераций (гиперпараметры модели были подобраны эмпирическим путем на основе анализа графиков матриц активации, расстояний, частот, усредненных значений признаков: $\sigma = 1,1$, $\text{num_iteration} = 100\ 000$, $\text{learning_rate} = 0,5$, $\text{neighborhood_function} = \text{«gaussian»}$, $\text{activation_distance} = \text{«euclidean»}$; размер карты (выходного слоя) – 20×20) (рисунок А.1). По обученной модели были построены графики матриц с двумя вариантами цветовой шкалы (рисунок 2.13), в том числе график матрицы частот – *som_frequencies*, матрицы активации – *som_activation_map*, матрицы активации с округленными значениями выходных сигналов нейронов до целых чисел для лучшей визуализации возможных границ кластеров – *som_activation_map (integer)* (integer), матрицы расстояний между кластерами – *som_distance_map* [245].

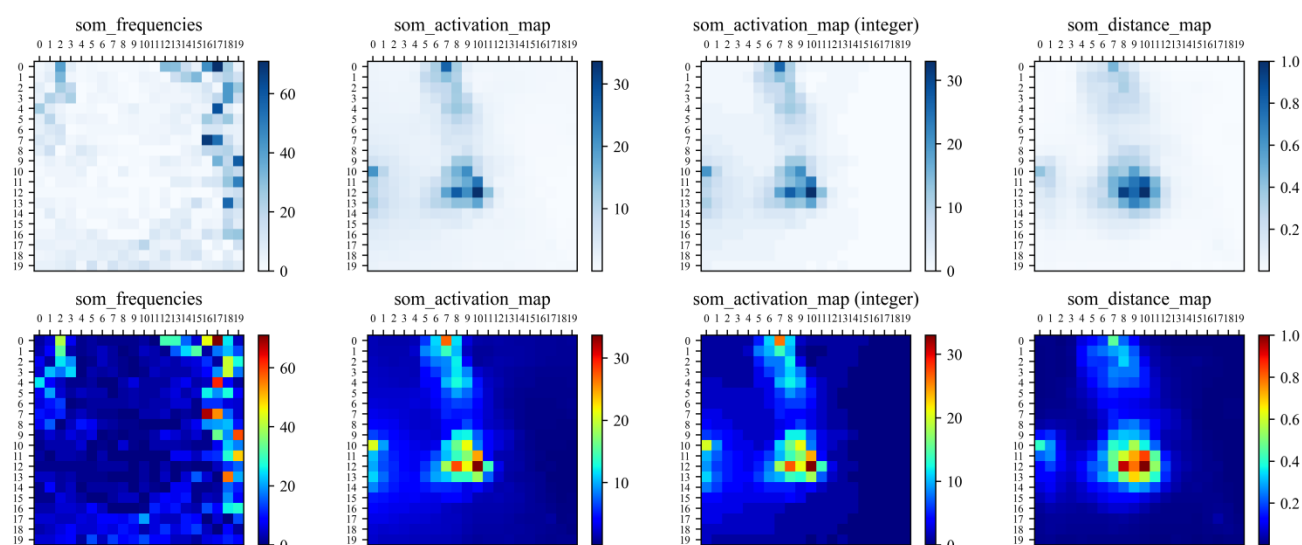


Рисунок 2.13 – Графики матриц частот, активации и расстояний по модели *SOM* для ЛПХ района Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

По графику частот мы видим, что ЛПХ располагаются достаточно хаотично на карте. Увидеть примерные границы кластеров можно на графиках активации и расстояний: если рассматривать графики *somal_activation_map* и *somal_distance_map*, выделяются пять областей, в ячейках которых могут быть отображены хозяйства отдельных кластеров – три области с высокими

значениями активации (по центру, слева и выше от центра), область с минимальными значениями активации (правая половина карты и угол сверху слева), область со всеми остальными ячейками, в которых значения активации находятся на низком уровне.

Модель нейронной сети можно использовать, чтобы визуализировать усредненные значения признака для объектов в ячейках соответствующей матрицы. Набор данных содержит 7 признаков, для каждого из них был построен график матрицы усредненных значений (рисунки 2.14, 2.15).

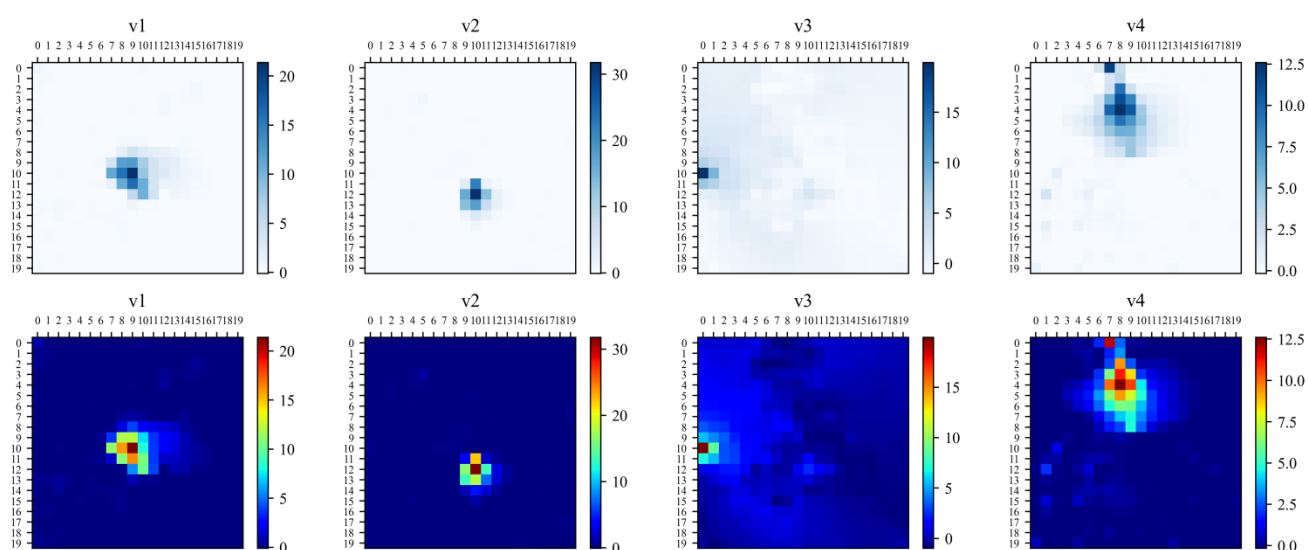


Рисунок 2.14 – Графики матриц усредненных значений признаков v1 (площадь посева картофеля), v2 (овощных и бахчевых), v3 (многолетних насаждений), v4 (поголовье КРС) по модели SOM для ЛПХ района Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Рассмотрим графики с разноцветной шкалой (нижний ряд): синие ячейки отражают объекты с малыми значениями признака, красные – с большими значениями признака, голубые, зеленые и желтые – со средними значениями признака.

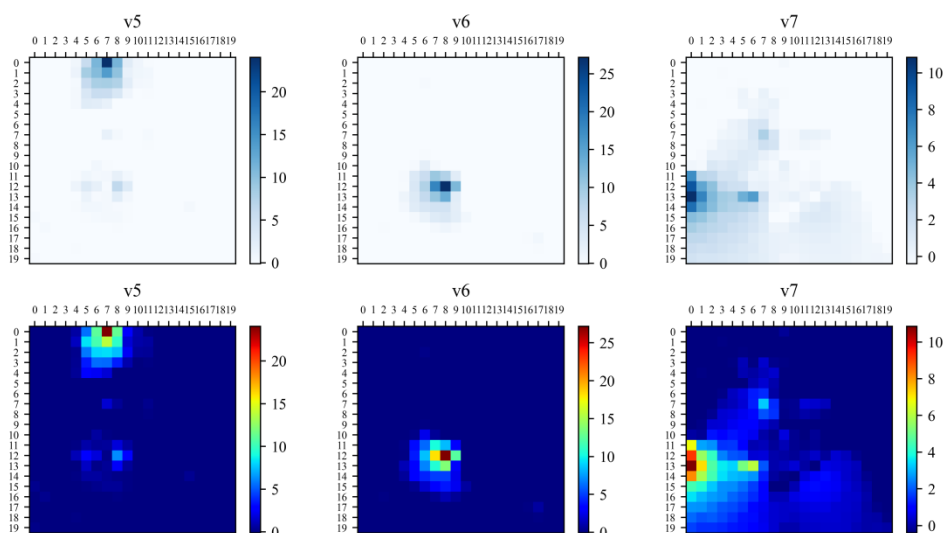


Рисунок 2.15 – Графики матриц усредненных значений признаков v5 (поголовье овец), v6 (коз), v7 (птицы) по модели SOM для ЛПХ района Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Мы видим, что ЛПХ, отображенные в первых трех областях ячеек слева от центра, характеризуются большими значениями переменных v1, v2, v3, v4: в области по центру хозяйства имеют значительные площади посева картофеля (v1), овощных и бахчевых культур (v2) и наибольшее поголовье коз (v6), в области слева от центра – наибольшие площади многолетних насаждений и наибольшее поголовье птицы (v7), а в области выше центра – наибольшее поголовье КРС (v4) и овец (v5) (рисунки 2.14, 2.15).

Был построен график матрицы активации модели SOM, визуализирующий расположение хозяйств на самоорганизующейся карте и их принадлежность к кластерам, выявленным на основе иерархического кластерного анализа в разделе 2.1. При этом в каждой ячейке точки случайным образом отклонены от центра ячейки, но не выходят за ее пределы (рисунок 2.16-а). Это сделано с целью предотвращения наложения точек друг на друга и визуализации примерного количества ЛПХ, попавших в ячейку [334]. Каждой точке был присвоен цвет в соответствии с кластером, в который она вошла по результатам проведенного в разделе 2.1 иерархического кластерного анализа.

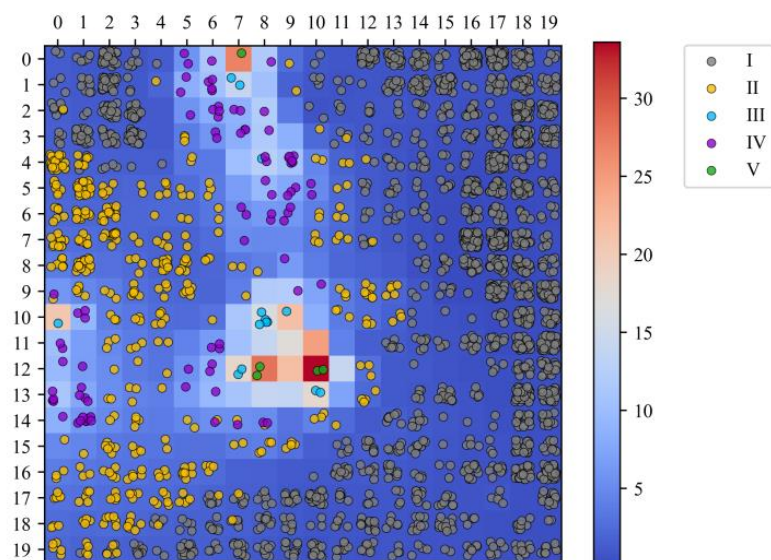


Рисунок 2.16 – График матрицы активации модели *SOM*, визуализирующий расположение ЛПХ района Астраханской области на самоорганизующейся карте по совокупности ЛПХ района Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Для выделения границ кластеров было разработано программное обеспечение с интерактивной матрицей нейронов (рисунок 2.17, рисунок Д.8 приложения Д).

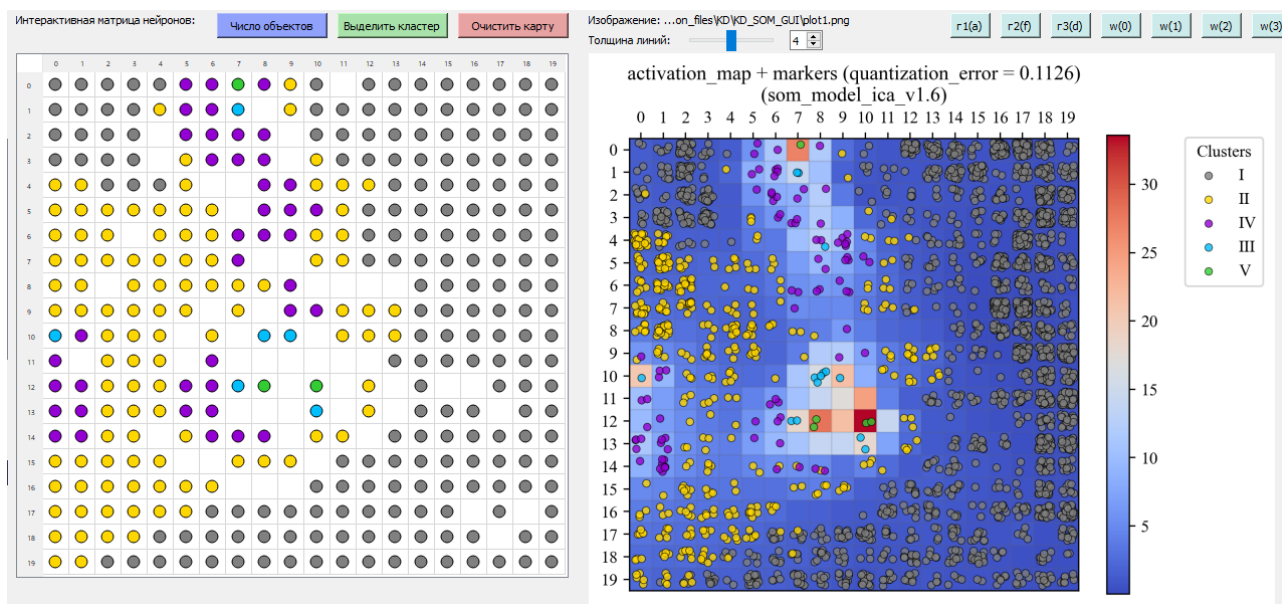


Рисунок 2.17 – Окно разработанного приложения для выделения границ кластеров: слева – интерактивная карта нейронов, с помощью которой в дальнейшем были выделены границы кластеров ЛПХ района Астраханской области; справа – график матрицы активации

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

С помощью разработанного программного обеспечения были выделены границы пяти кластеров (рисунок 2.18).

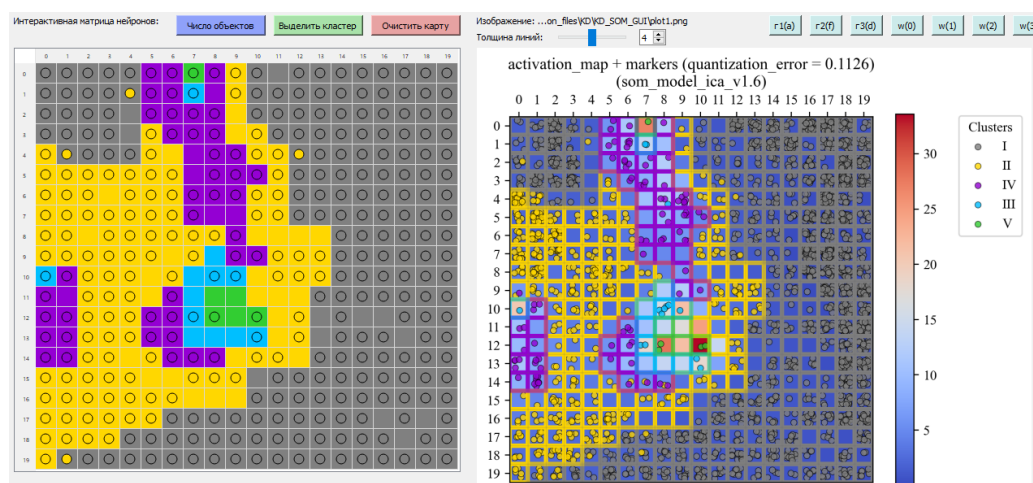


Рисунок 2.18 – Окно разработанного приложения для выделения границ кластеров: слева – интерактивная карта нейронов с выделенными границами кластеров ЛПХ района Астраханской области; справа – график матрицы активации с выделенными границами кластеров

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Полученная типология ожидаемо схожа с той, которая была получена на основе иерархического кластерного анализа (таблицы 2.19, 2.20), однако она все же отличается из-за того, что на некоторые ячейки были отображены ЛПХ нескольких кластеров.

Таблица 2.19 – Характеристика сформированных кластеров ЛПХ района Астраханской области в результате уточнения границ кластеров на основе модели SOM

Показатель	Тип хозяйств				
	Малые потребительские	Средние потребительские	Крупные		Наиболее крупные
			смешан- ное с.-х.	ското- водчес- кие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V
Число ЛПХ	2291	424	13	90	5
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:					
всего посевов под урожай,	1,2	5,7	144,8	3,4	486,1
в т. ч.: картофель	0,1	1,1	41,5	1,7	25,3
овощные и бахчевые открытого грунта	1,1	4,6	103,2	1,7	460,8
сенокосы	0,0	-	-	-	4,0
пастбища	-	-	-	305,4	94,2
многолетние насаждения	0,5	1,2	1,5	0,8	1,0
Поголовье с.-х. животных, голов:					
скот крупный рогатый,	0,3	3,3	3,7	36,7	33,2
в т. ч.: скот молочный крупный рогатый (коровы)	0,2	1,2	0,4	5,2	10,0

Продолжение Таблицы 2.19

свиньи	0,0	0,1	0,2	0,0	0,4
овцы	0,3	2,8	78,5	81,5	284,0
козы	0,0	0,4	10,0	3,4	39,2
птица	2,7	14,5	5,8	31,6	3,8

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

В кластер IV перешло одно хозяйство из кластера III, поскольку ячейка (8, 4) была отнесена к области кластера IV, помимо этого небольшое число средних хозяйств кластера II перешли в кластер IV и в кластер I. Измененная таким образом структура кластеров позволила получить новую типологию (таблица 2.20).

Таблица 2.20 – Характеристика сформированных кластеров (в % к итогу) ЛПХ района Астраханской области в результате уточнения границ кластеров на основе модели SOM

Показатель	Тип хозяйств				
	Малые потребительские	Средние потребительские	Крупные товарные		Наиболее крупные
			смешанное сельское хозяйство	скотоводческие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V
Число ЛПХ	81,2	15,0	0,5	3,2	0,2
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:					
всего посевов под урожай,	28,4	24,6	19,2	3,1	24,7
в т. ч.: картофель	20,0	28,7	33,7	9,7	7,9
овощные и бахчевые культуры открытого грунта	30,0	23,8	16,3	1,8	28,1
сенокосы	45,7	-	-	-	54,3
пастбища	-	-	-	98,3	1,7
многолетние насаждения	63,3	30,9	1,2	4,3	0,3
Поголовье с.-х. животных, голов:					
скот крупный рогатый,	14,0	24,4	0,8	57,9	2,9
в т. ч.: скот молочный крупный рогатый (коровы)	29,7	34,7	0,3	31,9	3,4
свиньи	64,7	29,3	1,5	3,0	1,5
овцы	5,2	10,3	8,8	63,3	12,3
козы	2,0	19,6	16,1	37,9	24,3
птица	40,2	40,5	0,5	18,7	0,1

Источник: рассчитано автором по данным СХМП-2021

Хозяйства с большим поголовьем КРС сконцентрировались в кластерах IV, V, что привело к увеличению относительного поголовья КРС на 1 голову в кластере IV и более отчетливому проявлению специализации на производстве продукции скотоводства.

Матрицы усредненных значений признаков позволили выявить хозяйства кластера III, которые затрудняют определение специализации кластера: овощеводческая направленность объясняется наличием больших площадей посева у отдельных хозяйств, расположенных в ячейке (13, 10) (рисунок 2.19-а), а скотоводческая направленность – хозяйствами с большим поголовьем овец в ячейке (1, 7) (рисунок 2.19-б), которые могут быть отнесены к скотоводческому кластеру IV.

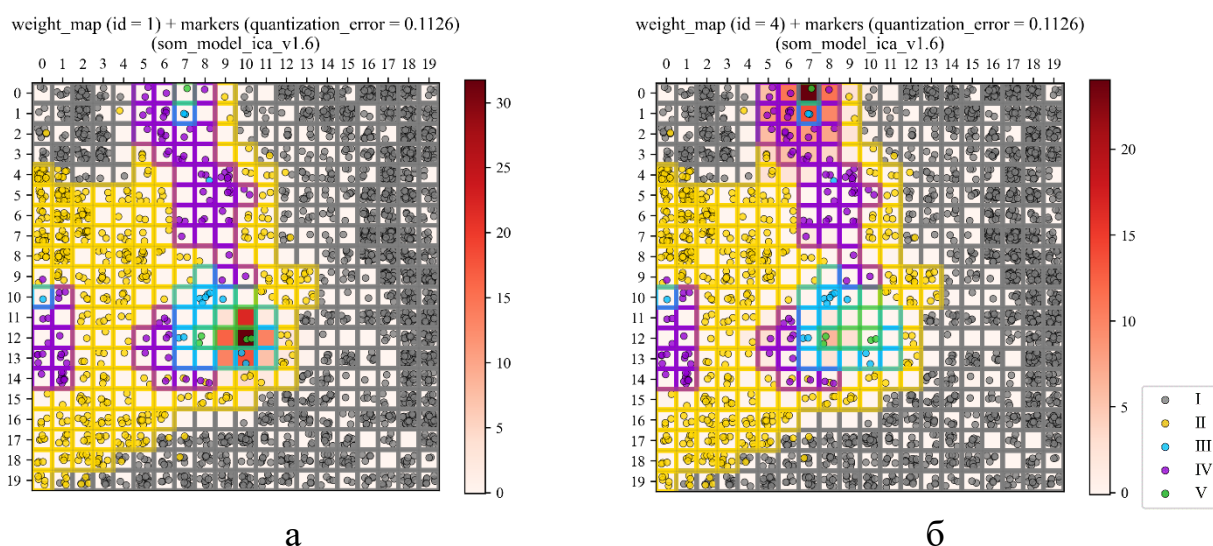


Рисунок 2.19 – Графики матриц усредненных значений признаков на основе модели SOM по ЛПХ района Астраханской области с выделенными границам кластеров: а) v2 (площадь посева овощных и бахчевых), б) v5 (поголовье овец)
 Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Для оценки качества кластеризации был рассчитан коэффициент $SC = 0,528$, его значение оказалось несколько больше, чем при кластеризации методом иерархического кластерного анализа ($SC = 0,523$). Дисперсионный анализ показал статистическую значимость различий между кластерами по отобранным признакам при уровне значимости меньше 0,01% (таблица В.1 приложения В).

Таким образом, модель SOM позволяет увеличить качество кластерного анализа, реализованного на основе классических методов многомерного

статистического анализа, за счет уточнения состава кластеров путем настройки границ кластеров на графиках самоорганизующейся карты. Однако на основе *SOM* можно провести кластерный анализ и, не владея информацией о принадлежности объектов к тому или иному кластеру, – для этого требуется на основе анализа матриц активации, расстояний, частот и усредненных значений признаков выделить границы возможных кластеров.

Процедура уточнения производственных типов ЛПХ на основе самоорганизующейся карты требует апробации при исследовании большей совокупности хозяйств, на уровне всей Астраханской области. За основу были взяты результаты кластерного анализа методом *K*-средних по многомерным средним, проведенного в разделе 2.3. Подготовленная совокупность данных, на основе которой был проведен кластерный анализ, использовалась при обучении модели *SOM* (гиперпараметры модели: $\sigma = 3,0$, num_iteration = 250 000, learning_rate = 0,1, neighborhood_function = «gaussian», activation_distance = «euclidean»; размер карты (выходного слоя) – 20×20) (рисунок А.2).

По графикам матриц активации можно сделать вывод, что средние и крупные ЛПХ с наибольшими значениями одновременно двух многомерных средних были отображены на ячейки в нижней левой части карты, при этом наиболее крупные хозяйства расположены в нижнем левом углу и ячейках чуть правее от угла (рисунок 2.20).

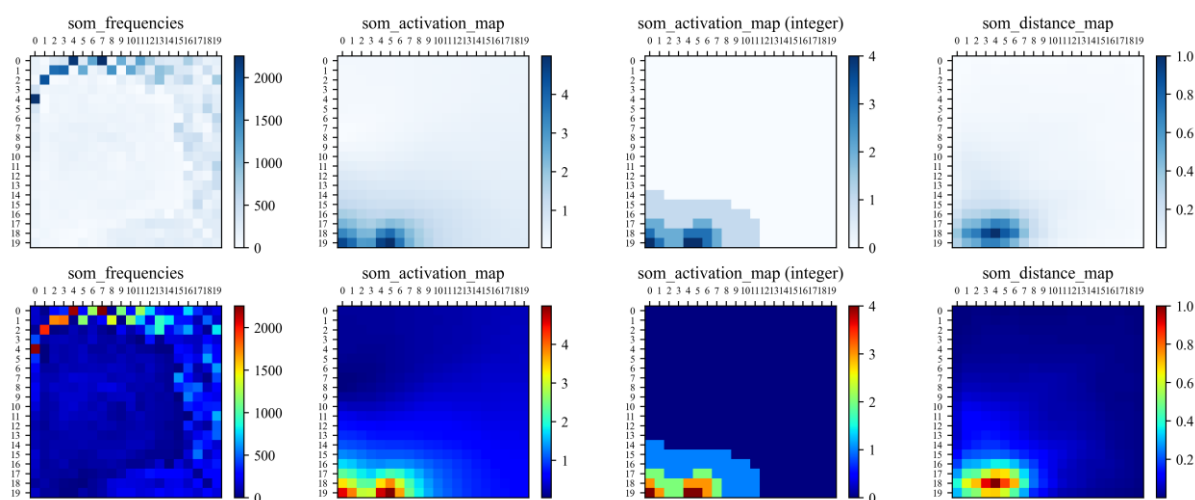


Рисунок 2.20 – Графики матриц частот, активации и расстояний по модели *SOM* для ЛПХ Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Графики матриц усредненных значений признаков демонстрируют отображение наиболее крупных ЛПХ с большими значениями ММ1 на ячейки карты правее от нижнего левого угла, с большими значениями ММ2 – на ячейки нижнего левого угла (рисунок 2.21). Отдельные хозяйства, расположенные на пересечении двух областей ячеек, характеризуются одновременно достаточно большими площадями посевов сельскохозяйственных культур и значительным поголовьем сельскохозяйственных животных, что свидетельствует о смешанной специализации таких хозяйств.

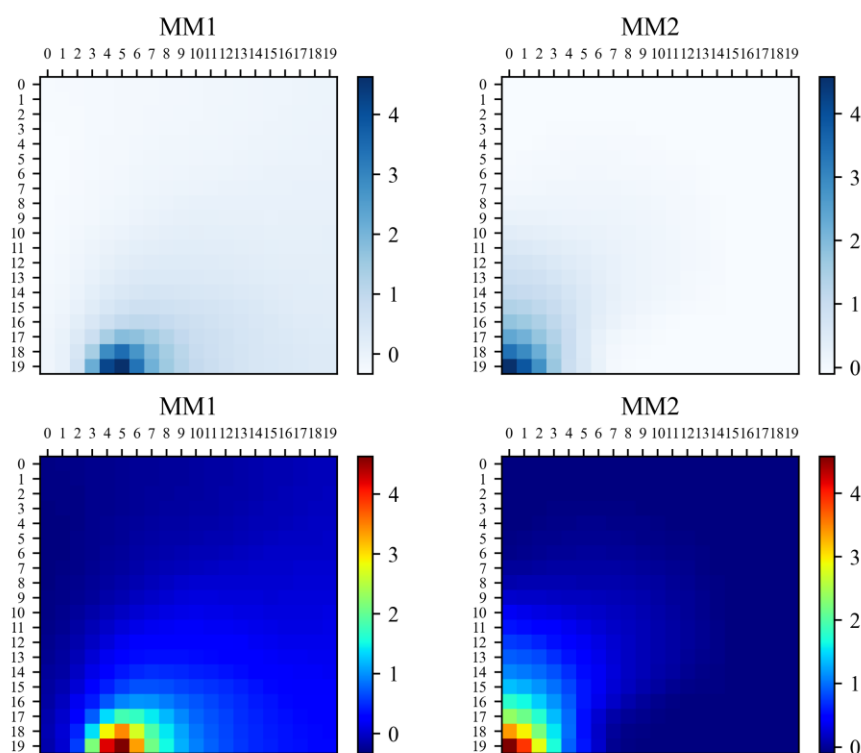


Рисунок 2.21 – Графики матриц усредненных значений многомерных средних ММ1, ММ2 по модели SOM для ЛПХ района Астраханской области
 Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Были построены графики матриц модели SOM, на которых расположены хозяйства в виде точек, при этом каждой точке был присвоен цвет в соответствии с кластером, в который она вошла по результатам проведенного ранее кластерного анализа на основе метода K-средних (рисунок 2.22). Преимущественно на каждой ячейке расположились хозяйства одного кластера, однако в области ячеек с большими значениями многомерных средних можно

заметить отдельные хозяйства кластеров III и IV – такие хозяйства могут быть рассмотрены как выборы в рамках своих кластеров.

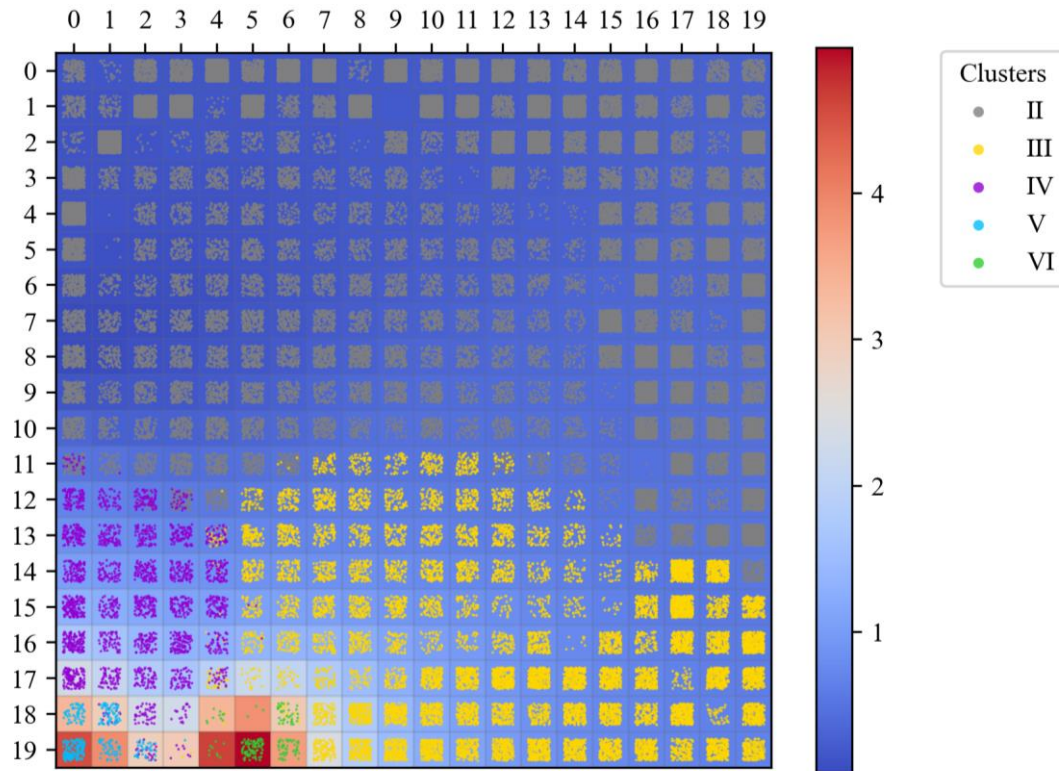


Рисунок 2.22 – График матрицы активации модели *SOM*, визуализирующий расположение ЛПХ Астраханской области на самоорганизующейся карте и принадлежность хозяйств к кластерам, выявленным на основе метода *K*-средних

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

На основе графиков матриц активации, частот, расстояний и значений многомерных средних (рисунки Д.3-Д.6 приложения Д) были определены границы кластеров и таким образом уточнен состав кластеров (рисунок 2.23).

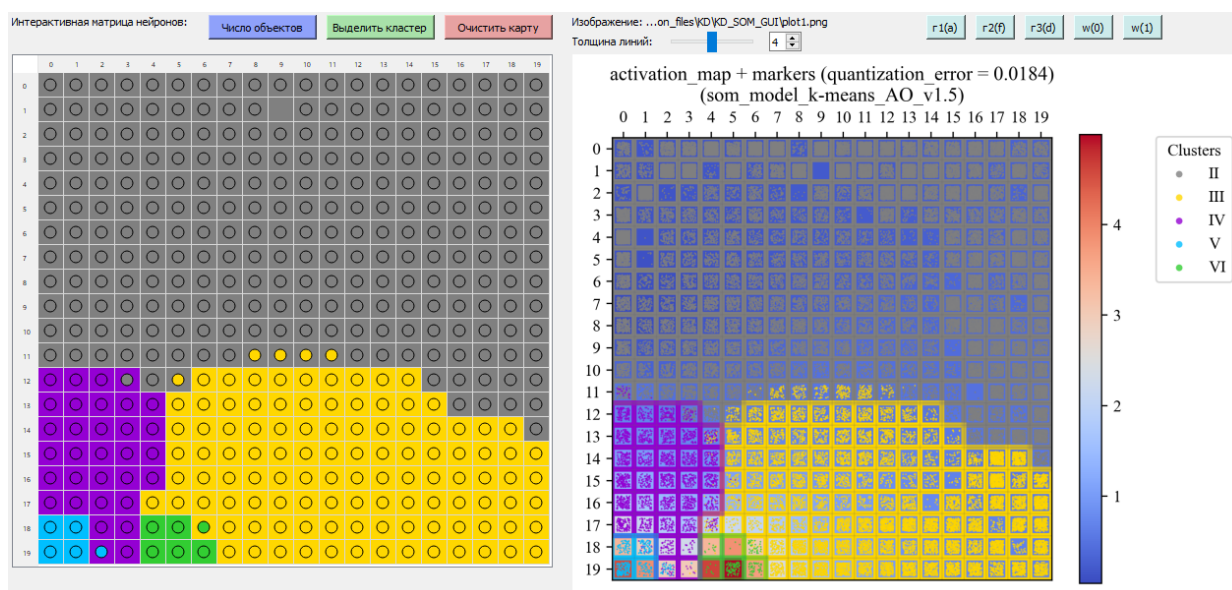


Рисунок 2.23 – Окно разработанного приложения для выделения границ кластеров: слева – интерактивная карта нейронов с выделенными границами кластеров ЛПХ Астраханской области; справа – график матрицы активации с выделенными границами кластеров

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Для выделенных кластеров были рассчитаны метрики кластеризации, качество кластеризации по отдельным метрикам оказалось несколько выше по сравнению с результатами применения метода K -средних (таблица 2.21).

Таблица 2.21 – Метрики качества кластерного анализа ЛПХ Астраханской области методом SOM

Метрика	Значение
Коэффициент силуэта, SC	0,615
Индекс Дэвиса-Боулдина, DB	0,614
Индекс Калински-Харабаса CH	57506,8

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Одномерный дисперсионный анализ показал статистическую значимость различий между кластерами в отдельности по двум многомерным средним (таблица 2.22). Многомерный дисперсионный анализ показал, что кластеры статистически значимо различаются одновременно по двум интегральным показателям.

Таблица 2.22 – Дисперсионный анализ основных (кластерообразующих) признаков по сформированным кластерам ЛПХ Астраханской области методом *SOM*

Признак	Число степеней свободы	Объем вариации	Дисперсия	Фактическое значение F-критерия Фишера	Фактический уровень значимости F-критерия, p-value
ММ1	4	9005,1	2251,3	43635,9	0,000
ММ2	4	10431,9	2608,0	79254,4	0,000

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

По сравнению с результатами дисперсионного анализа, представленными в разделе 2.4, в соответствии с критерием F-Фишера наибольшие различия между сформированными кластерами наблюдаются по многомерной средней ММ2.

Дополнительно был проведен дисперсионный анализ признаков, не использующихся при кластеризации (таблица 2.23). Была установлена статистическая значимость различий между кластерами по всем дополнительным признакам.

Таблица 2.23 – Дисперсионный анализ дополнительных (внешних) признаков по сформированным кластерам ЛПХ Астраханской области методом *SOM*

Признак	Число степеней свободы	Объем вариации	Дисперсия	Фактическое значение F-критерия Фишера	Фактический уровень значимости F-критерия, p-value
Общая площадь земли, а	4	2260,9	565,2	581,5	0,000
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:					
всего посевов под урожай,	4	16646,9	4161,7	5242,8	0,000
в т. ч.: картофель	4	9403,9	2351,0	2660,8	0,000
овощные и бахчевые открытого грунта	4	10046,1	2511,5	2868,4	0,000
кормовые	4	6888,5	1722,1	1882,7	0,000
сенокосы	4	986,8	246,7	249,7	0,000
пастбища	4	1466,0	366,5	373,3	0,000
многолетние насаждения	4	24158,0	6039,5	8618,8	0,000
Поголовье с.-х. животных, голов:					
скот крупный рогатый,	4	15854,6	3963,6	4932,3	0,000

Продолжение Таблицы 2.23

в т. ч.: скот молочный крупный рогатый (коровы)	4	4672,5	1168,1	1239,8	0,000
свиньи	4	12118,7	3029,7	3564,7	0,000
овцы	4	13613,2	3403,3	4093,5	0,000
козы	4	11944,3	2986,1	3504,5	0,000
птица	4	10557,9	2639,5	3036,5	0,000

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

На рисунке 2.24 представлены результаты кластеризации в виде точечных диаграмм.

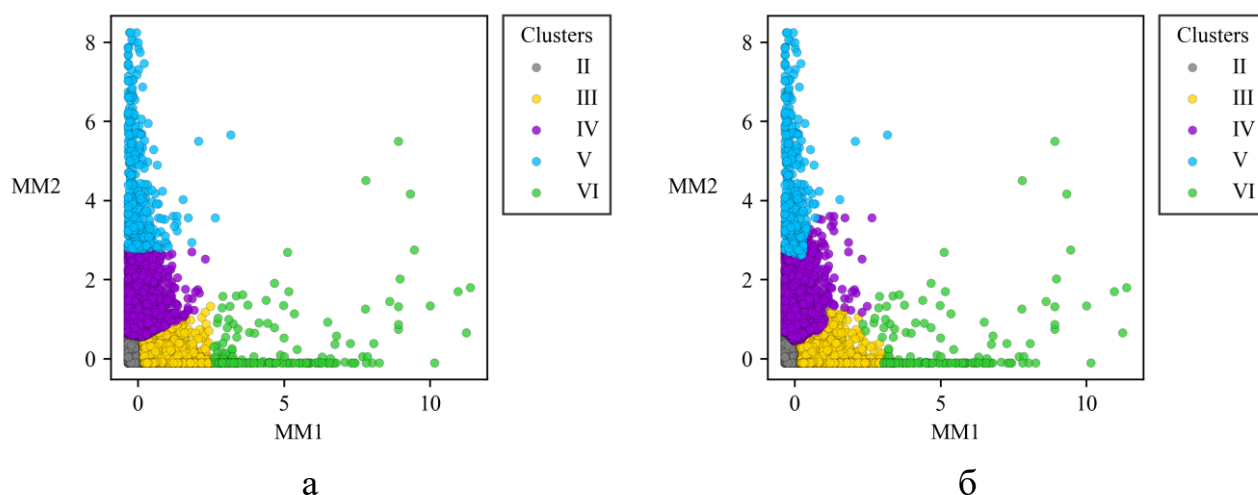


Рисунок 2.24 – Графическое представление результатов кластерного анализа ЛПХ Астраханской области на основе многомерных средних MM1 и MM2 методами: а – K-средних, б – SOM

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Показатели размеров и специализации подготовленной совокупности ЛПХ в результате уточнения границ кластеров на основе модели SOM представлены в таблице 2.24. В результате уточнения границ производственных типов на основе нейросетевого кластерного анализа более отчетливо проявляется специализация экономически активных ЛПХ: овощеводческая специализация кластера III, скотоводческая специализация кластера IV, скотоводческая и овцеводческая специализация кластера V, а также овощеводческая и скотоводческая специализация кластера VI (таблица 2.24).

Таблица 2.24 – Показатели наличия ресурсов ЛПХ Астраханской области (в расчете на 1 хозяйство) в результате кластеризации методом SOM

Показатель	Тип хозяйств						
	Резидентские	Малые потребительские со смешанным с.-х.	Средние овощеводческие	Крупные			Наиболее крупные со смешанным с.-х.
				скотоводческие	скотоводческие и овцеводческие	овощеводческие и скотоводческие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V	VI	VII
Число ЛПХ	48591	63182	14431	2608	335	156	80
Удельный вес ЛПХ в общей численности, %	37,6	48,8	11,2	2,0	0,3	0,1	0,1
Общая площадь земли, а	7,5	57,6	89,4	1493,6	2255,5	5418,0	12300,3
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:							
всего посевов под урожай,	-	1,3	13,6	4,8	3,1	751,5	885,5
в т. ч.: картофель	-	0,1	1,9	0,6	0,5	152,5	180,1
овощные и бахчевые открытого грунта	-	1,2	11,2	4,0	2,2	547,0	508,0
кормовые	-	0,0	0,1	0,1	0,4	39,9	175,0
сенокосы	0,1	19,5	26,8	342,1	442,5	1489,3	1564,7
пастбища	-	25,3	24,9	1121,3	1791,6	2369,7	8380,3
многолетние насаждения	0,0	0,3	1,1	0,5	0,4	1,2	1,1
Поголовье с.-х. животных, голов:							
скот крупный рогатый,	-	1,0	1,0	26,4	58,8	17,8	92,6
в т. ч.: скот молочный крупный рогатый (коровы)	-	0,3	0,4	4,2	11,2	6,0	13,1
свиньи	-	0,0	0,0	0,5	0,8	0,1	2,2
овцы	-	1,4	1,1	68,9	360,9	28,7	400,2
козы	-	0,0	0,0	1,3	13,4	0,6	23,1
птица	-	1,3	3,4	16,0	13,3	6,3	81,1

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

По таблице 2.24 видно, что распределение хозяйств по выделенным группам неравномерное: наиболее многочисленные группы состоят из малых потребительских, резидентских и средних овощеводческих хозяйств. Резидентские ЛПХ не занимаются производством продукции сельского хозяйства, при этом в данную группу попало небольшое число хозяйств, имеющих сенокосы и многолетние насаждения. Овощеводческая

направленность средних хозяйств группы III проявляется в сравнении с группой II: данные хозяйства имеют большую площадь земли (на 0,3 га, или на 55,2%), в том числе большую общую площадь посева (на 0,1 га, или в 9,2 раза), включая площадь посева картофеля (на 1,8 а, или в 14,9 раза), овощных и бахчевых (на 10 а, или в 8,7 раз).

Крупные хозяйства вошли в группы IV (скотоводческие), V (скотоводческие и овцеводческие), VI (овощеводческие). В группе V по сравнению с группой IV хозяйства имеют большую площадь сенокосов (на 1,0 га, или на 29,4%) и пастбищ (на 6,7 га, или на 59,8%), большее поголовье КРС (на 32 головы, или на 122,9%), в т. ч. коров (на 6 голов или на 166,0%), овец (на 291 голову, или в 4,2 раза), коз (на 12 голов, или в 9,2 разв). Хозяйства группы VI по площадям посева сельскохозяйственных культур сопоставимы с хозяйствами группы VII со смешанным сельским хозяйством, которые рассматриваются в качестве выбросов: так, в последней группе общая площадь посева в среднем больше на 1,3 га, или на 17,8%, площадь посева картофеля – на 0,3 га, или на 18,1%, кормовых – на 1,4 га, или в 3,4 раза, однако площадь посева овощных и бахчевых несколько меньше – на 0,4 га, или на 7,1%.

Группу VII можно сравнить и с группой V по поголовью сельскохозяйственных животных: хозяйства седьмой группы характеризуются большим поголовьем КРС (больше на 33 головы, или на 57,5%), в т. ч. коров (на 1 голову, или на 30,9%), овец (на 39 голов, или на 16,5%), коз (на 9 голов, или на 71,6%), птицы (на 67 голов, или в 5,1 раз). Однако, т. к. специализация в группе 7 не прослеживается, можно сделать вывод, что наиболее крупные хозяйства требуют разработки отдельной типологии, подразумевающей выявление подгрупп с различной специализацией.

Таким образом, уточнение производственных типов ЛПХ на основе нейросетевой модели *SOM* и многомерных средних позволило лучше оценить число выбросов в каждом кластере с учетом значений многомерных средних, а также уточнить состав кластеров на основе диаграмм, построенных по матрицам активации, расстояний, частот и усредненных значений интегральных показателей.

В результате применения методики выделения производственных типов ЛПХ была получена типология, включающая 7 типических групп хозяйств: резидентские хозяйства, не имеющие сельскохозяйственных ресурсов (группа I), малые потребительские хозяйства (II), средние хозяйства с овощеводческой направленностью (III), крупные скотоводческие (IV), скотоводческие и овцеводческие хозяйства (V), овощеводческие и скотоводческие (VI), а также кластер наиболее крупных хозяйств разной направленности (VII).

Для выявленных типических групп могут быть разработаны меры точечной и дифференцированной государственной поддержки, учитывающие размер, специализацию и уровень экономической эффективности в каждой группе. Можно предположить, что резидентские ЛПХ характеризуются минимальной экономической активностью, а размер хозяйств положительно коррелирует с уровнем экономической активности. Поскольку подобный показатель не учитывался ни в ВСХП-2016, ни в СХМП-2021, в качестве косвенного индикатора экономической эффективности был выбран уровень товарности, учтенный в ВСХП-2016. Дальнейшее исследование ЛПХ, связанное с выявлением производственных типов, различающихся по уровню экономической активности (товарности), позволит оптимизировать и повысить эффективность государственной поддержки малых форм хозяйствования.

Глава 3 Направления использования результатов типологии подсобных хозяйств для принятия управленческих решений

3.1 Статистическая оценка уровня экономической активности на основе товарности и сравнительный анализ устойчивости выделенных типов ЛПХ

Для проверки гипотезы, заключающейся в том, что крупные и наиболее крупные хозяйства отличаются наибольшим уровнем товарности, т. е. фактически осуществляют предпринимательскую деятельность, необходимо определить средний уровень товарности в типических группах. Однако СХМП-2021 не учитывает подобные показатели, поэтому была проведена типизация ЛПХ Астраханской области по результатам ВСХП-2016.

Последняя проведенная Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 г. учла значительно больше показателей (320 показателей), в том числе показатели, характеризующие уровень товарности по отдельным видам продукции сельского хозяйства, а также показатели обеспеченности сельскохозяйственной техникой – основные их из них были сгруппированы в третью многомерную среднюю ММЗ (численность тракторов, численность грузовых автомобилей, численность легковых автомобилей).

На этапе предобработки выявлено и исключено 31 223 резидентских ЛПХ (или 25,5% от подготовленной совокупности). К выбросам было отнесено 91 ЛПХ. Кластерный анализ был проведен на основе трех многомерных средних: в соответствии с метриками SC , DB , CH было установлено, что для метода K -средних допустимо выбрать значение параметра $k = 5$ с целью получения сопоставимых результатов. Значения метрик качества кластеризации сопоставимы с результатами кластеризации по микроданным СХМП-2021. Дисперсионный анализ показал статистическую значимость различий между кластерами по многомерным средним при уровне значимости меньше 0,1 %. По сравнению с результатами кластерного анализа, проведенного в разделе 2.3, выявлен кластер скотоводческих и овцеводческих хозяйств с большой площадью посева кормовых культур.

Подготовленная совокупность данных, на основе которой был проведен кластерный анализ методом *K*-средних, использовалась при обучении модели *SOM* (гиперпараметры модели: $\sigma = 1,0$, $\text{num_iteration} = 100\,000$, $\text{learning_rate} = 0,3$, $\text{neighborhood_function} = \text{«gaussian»}$, $\text{activation_distance} = \text{«euclidean»}$; размер карты (выходного слоя) – 20×20). По графикам матриц активации можно сделать вывод, что средние и крупные ЛПХ с наибольшими значениями одновременно всех трех многомерных средних были отображены на половину карты, выше главной диагонали, при этом наиболее крупные хозяйства расположены в верхнем правом углу карты (рисунок Д.7 приложение Д).

Графики матриц усредненных значений признаков демонстрируют отображение наиболее крупных ЛПХ с большими значениями ММ1 на верхние крайние ячейки карты, с большими значениями ММ2 – на ячейки ближе к нижнему правому углу, с большими значениями ММ3 – на ячейки ближе к верхнему правому углу, где также прослеживаются ячейки с достаточно большими значениями ММ2. Можно сделать вывод, что отдельные хозяйства с наибольшим поголовьем сельскохозяйственных культур (признаки, вошедшие в ММ2), как правило, характеризуются достаточно большой технической обеспеченностью (ММ3). На основе графиков матриц активации, частот, расстояний и значений многомерных средних были определены границы кластеров и уточнен состав кластеров. Качество нейросетевой кластеризации оказалось сопоставимо с кластеризацией методом *K*-средних в соответствии с метриками кластеризации и дисперсионным анализом.

Показатели размеров и специализации подготовленной совокупности ЛПХ на основе модели *SOM* представлены в таблицах 3.1, 3.2. В результате применения разработанной методики нейросетевого кластерного анализа более отчетливо проявляется специализация экономически активных ЛПХ: овощеводческая специализация кластера IV, скотоводческая специализация кластера V, а также скотоводческая и овцеводческая специализация кластера VI (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Показатели наличия ресурсов ЛПХ Астраханской области (в расчете на 1 хозяйство) в результате кластеризации методом SOM

Показатель	Тип хозяйств						
	Рези- дент- ские	Малые потребительские		Средние овоще- водчес- кие	Крупные		Наиболее крупные со смешан- ным с.-х.
		смешан- ное с.-х.	ското- водчес- кие		овоще- водческие и ското- водческие	ското- водческие и овце- водческие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V	VI	VII
Число ЛПХ	31223	47956	33975	4943	3425	871	91
Удельный вес ЛПХ в общей численности, %	25,5	39,2	27,7	4,0	2,8	0,7	0,1
Общая площадь земли, а	27,1	114,4	413,4	601,3	2269,0	7728,8	22566,8
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:							
всего посевов под урожай,	0,0	1,5	2,8	73,5	28,5	39,4	1652,9
в т. ч.: картофель	-	0,5	0,5	18,3	3,9	0,9	275,3
овощные и бахчевые открытого грунта	-	1,0	2,2	53,9	24,4	7,0	1375,0
кормовые	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	0,5
сенокосы	7,2	55,0	173,1	277,7	1008,1	1810,4	7972,7
пастбища	4,9	40,6	199,7	125,4	1104,0	5789,5	11517,3
многолетние насаждения	0,0	0,9	1,1	3,4	1,4	1,0	2,0
Поголовье с.-х. животных, голов:							
скот крупный рогатый,	-	0,7	2,1	0,9	8,0	24,2	57,8
в т. ч.: скот молочный крупный рогатый (коровы)	-	0,3	0,8	0,4	2,7	8,6	21,5
свиньи	-	0,0	0,1	0,0	0,1	0,9	0,3
овцы	-	0,8	5,4	1,3	18,1	167,9	294,6
козы	-	0,0	0,2	0,1	0,3	7,8	31,3
птица	-	1,0	3,6	4,0	4,6	27,1	47,3

Источник: рассчитано автором по микроданным ВСХП-2016

Средние и крупные хозяйства характеризуются наибольшей товарностью по отдельным видам продукции сельского хозяйства, однако модель SOM позволила выявить средние и крупные хозяйства с товарностью на более высоком уровне, и малые хозяйства, чей уровень товарности еще ниже, повысив таким образом общее качество типологии (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Показатели технического обеспечения (в расчете на 1 хозяйство) и товарности ЛПХ Астраханской области в результате кластеризации методом SOM

Показатель	Тип хозяйств						
	Резидентские	Малые потребительские		Средние овощеводческие	Крупные		Наиболее крупные со смешанным с.-х.
		смешанное с.-х.	скотоводческие		овощеводческие и скотоводческие	скотоводческие и овцеводческие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V	VI	VII
Численность сельскохозяйственной техники, шт.:	-	-	-				
тракторы				0,0	0,4	0,0	1,5
автомобили грузовые	-	-	1,0	0,6	1,1	0,8	1,2
автомобили легковые	-	-	0,0	0,0	0,7	0,1	0,6
Уровень товарности по видам продукции, %:							
продукция растениеводства, в т. ч.:							
картофель	0,0	1,9	1,9	4,2	5,4	2,7	3,3
овощи	0,0	5,2	7,5	14,4	13,1	7,3	9,0
плоды	0,0	2,9	4,0	13,6	6,8	5,2	5,8
ягоды	0,0	1,5	2,3	7,2	3,4	2,2	2,0
виноград	0,0	0,8	1,4	6,2	2,6	1,6	0,4
в среднем	0,0	2,5	3,4	9,1	6,3	3,8	4,1
продукция животноводства, в т. ч.:							
скот и птица	0,0	2,0	5,9	3,5	16,2	36,7	33,1
молоко всех видов	0,0	1,5	3,4	2,2	8,9	14,2	17,0
в среднем	0,0	1,7	4,7	2,9	12,5	25,5	25,0
средний уровень товарности	0,0	2,2	3,8	7,3	8,1	10,0	10,1

Источник: рассчитано автором по микроданным ВСХП-2016

Кластеры, включающие крупные и наиболее крупные ЛПХ, характеризуются наиболее высоким уровнем товарности продукции сельского хозяйства, и в первую очередь, продукции животноводства. Так, по скоту и птице, а также по молоку средний уровень товарности наиболее крупных хозяйств достигает 33,1 % и 17,0 % соответственно, что сопоставимо с товарностью кластера крупных скотоводческих и овцеводческих хозяйств (уровень товарности скота и птицы в данном кластере выше на 3,6 %, молока – ниже на 2,8%) и кластера крупных овощеводческих и скотоводческих хозяйств

(в этом кластере уровень товарности скота и птицы достаточно высок, хотя и ниже на 16,9 %, молока – на 8,1 %). При этом в кластере VI достаточно малая техническая обеспеченность по сравнению с кластерами V и VII.

Таким образом, разработать типологию совокупности ЛПХ Астраханской области с учетом различий, в том числе в уровне товарности и технической обеспеченности, позволяют результаты ВСХП-2016. При этом установлено, что кластеризация на основе обобщенных признаков в виде многомерных средних позволяет получить типологию, в которой более отчетливо проявляются различия между типическими группами в части специализации на производстве отдельных видов продукции растениеводства и животноводства.

Применение методики типизации ЛПХ на основе нейросетевой модели *SOM* и многомерных средних позволило лучше оценить число выбросов в каждом кластере с учетом значений многомерных средних, а также уточнить состав кластеров на основе диаграмм, построенных по матрицам активации, расстояний, частот и усредненных значений интегральных показателей.

В результате применения методики была получена типология, включающая 7 типических групп хозяйств: резидентские хозяйства, не имеющие сельскохозяйственных ресурсов (группа I), малые потребительские хозяйства со смешанным сельским хозяйством (II) и скотоводческой направленностью (III), средние овощеводческие хозяйства (IV), крупные овощеводческие и скотоводческие (V), скотоводческие и овцеводческие хозяйства (VI), а также кластер наиболее крупных хозяйств разной направленности (VII).

Для выявленных типических групп могут быть разработаны меры точечной и дифференцированной государственной поддержки, учитывающей размер, специализацию и уровень экономической эффективности в каждой группе.

Результаты типизации личных подсобных хозяйств могут быть использованы в рамках разработки систем поддержки принятия решений и систем предиктивной аналитики, которые обеспечивают адресность государственной поддержки типических групп ЛПХ на основании их размера, специализации, а также уровня экономической активности.

С целью определения уровня экономической эффективности, с учетом которого в данном разделе диссертационного исследования предлагаются меры точечной поддержки хозяйств, для каждого сформированного кластера был рассчитан уровень товарности производимой сельскохозяйственной продукции с учетом хозяйств, реализующих продукцию (таблица 3.4), и без учета таких хозяйств (таблица 3.5).

Однако перед этим был оценен уровень товарности в совокупности ЛПХ в целом (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Уровень товарности в исследуемой совокупности ЛПХ, %

Вид продукции	Среднее	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	Мин.	Макс.	Медиана (0,5-квантиль)	0,85-квантиль	0,90-квантиль	0,95-квантиль	0,99-квантиль
Картофель	1,6	9,4	5,9	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0
Овощи	5,1	16,6	3,3	0,0	100,0	0,0	0,0	15,0	50,0	85,0
Плоды	3,0	10,9	3,6	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	30,0	50,0
Ягоды	1,6	8,4	5,1	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	5,0	50,0
Виноград	1,0	6,8	6,6	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0
Рассада	0,0	1,7	47,3	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Скот и птица	3,3	12,2	3,7	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	30,0	65,0
Молоко всех видов	2,0	10,1	5,1	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	5,0	60,0
Яйцо	0,7	5,5	7,9	0,0	95,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0
Шерсть	0,8	7,8	10,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0
Шкурки пушных зверей	0,0	0,2	166,3	0,0	70,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кормовые культуры	0,1	3,5	26,1	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Мед	0,0	0,9	84,9	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Источник: рассчитано автором по микроданным ВСХП-2016

Наблюдается значительная неоднородность совокупности ЛПХ с точки зрения уровня товарности (минимальный коэффициент вариации по видам продукции составляет 3,3). По каждому отдельному виду продукции наблюдается нулевой уровень товарности как минимум у 85% хозяйств. Подмножество из 10% хозяйств характеризуется уже минимальным уровнем товарности 15%, что свидетельствует о ведении предпринимательской

деятельности и реализации продукции в небольших объемах. При этом 5% хозяйств реализуют значительную долю произведенной продукции овощей (50%), плодов, скота и птицы (30%), 1% хозяйств ведут интенсивную предпринимательскую деятельность, реализуя более половины произведенной продукции по таким видам, как овощи, картофель, скот и птица, молоко. Типизация хозяйств привела к уменьшению вариации уровня товарности в группах. По отдельным видам продукции внутригрупповая вариация снизилась до 0,73.

Типические группы существенно различаются по уровню товарности (таблица 3.4). По таблице 3.4 мы можем видеть, что в среднем в Астраханской области личные подсобные хозяйства реализуют 5,1% овощей, 3,3% продукции скота и птицы, 3,0% плодов; для всех других видов учтенной продукции реализованная доля заметно меньше. Средний уровень товарности ЛПХ в области составляет 1,5%.

Прослеживается прямая взаимосвязь между размерами хозяйств и уровнем товарности: так, многочисленный кластер 1, включающий резидентские ЛПХ, характеризуется нулевым уровнем товарности, наиболее многочисленный кластер 2 – наименьшим уровнем товарности в среднем по всем видам продукции (1,3%), средняя товарность по всем видам продукции средних и крупных, а также наиболее крупных хозяйств значительно выше и находится в диапазоне от 4,2 до 6,9%.

Выявленная взаимосвязь подтверждается и при рассмотрении отдельных видов продукции, за исключением винограда (наименьший уровень товарности в кластере 7) и рассады.

Наибольшая товарность отчетливо прослеживается в кластерах 6, 7, 4, 5, которые включают крупные и средние хозяйства. При этом крупные и наиболее крупные хозяйства характеризуются в первую очередь высоким уровнем товарности продукции животноводства, а средние хозяйства кластера 4 отличаются значительной товарностью продукции растениеводства.

Таблица 3.4 – Средний уровень товарности в сформированных кластерах, %
(с учетом хозяйств, не реализовывавших продукцию)

Вид продукции	Товар- ность в среднем по всем кластерам	Тип хозяйств						
		Рези- дент- ские	Малые потребительские		Средние овоще- водчес- кие	Крупные		Наи- более круп- ные со смешан- ным с.- х.
			смешан- ное с.-х.	ското- водчес- кие		овоще- водчес- кие и ското- водчес- кие	ското- водчес- кие и овце- водчес- кие	
Номер кластера		I	II	III	IV	V	VI	VII
Число хозяйств, всего	122484	31223	47956	33975	4943	3425	871	91
Картофель	1,6	0,0	1,9	1,9	4,2	5,4	2,7	3,3
Овощи	5,1	0,0	5,2	7,5	14,4	13,1	7,3	9,0
Плоды	3,0	0,0	2,9	4,0	13,6	6,8	5,2	5,8
Ягоды	1,6	0,0	1,5	2,3	7,2	3,4	2,2	2,0
Виноград	1,0	0,0	0,8	1,4	6,2	2,6	1,6	0,4
Рассада	0,0	-	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Скот и птица	3,3	0,0	2,0	5,9	3,5	16,2	36,7	33,1
Молоко всех видов	2,0	0,0	1,5	3,4	2,2	8,9	14,2	17,0
Яйцо	0,7	-	0,3	1,3	1,8	2,3	7,5	3,1
Шерсть	0,8	0,0	0,4	1,4	0,7	3,6	12,2	7,6
Шкурки пушных зверей	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-
Кормовые культуры	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	0,3	0,4
Мед	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-
В среднем	1,5	0,0	1,3	2,3	4,2	4,8	6,9	6,3

Источник: рассчитано автором по микроданным ВСХП-2016

При сравнении кластера наиболее крупных хозяйств разной направленности (кластер 7) и кластера скотоводческих и овцеводческих хозяйств (кластер 6), можно сделать следующие выводы: средний уровень товарности в кластере 6 выше на 0,6 %, что достигается за счет большей доли реализованной продукции животноводства (удельный вес реализованной продукции скота и птицы выше на 3,6 %, шерсти – 4,6 %, реализованных яиц – на 4,4 %); однако кластер 7 характеризуется наибольшей среди всех кластеров долей реализованного молока (17,0 %, что больше, чем в кластере 6, на 2,8 %).

Средняя доля реализованной продукции растениеводства в кластере средних овощеводческих (кластер 4) и крупных овощеводческих и скотоводческих (кластер 5) составляет 7,6 % и 5,2 % соответственно. По

отдельным видам продукции растениеводства уровень товарности кластера 4 выше, чем кластера 5: доля реализованных овощей больше на 1,3 %, плодов – на 6,8 %, ягод – на 3,8 %, винограда – на 3,6 %. Но при этом, за счет смешанной специализации крупных хозяйств кластер 5 характеризуется большей средней товарностью (на 0,6 %): доля реализованной продукции животноводства в данном кластере больше (скота и птицы – на 12,7 %, молока – на 6,7 %, яиц – на 0,5 %, шерсти – на 2,9 %, кормовых культур – на 0,4 %).

Таблица 3.5 – Средний уровень товарности в сформированных кластерах, %
(без учета хозяйств, не реализовывавших продукцию)

Вид продукции	Тип хозяйств						
	Резидентские	Малые потребительские		Средние овощеводческие	Крупные		Наиболее крупные со смешанным с.-х.
		смешанное с.-х.	скотоводческое		овощеводческие и скотоводческие	скотоводческие и овощеводческие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V	VI	VII
Число хозяйств, всего	31223	47956	33975	4943	3425	871	91
Картофель	1,0	44,9	42,7	44,6	45,4	43,3	60,0
Овощи	1,0	41,1	42,6	44,7	48,9	41,0	42,9
Плоды	12,9	29,5	28,1	39,0	33,0	29,3	37,9
Ягоды	10,8	30,1	29,7	32,7	30,9	28,0	45,0
Виноград	1,0	27,8	29,0	36,1	33,5	28,5	20,0
Рассада	-	75,1	68,7	61,5	79,7	36,7	-
Скот и птица	1,2	31,5	36,9	37,2	41,0	47,3	49,4
Молоко всех видов	1,0	37,3	39,1	39,3	42,2	43,4	49,8
Яйцо	-	25,9	30,8	30,6	32,8	42,2	31,1
Шерсть	1,0	57,6	68,0	81,0	67,6	79,4	76,7
Шкурки пушных зверей	1,0	-	32,0	20,0	-	-	-
Кормовые культуры	98,2	90,2	75,7	65,0	48,8	48,0	13,3
Мед	-	60,3	79,1	80,0	-	-	-
В среднем	12,9	45,9	46,3	47,1	45,8	42,5	42,6

Источник: рассчитано автором по микроданным ВСХП-2016

При исключении хозяйств, которые не реализовывали продукцию определенного вида, в таблице 3.5 мы можем наблюдать, что наименьший уровень товарности по видам продукции наиболее часто характерен хозяйствам кластера 1, наибольший уровень товарности по отдельным видам продукции –

хозяйствам кластера 5 (овощи, рассада) и 7 (картофель, ягоды, скот и птица, молоко).

Однако при анализе таблицы 3.3 необходимо учитывать также и долю тех хозяйств в каждом кластере, которые реализовывают продукцию. Такая информация отражена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Удельный вес хозяйств, реализовавших продукцию по видам

Вид продукции	Тип хозяйств						
	Резидентские	Малые потребительские		Средние овощеводческие	Крупные		Наиболее крупные со смешанным с.-х.
		смешанное с.-х.	скотоводческие		овощеводческие и скотоводческие	скотоводческие и овцеводческие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V	VI	VII
Число хозяйств, всего	31223	47956	33975	4943	3425	871	91
Картофель	0,0	4,2	4,4	9,4	11,8	6,2	5,5
Овощи	0,0	12,6	17,7	32,2	26,8	17,7	20,9
Плоды	0,0	9,8	14,1	34,9	20,6	17,7	15,4
Ягоды	0,1	4,9	7,8	22,0	10,9	7,9	4,4
Виноград	0,1	2,9	4,8	17,1	7,8	5,7	2,2
Рассада	-	0,0	0,1	0,2	0,1	0,3	-
Скот и птица	0,1	6,3	16,1	9,5	39,5	77,7	67,0
Молоко всех видов	0,0	3,9	8,8	5,6	21,1	32,7	34,1
Яйцо	-	1,3	4,3	6,0	7,1	17,8	9,9
Шерсть	0,0	0,8	2,0	0,9	5,3	15,4	9,9
Шкурки пушных зверей	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-
Кормовые культуры	0,2	0,1	0,2	0,1	0,9	0,6	3,3
Мед	-	0,0	0,0	0,1	-	-	-
В среднем	0,0	3,6	6,2	10,6	11,7	15,4	13,3

Источник: рассчитано автором по микроданным ВСХП-2016

Не учитывая кластер 1, в который не вошло почти ни одно хозяйство, реализующее продукцию, средний удельный вес ЛПХ, реализующих продукцию сельского хозяйства, в кластере 2 наименьший (3,6 %), тогда как в кластерах 5 и 6 – наибольший (15,4 и 13,3 % соответственно). Сравнивая кластеры 5 и 6, видно, что в кластере 5 больше удельный вес хозяйств, реализующих продукцию скотоводства и птицеводства (на 10,7 %), яйца (на 7,9 %), шерсть (на 5,5 %), ягоды (на 3,5 %), виноград (на 3,5 %), плоды (на 2,3 %), картофель (на 0,7 %) но

меньше доля хозяйств, реализующих овощи (на 3,2 %), кормовые культуры (на 2,7 %), молоко (на 1,4 %); средний удельный вес хозяйств, реализующих сельскохозяйственную продукцию, является сопоставимым. Кластеры 4 и 5 являются достаточно схожими по доле ЛПХ, которые реализуют продукцию, однако при сравнении их с кластером наиболее крупных хозяйств (7) и кластером крупных скотоводческих и овцеводческих хозяйств (6) в последних наблюдается большая доля таких ЛПХ (в первую очередь в части продукции животноводства).

Между уровнем товарности по отдельным видам продукции и соответствующей многомерной средней была установлена слабая статистическая связь. Наиболее заметная корреляция наблюдается между многомерной средней ММЗ и удельным весом следующих видов реализованной продукции (без учета хозяйств, не реализующих продукцию сельского хозяйства): рассада (для малых хозяйств значение коэффициента корреляции Пирсона $R = 0,31$, для наиболее крупных – $R = 0,76$), кормовые культуры (для кластера средних хозяйств $R = 0,45$).

Установленные различия в уровне товарности между типическими группами ЛПХ Астраханской области по микроданным ВСХП-2016 свидетельствуют о наличии многочисленной группы резидентских хозяйств с нулевым уровнем товарности, групп малых хозяйств с уровнем товарности от 3,6 до 6,2 %, а также групп средних, крупных и наиболее крупных хозяйств со значительно более высоким уровнем товарности, по отдельным видам продукции достигающим порядка 37 % с учетом не реализующих продукцию хозяйств в группе и 78 % без учета таких хозяйств. Подобные значения говорят о фактически осуществляемой предпринимательской деятельности, эффективность которой может быть увеличена в случае перехода данных ЛПХ в иную категорию хозяйств, предполагающую предпринимательскую деятельность и расширенные меры поддержки со стороны государства.

Таким образом, крупные хозяйства, которые могут быть выявлены на основе предлагаемой методики типизации ЛПХ, характеризуются высоким уровнем товарности или экономической активности, т. е. являются товарными.

На основе вышеизложенного, группы крупных хозяйств, выделенные по данным СХМП-2021, могут быть названы товарными.

Для оценки устойчивости выделенных типов хозяйств был проведен сравнительный анализ результатов кластеризации, осуществленной по микроданным ВСХП-2016 и СХМП-2021 (таблица 3.7).

Следует учитывать, что размерность пространства признаков в 2016 г. отличается от 2021 г. ввиду добавления показателей технического обеспечения, поэтому стандартизация и кластеризация данных за 2016 и 2021 гг. осуществлялась независимо. Полученные кластеры не подлежат прямому координатному сравнению, однако их сопоставление возможно на основе средних натуральных показателей.

Сравним типические группы, полученные по микроданным ВСХП-2016 и СХМП-2021. Специализация в выделенных типах по данным СХМП-2021 по сравнению с типами по данным ВСХП-2016 отличается значительно, поэтому группы средних и крупных хозяйств были укрупнены на основе расчета взвешенных средних. По размерам типы хозяйств в достаточной степени являются сопоставимыми.

Наиболее устойчивыми типами ЛПХ оказались кластеры резидентских (кластер I), малых потребительских (II) и наиболее крупных хозяйств (VII). По микроданным переписи и микропереписи были выделены кластеры крупных хозяйств (кластеры V, VI), при этом в обоих случаях один из этих кластеров имеет животноводческую специализацию (скотоводство и овцеводство), а второй – смешанную специализацию (овощеводство и скотоводство), численность кластеров отличается существенно. Наименее устойчивыми оказались группы III, IV как по размеру, так и по специализации. Различия можно объяснить дополнительным интегральным показателем, отражающим техническую обеспеченность, учтенным в случае кластеризации по микроданным ВСХП-2016.

Таблица 3.7 – Выделенные типы ЛПХ Астраханской области в результате нейросетевой кластеризации

Показатель	Резидентские		Малые потребительские		Товарные					
					средние		крупные		наиболее крупные	
Год	2016	2021	2016	2021	2016	2021	2016	2021	2016	2021
Число ЛПХ	31223	48591	47956	63182	38918	14431	4296	3099	91	80
Удельный вес ЛПХ в общей численности, %	25,5	37,6	39,2	48,8	31,8	11,2	3,5	2,4	0,1	0,1
Общая площадь земли, а	27,1	7,5	114,4	57,6	437,3	89,4	3376,0	1773,5	22566,8	12300,3
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:										
всего посевов под урожай,	0,0	-	1,5	1,3	11,8	13,6	30,7	42,2	1652,9	885,5
в т. ч.: картофель	-	-	0,5	0,1	2,8	1,9	3,3	8,2	275,3	180,1
овощные и бахчевые открытого грунта	-	-	1,0	1,2	8,8	11,2	20,9	31,1	1375,0	508,0
кормовые	-	-	0,0	0,0	0,0	0,1	6,4	2,1	0,5	175,0
сенокосы	7,2	0,1	55,0	19,5	186,4	26,8	1170,8	410,7	7972,7	1564,7
пастбища	4,9	-	40,6	25,3	190,3	24,9	2054,0	1256,6	11517,3	8380,3
многолетние насаждения	0,0	0,0	0,9	0,3	1,4	1,1	1,3	0,5	2,0	1,1
Поголовье с.-х. животных, голов:										
скот крупный рогатый,	0,0	0,0	0,7	1,0	1,9	1,0	11,3	29,5	57,8	92,6
в т. ч.: коровы	-	-	0,3	0,3	0,7	0,4	3,9	5,0	21,5	13,1
свиньи	-	-	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,5	0,3	2,2
овцы	-	-	0,8	1,4	4,9	1,1	48,5	98,4	294,6	400,2
козы	-	-	0,0	0,0	0,2	0,0	1,8	2,6	31,3	23,1
птица	-	-	1,0	1,3	3,7	3,4	9,2	15,2	47,3	81,1

Источник: разработано автором по микроданным ВСХП-2016, СХМП-2021

Таким образом, выделенные типические группы в целом оказались достаточно устойчивыми. С учетом установленного уровня товарности названия производственных типов ЛПХ могут быть уточнены: резидентские (I), малые потребительские смешанной направленности (II), средние товарные овощеводческой направленности (III), крупные товарные: скотоводческие (IV), скотоводческие и овцеводческие (V), овощеводческие и скотоводческие (VI), а также наиболее крупные товарные хозяйства смешанной специализации (VII).

Дальнейшее исследование может предполагать изучение типов хозяйств в динамике с одинаковым набором признаков, однако поскольку СХМП-2021 не учла как показатели технической обеспеченности, так и множество других важных показателей, для проведения подобного исследования потребуются микроданные последующей Всероссийской сельскохозяйственной переписи. Кроме того, методику выделения производственных типов можно апробировать на статистической совокупности личных подсобных хозяйств другого региона, в том числе характеризующегося иными агроэкологическими условиями, что позволит оценить их влияние на размеры сельскохозяйственного производства в ЛПХ.

3.2 Анализ влияния агроэкологических условий на размеры сельскохозяйственного производства в личных подсобных хозяйствах

Агроэкологические факторы оказывают все большее воздействие на производство продукции сельского хозяйства. Так, в соответствии с докладом IPCC – «Межправительственной панели по изменению климата» (англ. Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change), вызванное деятельностью человека глобальное потепление привело к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, ухудшению качества и стабильности урожая, снижению плодovitости животных, увеличению смертности и темпах восстановления стада, что угрожает продовольственной безопасности [241]. Негативное влияние изменения климата на производство продукции сельского хозяйства и устойчивость агропродовольственных систем

отмечается и в отчете Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (англ. The Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) [270].

Предлагаемый методический подход к выделению производственных типов ЛПХ может быть применен для анализа совокупностей личных подсобных хозяйств различных регионов Российской Федерации, включая регионы с разными агроэкологическими условиями, позволяя выявить различия между исследуемыми совокупностями ЛПХ и оценить влияние агроэкологических условий на размеры сельскохозяйственного производства, в том числе производства органической продукции высокого качества, в сопоставимых типических группах.

Обеспечение продовольственной безопасности предполагает интенсивное увеличение объемов производимой сельскохозяйственной продукции, что зачастую негативно отражается на ее качестве. Одним из решений этой проблемы является переход на производство органической продукции, но его широкому распространению этой технологии препятствуют множество факторов, включая климатические и агроэкологические. Традиционно относящиеся к малым формам хозяйствования в Российской Федерации, ЛПХ, могут занять свою нишу в производстве органической продукции.

Более того, малые фермы играют важную роль в переходе к устойчивому сельскому хозяйству. Так, в докладе группы экспертов по продовольственной безопасности и питанию HLPE (англ. High Level Panel of Experts) отмечается, что небольшие фермы, по сравнению с крупными, чаще применяют меры для поддержания здоровья и плодородия почвы, используют севооборот и междурядные культуры, покровные культуры, чаще производят внесение компоста и органических удобрений; одновременно с этим малые фермы отличаются большим разнообразием сельскохозяйственного производства [233].

Это подтверждает актуальность изучения влияния агроэкологических факторов на уровень производства продукции сельского хозяйства в относительно небольших фермах, представленных в том числе крупными ЛПХ, которые по размерам ресурсов зачастую сопоставимы с К(Ф)Х.

Для оценки влияния агроэкологических условий на размеры сельскохозяйственного производства ЛПХ может быть проведена их типизация и дана комплексная характеристика производственных типов в регионах с благоприятными и неблагоприятными агроэкологическими условиями. В регионах с разным уровнем состояния окружающей природной среды на основе типологии могут быть определены особенности формирования типов хозяйств, выделены наиболее экономически активные группы ЛПХ, в которых потенциально может быть сосредоточено производство органической продукции. Экономическая активность, как было представлено в разделе 3, определяется косвенно на основе уровня товарности, который, в свою очередь, прямо коррелирует с размерами хозяйств. Результаты типизации могут быть использованы для принятия более эффективных управленческих решений, связанных с развитием и поддержкой наиболее уязвимых, экономически эффективных, либо перспективных групп личных подсобных хозяйств в зависимости от конкретных целей и направлений государственной политики, включая поддержку производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

На основе распоряжения Правительства Российской Федерации от 26 января 2017 г. № 104-р «О перечне субъектов РФ, территории которых относятся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции территориям» [146] в качестве представителей аграрных регионов Российской Федерации были отобраны: Астраханская область с благоприятными агроэкологическими условиями и Брянская область с неблагоприятными агроэкологическими условиями. По результатам сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. число ЛПХ (и других индивидуальных хозяйств граждан сельских населенных пунктов) в Брянской области была значительно больше, чем в Астраханской области и составила 201 048 единиц [157], при этом удельный вес ЛПХ (хозяйств населения) в производстве продукции сельского хозяйства в 2025 г. в Брянской области составил 16% [36], что меньше чем в Астраханской области и в России в целом; при этом в 2006 г. в двух регионах удельный вес был сопоставимым: в Астраханской области – 61%, в Брянской

области – 62%. (рисунок 1.3). Такое значительно более существенное уменьшение удельного веса ЛПХ Брянской области в производстве сельскохозяйственной продукции, по сравнению с Астраханской областью, может объясняться в том числе неблагоприятными агроэкологическими условиями. При этом Брянская область характеризуется большим удельным весом сельскохозяйственных организаций в производстве продукции сельского хозяйства в целом (76%) и особенно в производстве продукции животноводства (88%) [36].

Климатические условия в двух регионах достаточно сильно различаются. По данным Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации [77], а также правительств Астраханской области [131] и Брянской области [148] климат Астраханской области является резко континентальным, засушливым, Брянской области – умеренно континентальным; средняя температура в Астраханской области в январе варьируется от -6°C до -10°C , в июле – около 25°C , в Брянской области: в январе от -7°C до -9°C , в июле – порядка 19°C ; среднегодовое количество осадков в Астраханской области – 200 мм в год, в Брянской области – от 560 до 640 мм в год; продолжительность вегетационного периода в Астраханской области – от 201 до 216 дней, в Брянской области – от 180 до 200 дней. Можно предположить, что Астраханская область была включена в обновленный перечень неблагоприятных для производства сельскохозяйственной продукции территорий от 2023 г. в первую очередь в связи с засушливым климатом, неблагоприятным для ведения растениеводческой деятельности.

Таким образом, выбранные регионы позволяют оценить каким образом агроэкологические условия способствуют развитию малого агробизнеса (что характерно Астраханской области) или препятствуют такому развитию (характерно Брянской области). При этом малые хозяйства Брянской области не могут конкурировать с крупными агрохолдингами по объему производимой продукции, но могут конкурировать по качеству этой продукции, что стимулирует их развивать органическое производство.

Методический подход к выделению производственных типов был применен для анализа совокупности ЛПХ Брянской области. Разведочный иерархический кластерный анализ небольшой выборки ЛПХ Брянской области позволил выявить 5 типических групп. Применение метода *K*-средних (при $k = 5$) на основе двух многомерных средних для основной совокупности с последующим уточнением границ кластеров на основе модели *SOM* позволило выявить кластеры II-VI (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Характеристика сформированных кластеров ЛПХ Брянской области по микроданным СХМП-2021 на основе многомерных средних и метода *SOM*

Показатель	Тип хозяйств						
	Рези- дент- ские	Малые пот- ребител- ские	Средние		Крупные		Наиболее крупные со смешанным с.-х.
			кар- тофеле- вод- ческие	смешан- ное с.-х.	смешан- ное с.-х.	овоще- водческие	
Номер кластера	I	II	III	IV	V	VI	VII
Число ЛПХ	93799	86223	15616	10439	800	88	113
Общая площадь земли, а	44,9	33,7	63,2	75,5	207,7	959,9	1742,4
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:							
всего посевов под урожай,	1,2	11,8	34,2	41,2	89,9	649,2	1236,2
в т. ч.: картофель	-	7,5	15,0	16,1	19,9	172,8	275,9
овощные и бахчевые открытого грунта	-	1,2	3,2	2,5	3,3	27,2	72,1
кормовые	-	0,7	4,2	4,2	9,1	124,3	391,5
сенокосы	7,4	2,8	7,6	15,4	62,5	127,0	223,1
пастбища	1,2	0,3	0,5	2,1	32,6	57,4	169,1
многолетние насаждения	0,3	0,4	1,3	0,7	1,0	12,2	25,6
Поголовье с.-х. животных, голов:							
скот крупный рогатый,	-	0,0	0,1	0,5	2,8	1,0	12,0
в т. ч.: скот молочный крупный рогатый (коровы)	-	0,0	0,1	0,4	1,5	0,4	6,4
свиньи	-	0,1	0,4	1,4	3,0	0,9	9,0
овцы	-	0,0	0,0	0,3	5,4	0,3	34,0
козы	-	0,0	0,0	0,4	1,6	0,4	8,3
птица	-	5,1	12,7	29,4	48,2	12,3	93,1

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Гиперпараметры модели *SOM*: $\sigma = 3,0$, $\text{num_iteration} = 100\,000$, $\text{learning_rate} = 0,1$, $\text{neighborhood_function} = \text{«gaussian»}$, $\text{activation_distance} = \text{«euclidean»}$; размер карты (выходного слоя) – 20×20 . В результате предварительной обработки данных выявлены резидентские ЛПХ (кластер I) и наиболее крупные хозяйства (кластер VII). Коэффициент силуэта *SC* составил 0,561, дисперсионный анализ показал статистическую значимость различий между группами по двум многомерным средним при уровне значимости меньше 0,1 %.

Сравнивая типические группы ЛПХ Астраханской области и Брянской области можно сделать следующие выводы. В первую очередь сравним структуру ЛПХ в двух регионах (рисунки 3.1, 3.2).

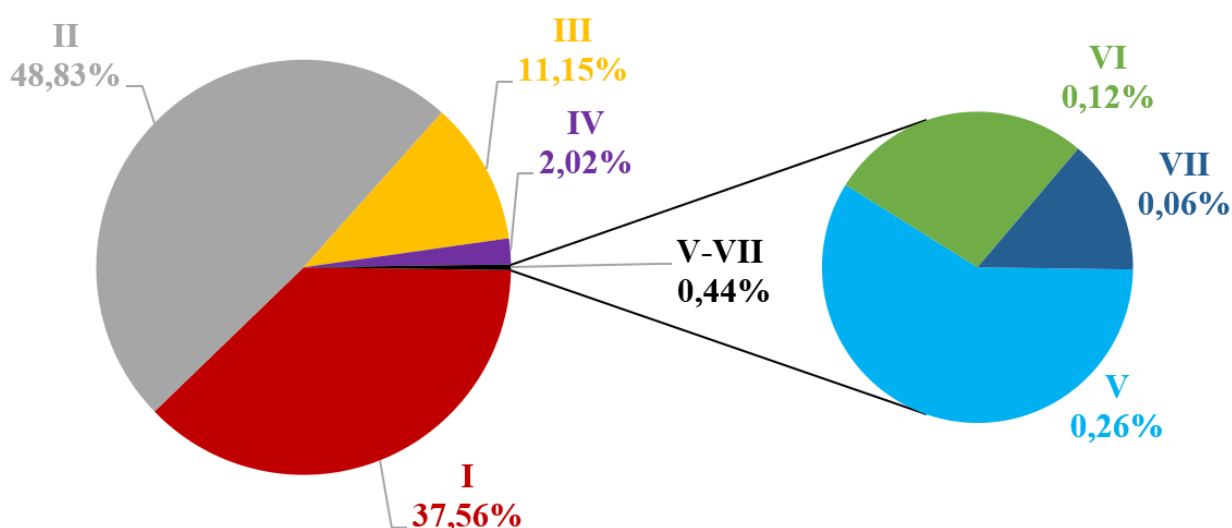


Рисунок 3.1 – Структура ЛПХ Астраханской области в результате выделения семи типических групп

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

В целом структуры совокупностей ЛПХ Астраханской области и Брянской области достаточно схожи. В Брянской области доля резидентских ЛПХ (группа I) на 7,74% больше, чем в Астраханской области, и при этом почти на столько же меньше доля малых потребительских хозяйств (на 7,20%), представленных в группе II.

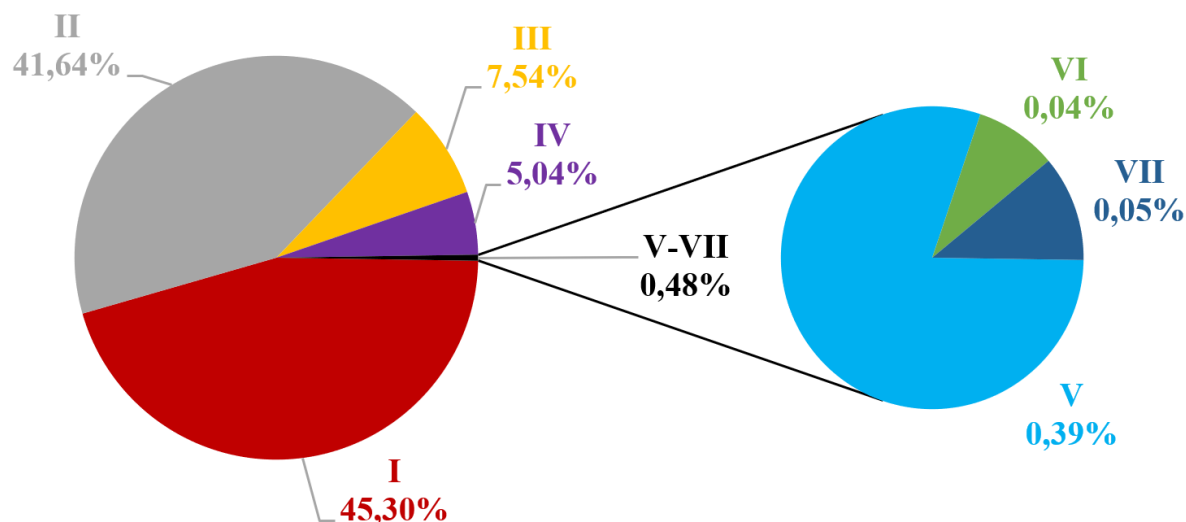


Рисунок 3.2 – Структура ЛПХ Брянской области в результате выделения семи типических групп

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Доля наиболее крупных хозяйств (группа VII) в обоих регионах составила порядка 0,05% (или 0,1% при исключении резидентских ЛПХ). Оставшиеся четыре типические группы (III-VI) включают средние и крупные хозяйства, совокупная доля которых в Брянской области составила 13,01%, в Астраханской области – 13,55%. При этом в Астраханской области были выявлены три группы крупных ЛПХ (IV, V, VI) и одна группа средних ЛПХ (III), а в Брянской области выявлены по две группы крупных (V, VI) и средних хозяйств (III, IV): совокупная доля экономически активных хозяйств (группы III-VII) в Астраханской области – 13,61%, в Брянской области – 13,07%; совокупная доля крупных хозяйств вместе с наиболее крупными в Астраханской области – 2,46%, в Брянской области – 0,48%.

Рассмотрим отдельно экономически активные группы хозяйств (кластеры III-VII). По общей площади посевов наиболее сопоставимы группы VI и VII в двух регионах (рисунок 3.3).

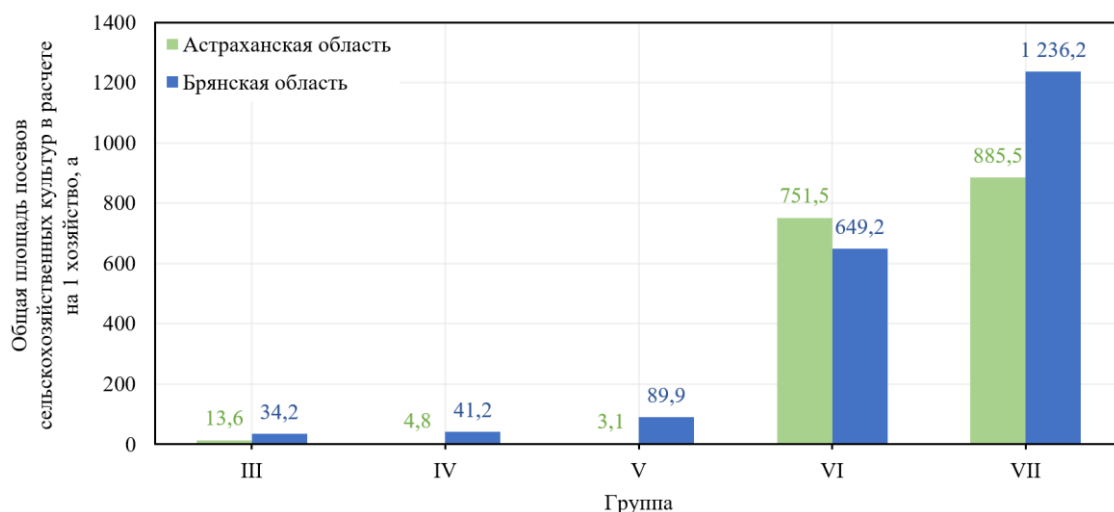


Рисунок 3.3 – Общая площадь посевов сельскохозяйственных культур в расчете на 1 хозяйство среди групп экономически активных ЛПХ, а

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Однако с точки зрения поголовья КРС в расчете на 1 хозяйство экономически активные группы Астраханской области заметно превосходят соответствующие группы Брянской области (рисунок 3.4).

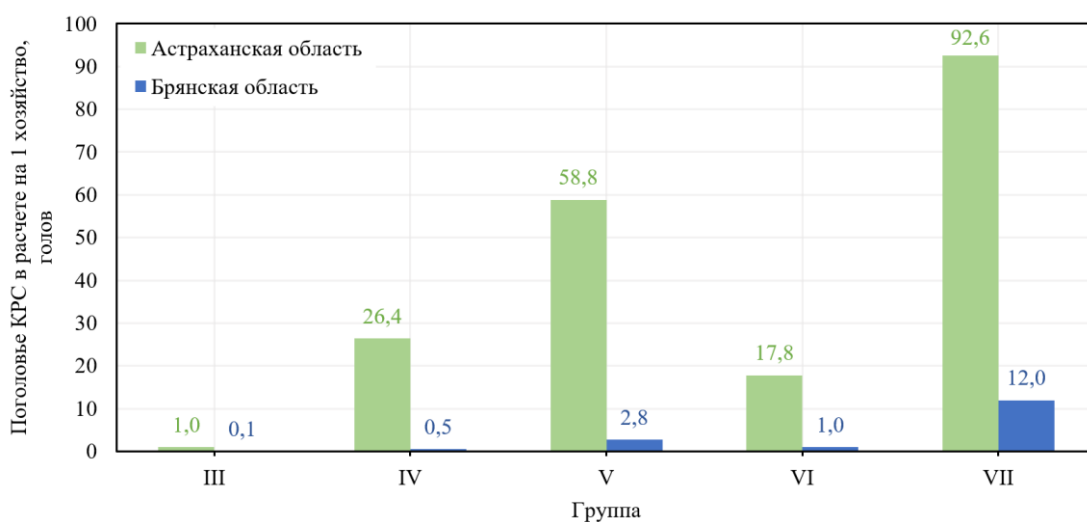


Рисунок 3.4 – Поголовье КРС в расчете на 1 хозяйство среди групп экономически активных ЛПХ, голов

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Аналогичное соотношение наблюдается по суммарному поголовью овец и коз в расчете на 1 хозяйство (рисунок 3.5).

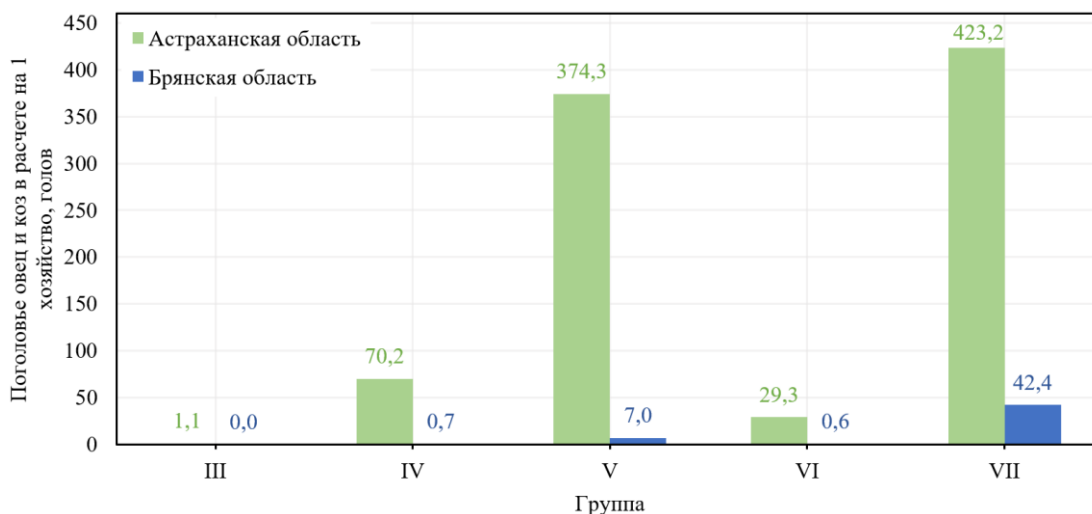


Рисунок 3.5 – поголовье овец и коз в расчете на 1 хозяйство среди групп экономически активных ЛПХ, голов

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

Достаточно сопоставимы следующие группы: в Брянской области – средние ЛПХ картофелеводческой направленности (кластер III), в Астраханской области – средние ЛПХ овощеводческой направленности (так же кластер III). Сравнивая эти две группы можно отметить, что площадь посева сельскохозяйственных культур в Брянской области больше на 0,21 га (или на 152,1%), в том числе картофеля – на 0,13 га (или более, чем в 7 раз), однако площадь посева овощных и бахчевых меньше на 794,8 м² (или на 71,3%).

Среди крупных хозяйств схожими являются следующие: в Брянской области – овощеводческие хозяйства (кластер VI), в Астраханской области – овощеводческие и скотоводческие (также кластер VI). В Брянской области у таких хозяйств на 1,02 га (или на 13,6%) меньше площадь посева сельскохозяйственных культур, в том числе площадь посева овощных и бахчевых – на 5,2 га (или на 95,0%), однако больше площадь посева картофеля – на 0,2 га (или на 13,3%).

Если сравнивать наиболее крупные хозяйства в двух регионах, следует отметить, что в Брянской области у данных хозяйств площадь посева сельскохозяйственных культур больше на 3,5 га (или на 40,0%), в том числе картофеля – на 0,96 га (или на 53,2%), кормовых – на 2,2 га (или на 123,7%), при этом меньше площадь посева овощных и бахчевых – на 4,4 га (или на 85,8%). Среди основных видов сельскохозяйственных животных данные хозяйства в

Брянской области имеют большее поголовье свиней (на 6,8 голов или в 4 раза) и птицы (на 12 голов, или на 14,9%), по остальным видам животных хозяйства уступают наиболее крупным хозяйствам Астраханской области: поголовье КРС меньше на 80,7 голов (или на 87,1%), в том числе коров молочного направления – на 6,7 голов (или на 50,8%), поголовье овец меньше на 366,2 голов (или на 91,5%), коз – на 14,8 голов (или на 63,8%).

По показателям размера посевных площадей (площадь посева картофеля, кормовых культур) малые ЛПХ Астраханской области уступают ЛПХ соответствующего кластера из Брянской области, однако по показателям размера площадей сенокосов и пастбищ, а также поголовья сельскохозяйственных животных (поголовье КРС, овец) домохозяйства Астраханской области опережают сравниваемые хозяйства. Подобные отличия справедливы для средних и крупных ЛПХ – в Астраханской области превалирует поголовье сельскохозяйственных животных, в Брянской области – площади посевов сельскохозяйственных культур.

Таким образом, доля экономически активных хозяйств (или, другими словами, хозяйств с относительно высоким уровнем товарности) в Брянской области на 0,54% меньше, чем в Астраханской области, доля крупных хозяйств меньше на 1,98%. Такие малые значения можно объяснить тем, что регионы с точки зрения агроэкологических условий отличаются, однако эти отличия проявляются не сильно, что подтверждается обновленным в 2023 г. перечнем субъектов Российской Федерации, территории которых относятся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции территориям, в соответствии с которым из числа неблагоприятных регионов была исключена Брянская область, а Астраханская область была в этот перечень добавлена [146, 118]. Учитывая, что в Астраханской области достаточно сильно развито животноводство, в том числе в хозяйствах населения, поскольку полученная типология свидетельствует о наличии большого числа крупных хозяйств скотоводческой направленности, можно предположить, что включение области в данный перечень связано с неблагоприятными условиями для производства продукции растениеводства. В качестве перспектив развития

настоящего исследования анализ влияния агроэкологических условий на объем производства продукции сельского хозяйства с целью выявления более существенных различий быть может осуществлен при рассмотрении в качестве регионов с неблагоприятными агроэкологическими условиями таких регионов, которые входили в перечень как в 2017 г., так и в 2023 г. (например, Волгоградская область, Республика Калмыкия), а в качестве регионов с благоприятными агроэкологическими условиями – таких регионов, которые не входили в данный перечень ни в 2017 г., ни в 2023 г. (например, Краснодарский край, Ростовская область) (таблица Б.1 приложения Б).

В Брянской области по сравнению с Астраханской областью по группам в меньшей степени проявляется животноводческая специализация, больше – растениеводческая, в том числе картофелеводческая. Как совокупности хозяйств в целом, так и схожие по размерам кластеры хозяйств из двух регионов отличаются схожим образом: ЛПХ Астраханской области характеризуются значительно более высоким уровнем развития животноводства (учитывая размеры площадей сенокосов, пастбищ, поголовье КРС, овец), по сравнению с соответствующими хозяйствами Брянской области, которые, в свою очередь имеют большие площади посева картофеля, кормовых культур.

Учитывая специфику двух регионов, наращивание производства органической продукции животноводческого направления наиболее перспективно в Астраханской области средними ЛПХ, растениеводческого направления – в Брянской области группами ЛПХ того же размера. При этом сравнительный анализ групп хозяйств по двум регионам показал, что относительно благоприятные агроэкологические условия Астраханской области (с точки зрения производства продукции животноводства) главным образом влияют на долю экономически активных хозяйств и в первую очередь крупных ЛПХ и, следовательно, на размер сельскохозяйственного производства; можно предположить, что в других группах хозяйств наблюдаются примерно равные преимущества в животноводческой направленности (в Астраханской области) и растениеводческой направленности (в Брянской области).

В соответствии с докладом ИРСС, изменение климата, связанное с увеличением температуры воздуха, негативно влияет на здоровье сельскохозяйственных животных (молочных коров, коз), продуктивность и качество продукции, производство пастбищных угодий. Особенно негативное воздействие наблюдается в Юго-Восточной Европе [241]. Астраханская область, расположенная на юго-востоке европейской части России, подвержена рискам, характерным для южных окраин Восточной Европы. При этом ЛПХ и К(Ф)Х имеют значительное поголовье сельскохозяйственных животных, в связи с чем государственная поддержка хозяйств Астраханской области должна быть направлена в том числе на защиту скота от теплового стресса.

Согласно данным ФАО за каждый дополнительный день экстремальных температур бедные домохозяйства теряют 2,4% своего дохода от сельского хозяйства по сравнению с домохозяйствами, не относящимися к категории бедных; при этом в среднем за год бедные домохозяйства теряют 5% своего общего годового дохода из-за теплового стресса и 4,4% своего общего годового дохода из-за наводнений по сравнению с более обеспеченными домохозяйствами (в том числе крупными сельскохозяйственными производителями) [269]. Если в Астраханской области более вероятным является риск засухи и экстремально высокой температуры, то в Брянской области к основным рискам эксперты относят высокую скорость ветра, развития засушливых условий, риск затоплений (подтоплений) отдельных территорий вследствие смещение периода весеннего снеготаяния на более ранние сроки [148]. Таким образом, повышение эффективности государственной поддержки малых сельскохозяйственных товаропроизводителей с учетом выявленных кластеров может быть обеспечено за счет разработки и реализации мер, направленных на предотвращение рисков экстремально высоких температур и засухи – для малых и средних хозяйств Астраханской области; рисков высокой скорости ветра и затоплений – для малых и средних хозяйств Брянской области. Совершенствование государственной политики в области поддержки малых хозяйств на основе предлагаемой методики типизации будет способствовать устойчивому развитию сельского хозяйства, а также сокращению бедности и экономического неравенства.

3.3 Разработка методических рекомендаций по точечной и дифференцированной государственной поддержке ЛПХ с учетом уровня их экономической активности

Особая важность государственной поддержки товаропроизводителей Астраханской области обуславливается высокой значимостью региона с точки зрения развития скотоводства. Меры по государственной поддержке и развитию производства продукции сельского хозяйства могут быть дифференцированы. Для крупных и особо крупных ЛПХ – это могут быть меры, направленные на стимулирование их перехода в категорию предприятий малого предпринимательства, например, крестьянские (фермерские) хозяйства, для средних по размерам ЛПХ – поддержка производства экологически чистой продукции, а для остальных – стимулирование сельского образа жизни [31].

Благодаря концентрации резидентских, малых и наименее экономически активных (характеризующихся минимальным уровнем товарности) ЛПХ в кластерах I, II появляется возможность сравнить средние и крупные хозяйства, представленные во всех остальных кластерах: по средствам производства лидирует кластер VII, за которым следуют кластеры VI, V, IV и III. В пользу растениеводческой направленности кластера VI свидетельствует достаточно большая площадь посевов сельскохозяйственных культур – наибольшая среди всех кластеров, кроме кластера VII, включающего выбросы, а также наибольшая площадь многолетних насаждений; однако в кластере проявляется и животноводческая специализация, учитывая значительное поголовье КРС. Яркую выраженную животноводческую направленность демонстрирует кластер V, имеющий наибольшее (после кластера VII) поголовье КРС, включая коров молочного направления, овец, коз и свиней. Кластер IV выделяется скотоводческой направленностью в связи с достаточно большим поголовьем КРС. Специализацию кластера III, включающего средние хозяйства, установить сложнее, поскольку хозяйства кластера имеют некоторое поголовье сельскохозяйственных животных и относительно существенные площади посевов сельскохозяйственных культур, с связи с чем их можно рассматривать как хозяйства со смешанной направленностью. Однако, учитывая, что данный

кластер занимает 3 место по площади посева овощных и бахчевых, а также картофеля, хозяйства кластера имеют скорее овощеводческую специализацию. В структуре посевных площадей овощные и бахчевые культуры занимают первое место, картофель – второе место по всем группам. Наибольший удельный вес в общей площади картофеля (36,5%), овощных и бахчевых культур (43,4%) по всей совокупности ЛПХ характерен кластеру III [32].

Полученная типология в результате использования метода *K*-средних и модели *SOM*, а также процедуры выявления резко выделяющихся и резидентских ЛПХ позволила выделить 17 610 (или 13,6% от общего числа ЛПХ) экономически активных хозяйств, представленных в группах III-VII. Помимо этого, выделена многочисленная группа II, включающая 63 182 хозяйства (или 48,8% от совокупности) с минимальным уровнем экономической активности и группа резидентских ЛПХ (48 591 хозяйство или 37,6% от совокупности), не проявляющих экономическую активность. На основе данной типологии можно разработать меры адресной государственной поддержки для каждой группы хозяйств с учетом размера, специализации и уровня товарности (экономической активности).

Кластер VII объединил наиболее крупные товарные хозяйства с высокой экономической активностью и смешанной направленностью. Поддержка таких хозяйств могла бы сводиться к стимулированию большего развития растениеводства, животноводства, кооперации между кластерами и трансформации в К(Ф)Х, ИП, самозанятых.

Кластер VI включает крупные товарные хозяйства, по размеру и уровню экономической активности схожие с хозяйствами кластера VII, однако отличительной особенностью кластера VI является более выраженная растениеводческая направленность (овощеводство), и одновременно с этим кластер характеризуется скотоводческой направленностью, проявляемой в меньшей степени. Поддержка хозяйств данной группы может заключаться в стимулировании большего развития как растениеводства, так и животноводства, кооперации между хозяйствами внутри кластера и хозяйствами кластера VII, трансформации в К(Ф)Х, ИП, самозанятых.

Кластер V включает крупные товарные хозяйства, схожие с хозяйствами кластера VII, однако хозяйства кластера V проявляют только животноводческую направленность (скотоводство и овцеводство). Поэтому поддержка хозяйств данной группы может заключаться в стимулировании развития животноводства, кооперации между хозяйствами внутри кластера и хозяйствами кластера VII, трансформации в К(Ф)Х, ИП, самозанятых.

Кластер IV включает крупные товарные хозяйства с высокой экономической активностью и животноводческой направленностью. Поддержка хозяйств этой группы может заключаться в стимулировании развития животноводства, кооперации между хозяйствами внутри кластера и хозяйствами кластера VII, трансформации в К(Ф)Х, ИП, самозанятых.

Кластер III включает средние товарные хозяйства с достаточно высокой экономической активностью и растениеводческой направленностью. Поддержка хозяйств этой группы может заключаться в стимулировании большего развития растениеводства, кооперации между хозяйствами внутри кластера и хозяйствами кластеров VI, VII, которые предположительно отличаются более высоким уровнем обеспеченности сельскохозяйственной техникой. Поскольку хозяйства проявляют экономическую активность, следует стимулировать регистрацию собственников таких хозяйств в качестве индивидуальных предпринимателей или самозанятых. В результате кооперации хозяйства данной группы потенциально способны объединяться в К(Ф)Х.

Кластер II состоит из малых потребительских хозяйств с минимальным уровнем экономической активности (товарности) и смешанной направленности. Меры поддержки хозяйств данной наиболее многочисленной группы могут заключаться в стимулировании развития как растениеводства, так и животноводства. К важным мерам поддержки малых хозяйств следует отнести и развитие инфраструктуры.

Кластер I представляет собой кластер резидентских ЛПХ без экономической активности. Поддержка таких ЛПХ должна быть направлена на сохранение текущего места жительства, в том числе посредством развития сельского туризма и локальной инфраструктуры (включая осуществление

подключения к сети «Интернет», к сетям газоснабжения, водоснабжения, электроснабжения), предоставления субсидий и льготных кредитов.

Схема, отражающая положение каждого из 7 кластеров и возможные меры государственной поддержки, изображена на рисунке 3.6.

С учетом принятого на 2026 г. Федерального бюджета были разработаны предложения по возможному распределению объемов финансовой поддержки каждой из выявленных типических групп личных подсобных хозяйств.

Одним из ключевых документов, регулирующих государственную поддержку малых форм хозяйствования, является Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, направленная в том числе на «... развитие малого агробизнеса и сельскохозяйственной кооперации, ... сельского туризма», в рамках которой реализуются следующие Федеральные проекты: «Развитие отраслей и техническая модернизация отраслей агропромышленного комплекса», «Развитие отраслей овощеводства и картофелеводства», «Развитие сельского туризма», «Развитие малого агробизнеса» и др. [122].

В Государственной программе отражены правила предоставления и распределения субсидий, в том числе по следующим направлениям [122]:

- поддержка приоритетных направлений агропромышленного комплекса (приложение программы N 8),
- развитие сельского туризма (приложение программы N 12),
- стимулирование увеличения производства картофеля и овощей (приложение программы N 12¹),
- поддержка приоритетных направлений малого агробизнеса (приложение программы N 22⁴) и т. п.

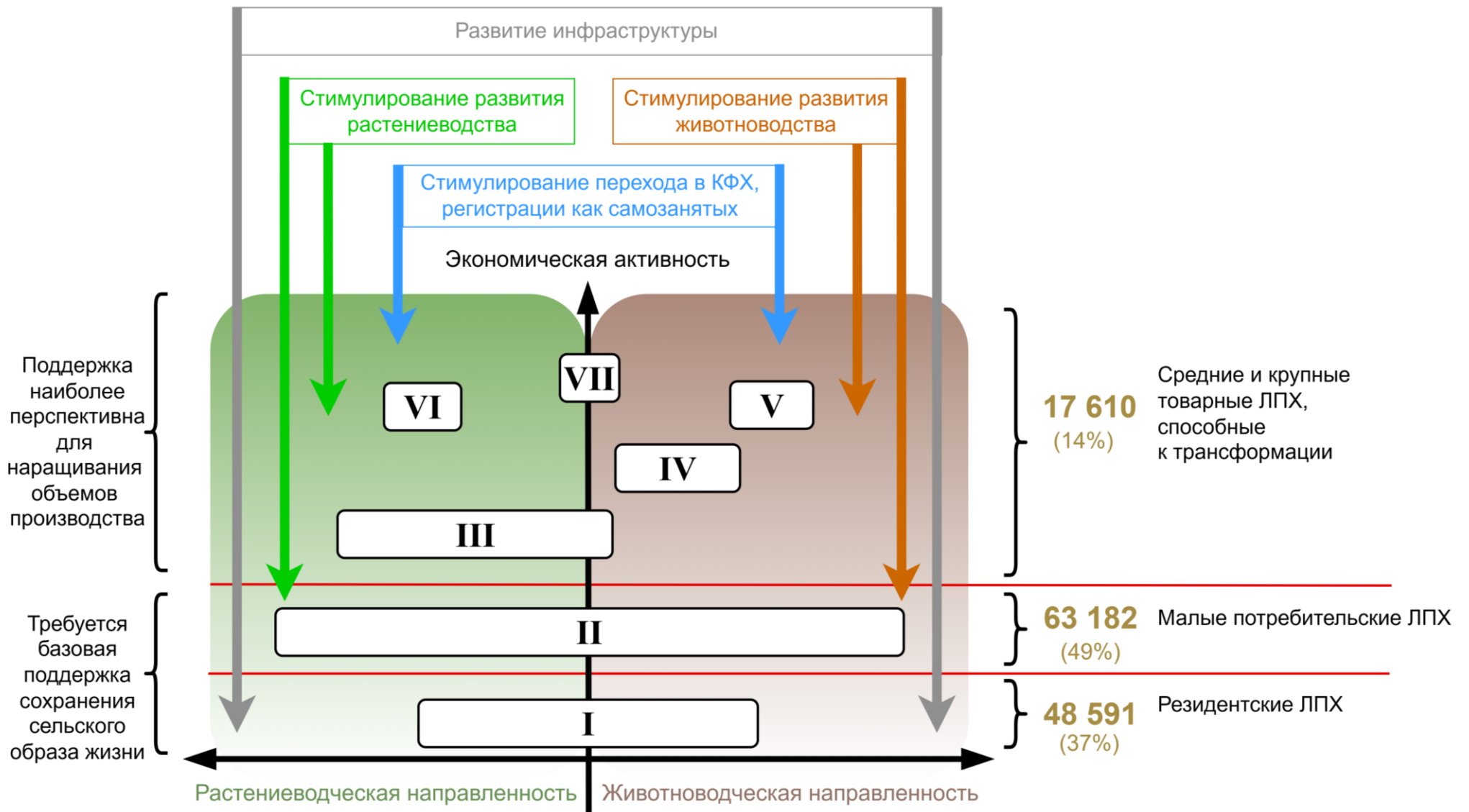


Рисунок 3.6 – Рекомендации по государственной поддержке выделенных типов ЛПХ

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

1. Поддержка приоритетных направлений АПК. В соответствии с правилами предоставления и распределения субсидий на поддержку приоритетных направлений агропромышленного комплекса граждане, ведущие личное подсобное хозяйство и применяющие специальный налоговый режим «Налог на профессиональный доход», могут получить субсидии на поддержку производства молока, на поддержку мясного скотоводства, развитие овцеводства, козоводства и производства шерсти. При этом «перечень приоритетных направлений в субъекте Российской Федерации определяется субъектом Российской Федерации» [122].

В соответствии с постановлением Правительства Астраханской области «О государственной программе «Развитие сельского хозяйства, пищевой и рыбной промышленности Астраханской области» № 650-П от 20 декабря 2022 г. (ред. от 25 декабря 2025 г.) основные приоритетные направления развития АПК данного региона включают: «... в сфере производства – растениеводство (производство овощей, картофеля, бахчевых, зерновых), животноводство (мясное скотоводство, в том числе крупного рогатого скота мясного направления, овцеводство и козоводство, птицеводство, производство скота и птицы на убой, производство яйца), рыболовство и товарная аквакультура как системообразующие подотрасли, использующие конкретные преимущества региона и в первую очередь наличие значительных площадей сельскохозяйственных угодий (пашен, пастбищ, естественных сенокосов), естественных и искусственных водоемов и свободный рынок сбыта ...» [121].

Таким образом, ЛПХ Астраханской области, применяющие специальный налоговый режим для самозанятых «Налог на профессиональный доход» могут получить субсидии на поддержку мясного скотоводства, развитие овцеводства и козоводства. В 2026 г. на поддержку приоритетных направлений агропромышленного комплекса Астраханской области в соответствии с бюджетом Российской Федерации выделено 222 млн руб. [133], однако лишь некоторая часть этой суммы предназначена ЛПХ – субсидии предоставляются преимущественно другим категориям сельскохозяйственных

товаропроизводителей [122], поэтому в разработанных предложениях они не учитывались.

2. Развитие сельского туризма. Развитие сельского туризма предполагает предоставление гранта «Агротуризм», в рамках которого грантополучателю (юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю) выделяется до 10 млн руб. К критериям конкурсного отбора для предоставления гранта относятся: наличие средств размещения туристов, планируемое среднегодовое количество туристов и экскурсантов, планируемое количество новых постоянных работников, производство органической продукции и др. [121, 147]. Учитывая некоторые специфические для производителей продукции сельского хозяйства критерии, наиболее эффективное использование средств гранта могут обеспечить крупные хозяйства с развитыми кооперационными связями. Поскольку в 2026 г. на развитие сельского туризма Астраханской области в соответствии с бюджетом Российской Федерации не выделено финансирования [133], данный грант не учитывался при разработке мер поддержки.

3. Стимулирование увеличения производства картофеля и овощей. Получателями субсидии, направленной на стимулирование увеличения производства картофеля и овощей, могут являться сельскохозяйственные товаропроизводители за исключением граждан, ведущих личное подсобное хозяйство, и сельскохозяйственных потребительских кооперативов [122], поэтому в разработанных предложениях субсидия не учитывалась.

4. Поддержка приоритетных направлений малого агробизнеса. Поддержка приоритетных направлений малого агробизнеса включает следующие основные гранты, предполагающие софинансирование, объем финансовой поддержки по которым зависит от объемов средств, которые готов вложить заявитель (производитель сельскохозяйственной продукции):

– грант «Агропрогресс», направленный на поддержку проектов «сельскохозяйственных товаропроизводителей (за исключением крестьянских (фермерских) хозяйств, граждан, ведущих личное подсобное хозяйство, индивидуальных предпринимателей, являющихся главами крестьянских (фермерских) хозяйств, и сельскохозяйственных потребительских

кооперативов), отвечающих критериям субъекта микропредприятия или малого предприятия ...». Сумма гранта может достигать 30 млн руб. (в случае общей стоимости проекта в 120 млн руб.). Таким образом, грант обеспечивает поддержку крупных хозяйств, поскольку грантополучатель должен соответствовать критериям микропредприятия или малого предприятия. В соответствии с федеральным законом «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» «К субъектам малого и среднего предпринимательства относятся зарегистрированные в соответствии с законодательством Российской Федерации и соответствующие условиям, установленным частью 1.1 настоящей статьи, хозяйственные общества, хозяйственные товарищества, хозяйственные партнерства, производственные кооперативы, потребительские кооперативы, крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели» [127]. При этом «... среднесписочная численность работников за предшествующий календарный год ... не должна превышать следующие предельные значения: ... до ста человек для малых предприятий (среди малых предприятий выделяются микропредприятия - до пятнадцати человек)» [Там же].

– грант на развитие сельскохозяйственного потребительского кооператива «...для финансового обеспечения затрат, не возмещаемых в рамках иных направлений государственной поддержки, предусмотренных государственной программой, в целях реализации проекта грантополучателя и трудоустройства на постоянную работу новых работников». Сумма гранта может достигать 70 млн руб. (в случае общей стоимости проекта в 117 млн руб.). Для поддержки небольших проектов в рамках гранта могут предоставляться средства гранта в размере до 10 млн руб. (в случае общей стоимости проекта в 11 млн руб.).

– грант на развитие фермерского хозяйства, предполагающий регистрацию К(Ф)Х. Сумма гранта может достигать 30 млн руб. (в случае общей стоимости проекта в 50 млн руб.). Для поддержки небольших проектов в рамках гранта могут предоставляться средства гранта в размере до 5 млн руб. (в случае общей стоимости проекта в 5,6 млн руб.) и др. гранты [122].

Объем финансирования основных мер поддержки малых товаропроизводителей продукции сельского хозяйства Астраханской области представлен в таблице 3.9. Поскольку гранты в рамках поддержки приоритетных направлений малого агробизнеса направлены на стимулирование ЛПХ переходить в иную категорию и регистрироваться в качестве самозанятых, данные меры поддержки являются основными для малых хозяйств. В 2026 г. объем финансирования поддержки приоритетных направлений малого агробизнеса в Астраханской области составил 195 млн руб. Данная сумма была взята в качестве оценочного объема финансирования государственной поддержки ЛПХ Астраханской области.

Как видно из таблицы 3.9, объем финансовых средств, направленных на поддержку приоритетных направлений малого агробизнеса в 2027 и 2028 гг., будет существенно уменьшен, а значит, необходимость в точечной государственной поддержке ЛПХ будет только возрастать.

При разработке предложений по распределению объемов финансовой поддержки выделенных типических групп ЛПХ могут учитываться следующие гранты в рамках поддержки приоритетных направлений малого агробизнеса, при этом в качестве основной меры поддержки рассматривались грант «Агропрогресс» и грант на развитие фермерского хозяйства.:

1. Для наиболее крупных хозяйств, готовых зарегистрироваться в качестве микропредприятия или малого предприятия (кластер VII):

- грант «Агропрогресс» (до 30 млн руб. в случае общей стоимости проекта в 120 млн руб.).

2. Для крупных хозяйств, готовых перейти в категорию К(Ф)Х (кластеры IV, V, VI):

- грант на развитие фермерского хозяйства (до 30 млн руб. в случае общей стоимости проекта в 50 млн руб.);
- дополнительно: грант на развитие сельскохозяйственного потребительского кооператива (до 70 млн руб. в случае общей стоимости проекта в 117 млн руб.).

Таблица 3.9 – Распределение субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на развитие сельского хозяйства, в соответствии с федеральным бюджетом на 2026 г. и на плановый период 2027 и 2028 гг., млн руб.

№ п/п	Направление поддержки	Таблица из приложения к Федеральному закону «О федеральном бюджете на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов»	2026 год	2027 год	2028 год	Категории сельскохозяйственных товаропроизводителей, на которых направлены меры государственной поддержки
1.	Поддержка приоритетных направлений агропромышленного комплекса	Таблица 28. Распределение субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на поддержку приоритетных направлений агропромышленного комплекса на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов: всего, в том числе:	35 275,54	35 280,54	39 659,43	– СХО; – К(Ф)Х; – ИП; – сельскохозяйственные потребительские кооперативы (отдельные виды); – научные и образовательные организации; – ЛПХ, зарегистрированные как смозаңтанные и применяющие специальный налоговый режим «Налог на профессиональный доход»
		Астраханская область	222,29	221,21	219,73	
		Брянская область	654,02	657,14	730,46	
2.	Развитие сельского туризма	Таблица 31. Распределение субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на развитие сельского туризма на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов: всего, в том числе:	730,00	630,00	630,00	– «малое предприятие» или «микропредприятие»
		Астраханская область	0,00	0,00	0,00	
		Брянская область	0,00	0,00	0,00	
3.	Стимулирование увеличения производства картофеля и овощей	Таблица 32. Распределение субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на стимулирование увеличения производства картофеля и овощей на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов: всего, в том числе:	3 501,00	3 501,00	3 501,00	– СХО; – К(Ф)Х; – ИП; – сельскохозяйственные потребительские кооперативы (отдельные виды); – научные и образовательные организации; – ЛПХ, зарегистрированные как смозаңтанные и применяющие
		Астраханская область	357,39	357,69	358,11	
		Брянская область	198,66	201,98	205,15	

№ п/п	Направление поддержки	Таблица из приложения к Федеральному закону «О федеральном бюджете на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов»	2026 год	2027 год	2028 год	Категории сельскохозяйственных товаропроизводителей, на которых направлены меры государственной поддержки
						специальный налоговый режим «Налог на профессиональный доход»
4.	Поддержка приоритетных направлений малого агробизнеса	Таблица 45. Распределение субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на поддержку приоритетных направлений малого агробизнеса на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов: всего, в том числе:	13 814,16	5 984,73	5 984,73	Включает ряд грантов, направленных на разные категории сельскохозяйственных товаропроизводителей: 1. Грант «Агропрогресс»: – СХО; – ИП; – сельскохозяйственные потребительские кооперативы (отдельные виды); («малое предприятие» или «микропредприятие»); 2. Грант на развитие сельскохозяйственного потребительского кооператива; – сельскохозяйственные потребительские кооперативы. 3. Грант на развитие фермерского хозяйства: – К(Ф)Х; – ЛПХ, при условии перехода в категорию К(Ф)Х.
		Астраханская область	195,00	62,65	62,65	
		Брянская область				
			124,73	18,28	18,28	

Источник: составлено автором на основе [122, 133]

3. Для средних хозяйств, готовых зарегистрироваться в качестве самозанятых или индивидуальных предпринимателей (кластер III):

- грант на развитие фермерского хозяйства (до 5 млн руб. в случае общей стоимости проекта в 5,6 млн руб.);
- дополнительно: грант на развитие сельскохозяйственного потребительского кооператива (до 10 млн руб. в случае общей стоимости проекта в 11 млн руб.).

Данные гранты ориентированы преимущественно на экономически активные хозяйства. Кластеры резидентских и малых потребительских ЛПХ (кластеры I, II) нуждаются в иных мерах поддержки, направленных на развитие инфраструктуры и сохранения сельского образа жизни.

В таблице 3.10 отражен возможный расчетный объем государственной поддержки выделенных типов ЛПХ в рамках грантов «Агропрогресс» и грантов на развитие фермерского хозяйства. Предлагаемый объем государственной поддержки рассчитан как произведение максимального объема денежных средств, выделяемого одному хозяйству в рамках определенного гранта, с учетом размеров хозяйств, входящих в группу, и числа хозяйств из группы, которые могут получить поддержку. Поскольку крупные хозяйства предположительно могут получить сумму в 30 млн руб., что является значительной долей в общем объеме субсидий, выделяемых региону, то, чтобы охватить все группы экономически активных ЛПХ, оказать максимальную финансовую поддержку получится лишь одному-двум хозяйствам из каждой группы крупных ЛПХ. В предлагаемой примерной схеме распределения субсидий из каждой группы крупных ЛПХ оказывается поддержка лишь одному хозяйству.

Если весь объем субсидий (195 млн руб.), выделенный на поддержку приоритетных направлений малого агробизнеса Астраханской области будет направлен на поддержку ЛПХ и распределен таким образом, что на поддержку средних ЛПХ, предположим, выделяется 50% от общей суммы, а на поддержку крупных и наиболее крупных ЛПХ – оставшиеся 50%, с учетом выбранных

Таблица 3.10 – Предлагаемое распределение финансовой поддержки малого агробизнеса среди выделенных типических групп ЛПХ Астраханской области и Брянской области

Укрупненная группа	Кластер	Тип и специализация	Направление поддержки	Максимальный объем денежных средств (на 1 ЛПХ), млн руб.	Число ЛПХ определенного кластера, которые могут получить поддержку	Возможный расчетный объем поддержки ЛПХ определенного кластера, млн руб.
ЛПХ Астраханской области						
1. Резидентские и потребительские	I	Резидентские (не занимаются агробизнесом)	Развитие инфраструктуры	-	-	-
	II	Малые потребительские со смешанной специализацией (не занимаются агробизнесом)	Развитие инфраструктуры	-	-	-
2. Товарные	III	Средние овощеводческие (потенциально способны начать заниматься агробизнесом)	Грант на развитие фермерского хозяйства	5	15	75
	IV	Крупные скотоводческие (потенциально способны начать заниматься агробизнесом)	Грант на развитие фермерского хозяйства	30	1	30
	VI	Крупные овощеводческие и скотоводческие (потенциально способны начать заниматься агробизнесом)	Грант на развитие фермерского хозяйства	30	1	30
	V	Крупные скотоводческие и овцеводческие (потенциально способны начать заниматься агробизнесом)	Грант на развитие фермерского хозяйства	30	1	30
	VII	Наиболее крупные со смешанной специализацией (фактически занимаются агробизнесом)	Грант «Агропрогресс»	30	1	30
Итого				-	19	195

Укрупненная группа	Кластер	Тип и специализация	Направление поддержки	Максимальный объем денежных средств (на 1 ЛПХ), млн руб.	Число ЛПХ определенного кластера, которые могут получить поддержку	Возможный расчетный объем поддержки ЛПХ определенного кластера, млн руб.
ЛПХ Брянской области						
1. Резидентские и потребительские	I	Резидентские (не занимаются агробизнесом)	Развитие инфраструктуры	-	-	-
	II	Малые потребительские со смешанной специализацией (не занимаются агробизнесом)	Развитие инфраструктуры	-	-	-
2. Товарные	III	Средние картофелеводческие (потенциально способны начать заниматься агробизнесом)	Грант на развитие фермерского хозяйства	5	3	15
	IV	Средние со смешанной специализацией (потенциально способны начать заниматься агробизнесом)	Грант на развитие фермерского хозяйства	5	3	15
	V	Крупные со смешанной специализацией (потенциально способны начать заниматься агробизнесом)	Грант на развитие фермерского хозяйства	30	1	30
	VI	Крупные овощеводческие (потенциально способны начать заниматься агробизнесом)	Грант на развитие фермерского хозяйства	30	1	30
	VII	Наиболее крупные со смешанной специализацией (фактически занимаются агробизнесом)	Грант «Агропрогресс»	30	1	30
Итого				-	9	120

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021 на основе [122, 133]

нижних границ (5 млн руб. для средних ЛПХ, 30 млн руб. – для крупных), на финансовую помощь могут рассчитывать 19 ЛПХ: 15 хозяйств среднего размера и 4 крупных хозяйства. Поскольку общее число экономически активных хозяйств составило 17 610 единиц, объем финансовой поддержки в 195 млн руб., направленный лишь на 19 ЛПХ, представляется недостаточным для обеспечения развития малого агробизнеса в Астраханской области.

Для существенного наращивания объемов производимой продукции малым агробизнесом требуется значительно увеличить финансовую поддержку так, чтобы она охватила большое количество экономически активных ЛПХ. Допустим, чтобы охватить 1% средних ЛПХ (144 из 14 431 хозяйства кластера III) и 10% крупных ЛПХ, включая наиболее крупные (32 из 3 179 хозяйств кластеров IV-VII), направив по 5 млн руб. средним ЛПХ и 30 млн руб. крупным, общий объем финансовой поддержки должен составить 880 млн руб. (720 млн руб. средним хозяйствам и 160 млн руб. крупным хозяйствам), что составляет 1,1% от общего объема доходов (79 366 млн руб.), в соответствии с бюджетом Астраханской области на 2026 г. [117].

Брянской области на поддержку приоритетных направлений малого агробизнеса в 2026 г. было выделено 124,7 млн руб. (таблица 3.9). Если взять округленную сумму в 120 млн руб. и распределить ее аналогичным образом, то на финансовую помощь могут рассчитывать всего 9 ЛПХ: 6 хозяйств среднего размера и 3 крупных хозяйства. Поскольку общее число экономически активных хозяйств составило 27 056 единиц, объем, направленный лишь на 9 ЛПХ, так же представляется недостаточным. Если направить по 5 млн руб. 260 средним ЛПХ (1% от общего числа средних хозяйств в регионе – 26 055 хозяйств) и по 30 млн руб. 100 крупным ЛПХ (10% от общего числа крупных и наиболее крупных хозяйств в регионе – 1 001 хозяйство), то общий объем финансирования составит 4 300 млн руб. (1 300 млн руб. – средним хозяйствам, 3 000 млн руб. – крупным хозяйствам).

Таким образом, предлагаемый методический подход к типизации ЛПХ на основе классических методов кластерного анализа (разведочного иерархического кластерного анализа для небольшой выборки ЛПХ на уровне

района, метода *K*-средних – для анализа основной совокупности ЛПХ на уровне всего региона) с предварительной процедурой сокращения пространства признаков с использованием многомерных средних, а также с последующим уточнением состава кластеров на основе модели самоорганизующейся карты *SOM* для уточнения производственного направления в сформированных типических группах, позволяет получить типологию личных подсобных хозяйств, различающихся по размеру, специализации и уровню экономической активности, на основе которой могут быть составлены предложения по совершенствованию мер точечной государственной поддержки, направленной на выявленные резидентские ЛПХ, малые потребительские с минимальной экономической активностью, средние и крупные хозяйства с наибольшей экономической активностью и различной специализацией.

Так как хозяйства с достаточно высокой экономической активностью, и различной специализацией, входящие в кластеры III-VII, имеют высокий потенциал к наращиванию объемов производства сельскохозяйственной продукции, государственная поддержка подобных ЛПХ представляется наиболее востребованной и перспективной.

Поддержка развития производства продукции растениеводства могла бы быть эффективной для кластеров, проявляющих растениеводческую специализацию и отличающихся смешанным сельским хозяйством: III, VI, VII; поддержка развития животноводства – для всех кластеров крупных хозяйств (кластеры IV-VII). Стимулирование к переходу всех кластеров, в которых проявляется достаточная экономическая активность (все кластеры, кроме кластеров I, II), к иной форме сельскохозяйственной деятельности представляется эффективным и обосновывается тем фактом, что данные кластеры содержат ЛПХ, которые, будучи экономически активными, потенциально могут перейти к типу К(Ф)Х, собственники таких хозяйств могут зарегистрироваться как индивидуальные предприниматели или самозанятые, что позволит им рассчитывать на дополнительную поддержку со стороны государства. Кластеры I, II нуждаются преимущественно в поддержке, связанной

с сохранением сельского образа жизни, в том числе посредством развития сельского туризма и локальной инфраструктуры.

С целью развития малого бизнеса господдержка в первую очередь должна быть направлена в категорию выявленных экономически активных ЛПХ как потенциальных К(Ф)Х, деятельность которых уже относится к предпринимательской, в отличие от ЛПХ. Поддержка экономически активных ЛПХ также будет стимулировать ЛПХ с низкой и средней экономической активностью повышать объемы производимой сельскохозяйственной продукции.

Для оценки устойчивости выделенных типов необходимо в дальнейшем продолжить исследование по данным будущих сельскохозяйственных переписей и микропереписей, а также расширить границы изучаемой статистической совокупности до масштабов всех регионов Российской Федерации, что может оказать существенный положительный эффект при разработке аграрной политики в России и распределении средств государственной поддержки [32].

Разработанное в рамках исследования программное обеспечение позволяет автоматизировать кластерный анализ многочисленных совокупностей ЛПХ, характеризующихся множеством признаков, на основе многомерных статистических и нейросетевых методов по микроданным сельскохозяйственных переписей, в том числе расчет итоговых таблиц со средними значениями признаков в каждом кластере, которые позволяют исследователю составить характеристику выделенных типических групп хозяйств с учетом размера, специализации и уровня экономической активности. Автоматизация составления подобной характеристики и формулирования наименования для каждой выявленной группы хозяйств является нетривиальной задачей, решение которой может рассматриваться в качестве развития проведенного исследования и предполагать разработку экспертной системы с поддержкой интеллектуального анализа данных.

В рамках цифровизации всех отраслей экономики страны и сельского хозяйства в частности, происходит переход к «экономике данных» и «платформенной экономике». Концепция «экономике данных» предполагает

использование и анализ огромных массивов данных, которые становятся основой экономической системы [163]. Центральным элементом как экономики данных, так и платформенной экономики выступают единые цифровые платформы как технологическая и организационная инфраструктура, формирующая экосистему данных и сервисов [165, 139]. В настоящий момент разрабатывается Единая цифровая платформа сельского хозяйства Российской Федерации (ЕЦП).

Разработанные методики и программное обеспечение будут способствовать решению ключевых задач ЕЦП, к которым в том числе относятся: «внедрение инструментов визуализации, моделирования и аналитики данных, предоставляющих участникам ЕЦП доступ к аналитическим панелям и отчётам; ... внедрение инструментов для автоматизации план-фактного, факторного, кластерного и ассоциативного анализов отраслевых показателей; ... разработка инструментов для анализа и визуализации данных, адаптированных под потребности региональных органов; ... обеспечение интеграции системы с образовательными и исследовательскими институтами для обмена информацией и материалами; создание модуля для взаимодействия и обмена опытом между специалистами, включающего в себя доступ к актуальным исследованиям и данным; ...» [165].

Интеграция разработанного в ходе диссертационного исследования программного обеспечения в работу единой цифровой платформы может оказать существенное влияние на возможность оперативного анализа накопленных массивов больших данных и получения дополнительной информации о конкретном хозяйстве на основе составленной типологии, а также увеличить эффективность принимаемых управленческих решений со стороны как государственных контролирующих органов, так и частного бизнеса, что, в свою очередь, будет способствовать развитию агробизнеса и сохранению сельского образа жизни, обеспечению продовольственной безопасности и росту экономики в целом.

Заключение

1. Результаты исследования развивают методологию сельскохозяйственной статистики. Разработанные теоретические положения и методический подход с использованием методов многомерного статистического и нейросетевого анализа позволяют решить научную задачу в области типизации ЛПХ. Методический подход к выделению производственных типов личных подсобных хозяйств включает методики пространственно-динамического анализа развития сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения, типизации ЛПХ с использованием многомерного статистического и нейросетевого кластерного анализа, а также методические рекомендации по научно-практическому применению предложенной типологии ЛПХ. На основе предложенных методик многомерного статистического и нейросетевого анализа разработано программное обеспечение, одним из основных преимуществ которого является автоматическая сводка для характеристики кластеров. Методический подход и разработанное программное обеспечение могут быть использованы органами статистики для повышения качества статистической информации на этапе сводки и группировки результатов сельскохозяйственных переписей и микропереписей, а также при публикации их результатов, в аналитической работе и разработке моделей управления на основе данных органами исполнительной власти в сфере сельского хозяйства, а также при реализации стратегического направления в сфере цифровой трансформации и внедрения единой цифровой платформы АПК.

2. На основе разработанной методики пространственно-динамического анализа и по результатам построения ретроспективной и динамической группировки регионов по удельному весу хозяйств населения в производстве продукции сельского хозяйства установлено, что по сравнению с базисным 2006 г., когда началась масштабная государственная поддержка сельского хозяйства, доля ХН в группах регионов с относительно благоприятными природными условиями сократилась в большей степени и достигла 10–15% по сравнению с группами регионов с неблагоприятными условиями, где она продолжает

оставаться на уровне 60–75%. По результатам корреляционно-регрессионного анализа установлено, что удельный вес ХН в регионах с благоприятными агроклиматическими условиями в среднем на 14,11 п. п. меньше, чем в регионах с неблагоприятными условиями; коэффициент бисериальной корреляции равен -0,56, что свидетельствует об обратной связи средней тесноты. Таким образом, была обоснована необходимость разработки типологии ЛПХ с учетом региональных особенностей. Для ее апробации была выбрана Астраханская область, переведенная Минсельхозом России в 2023 г. в категорию регионов с неблагоприятными условиями, с удельным весом ХН в производстве продукции сельского хозяйства в 2025 г. 34,3% (IV группа из VI), что больше, чем по России в целом (24,7%), с более высокими темпами прироста объемов производства продукции сельского хозяйства по всем категориям хозяйств в 2025 г. по сравнению с 2012 г.: 54,5% против среднероссийских 34,7%.

3. Сформирована и апробирована по совокупности ЛПХ Лиманского района Астраханской области методика разведочного анализа структуры совокупности ЛПХ. По результатам анализа выявлено, что 34,7% ЛПХ можно отнести к резидентским (без поголовья животных и посевов сельскохозяйственных культур), а 0,1% относятся к наиболее крупным нетипичным ЛПХ, которые требуется изучать отдельно; для оставшейся части совокупности был применен иерархический кластерный анализ и получено 5 типических групп хозяйств, отличающихся размером и специализацией. По полученным характеристикам можно сделать предположения о параметрах и структуре генеральной совокупности ЛПХ всего региона. На основе сравнительного анализа по показателям оценки качества кластеризации установлено, что для типизации ЛПХ могут быть использованы классические методы: иерархический кластерный анализ на районном и метод К-средних – на региональном или федеральном уровне, обеспечивающие статистическую достоверность межгрупповых различий и внутреннюю однородность выделенных типов.

4. Дополнена этапом нейросетевого кластерного анализа методика выделения производственных типов ЛПХ, различающихся по размерам

ресурсов, производственному направлению и товарности, с применением многомерных статистических методов, что позволило уточнить границы кластеров и улучшить разделение ЛПХ по специализации. Для повышения эффективности кластерного анализа предложено использовать процедуру факторного анализа или расчета многомерных средних для сокращения признакового пространства, а диагностику выбросов проводить на основе рассчитанных значений интегральных показателей. Апробация методики по данным СХМП-2021 и ВСХП-2016 позволила установить достаточную устойчивость выделяемых типов и косвенно (через доказанную связь с размерами производства по данным ВСХП-2016) уточнить товарность типов, выделенных по СХМП-2021, не изучавшей долю реализованной продукции. В итоге были получены следующие производственные типы ЛПХ: резидентские (I), малые потребительские смешанной направленности (II), средние товарные овощеводческой направленности (III), крупные товарные: скотоводческие (IV), скотоводческие и овцеводческие (V), овощеводческие и скотоводческие (VI), а также наиболее крупные товарные хозяйства смешанной специализации (VII).

5. Разработаны методические рекомендации по применению предложенной типологии ЛПХ для статистической оценки влияния агроэкологических условий на размеры сельскохозяйственного производства и по адресной государственной поддержке ЛПХ для развития малого аграрного бизнеса. Сравнение типологий по двум регионам с благоприятными (Брянская область) и неблагоприятными (Астраханская область) условиями позволило установить схожесть структуры распределения по типам ЛПХ, влияние агроэкологических условий на размеры ЛПХ растениеводческой направленности, при этом животноводческие хозяйства Астраханской области имеют больший масштаб производства. Для распространения методического подхода на все регионы страны требуется проведение дальнейших исследований. Предложено использовать типологию ЛПХ для распределения средств государственной поддержки ЛПХ с учетом уровня их экономической активности, что позволит проводить адресную государственную политику на региональном и муниципальном уровнях управления. Так, для резидентских

ЛПХ (37% от численности совокупности), не производящих сельскохозяйственную продукцию, малых потребительских ЛПХ (49%) возможны субсидии, направленные на сохранение сельского образа жизни; предоставление субсидий и льготных кредитов на развитие сельскохозяйственного производства может быть рекомендовано средним и крупным товарным ЛПХ (14%). Крупные хозяйства с высокой экономической активностью (0,1%) предлагается стимулировать к переходу в категорию крестьянских (фермерских) хозяйств, они могут занять свою нишу в развитии агротуризма, в производстве органической продукции и др.

Список сокращений и условных обозначений

ЮФО – Южный федеральный округ;

ВСХП-2006 – Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2006 г.;

ВСХП-2016 – Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 г.;

СХМП-2021 – сельскохозяйственная микроперепись 2021 г.;

ЛПХ – личное подсобное хозяйство;

ИП – индивидуальный предприниматель;

К(Ф)Х – крестьянское (фермерское) хозяйство;

КРС – крупный рогатый скот;

ММ – многомерная средняя (англ. Multidimensional Mean);

КМО – критерий Кайзера-Майера-Олкина (англ. Kaiser-Meyer-Olkin Measure);

SOM – самоорганизующаяся карта (англ. Self-Organizing Map);

SC – коэффициента силуэта (англ. Silhouette Coefficient);

DB – индекс Дэвиса-Боулдина (англ. Davies-Bouldin Index);

CH – индекс Калински-Харабаса (англ. Calinski-Harabasz Index);

млн – миллион;

тыс. – тысяча;

га – гектар;

а – ар;

м² – квадратный метр;

т – тонна;

шт – штука;

г. – год.

Список литературы

- 1.Агнаева, И.Ю. Анализ эффективности функционирования ЛПХ / И.Ю. Агнаева // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 8. – С. 21-25. – DOI 10.32651/208-21. – EDN LLYNEU. – Текст: непосредственный.
- 2.Агрострахование в России: рекордные выплаты, риски и новые правила // Информационное агентство «РБК». – URL: <https://chr.plus.rbc.ru/news/69a92fc17a8aa9b06c68209e?ysclid=mo4bi8p7ox253783814> (дата обращения: 10.04.2026). – Текст: электронный.
- 3.Адукова, А.Н. Хозяйства населения: состояние и роль в современных условиях / А.Н. Адукова // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2022. – № 10(92). – С. 99-109. – DOI 10.33938/2210-99. – EDN ITOKEW. – Текст: непосредственный.
- 4.Айвазян, С.А. Прикладная статистика. Основы эконометрики: Учебник для вузов: В 2 т. 2-е изд., испр. – Т. 1 / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. Теория вероятностей и прикладная статистика. – М.: ЮНИТИ, 2001. – 656 с. – Текст: непосредственный.
- 5.Айвазян, С.А. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: Справ. изд. / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с. – Текст: непосредственный.
- 6.Александровская, Ю.П. Информационные технологии статистического анализа данных: учебно-методическое пособие / Ю.П. Александровская. – Казань: КНИТУ, 2019. – 152 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166149> (дата обращения: 10.04.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 7.Анищенко, А.Н. Проблемы реализации Доктрины продовольственной безопасности России / А.Н. Анищенко, А.А. Шутьков // Продовольственная политика и безопасность. – 2021. – Т. 8, № 1. – С. 9-22. – DOI 10.18334/ppib.8.1.111777. – EDN QVZRNL. – Текст: непосредственный.

- 8.Архипова, М.Ю. Направления поддержки малых предприятий промышленного сектора экономики: региональный аспект / М.Ю. Архипова, А.А. Червякова // Друкеровский вестник. – 2022. – № 2(46). – С. 86-109. – DOI 10.17213/2312-6469-2022-2-86-109. – EDN IHMEPI. – Текст: непосредственный.
- 9.Аскаров, А.А. Сельскохозяйственный потребительский кооператив и эффективность бизнеса малых форм хозяйствования / А.А. Аскаров, Р.У. Гусманов, А.А. Аскарова [и др.] // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2021. – № 2(71). – С. 81-87. – DOI 10.33938/212-81. – EDN ESWOQS. – Текст: непосредственный.
- 10.Брянская, О.Л. Роль хозяйств населения Республики Бурятия в производстве сельскохозяйственной продукции / О.Л. Брянская // Наука без границ. – 2019. – № 7(35). – С. 5-10. – EDN QBOZGR. – Текст: непосредственный.
- 11.Бураков, М.В. Нейронные сети и нейроконтроллеры: учеб. пособие / М.В. Бураков. – СПб.: ГУАП, 2013. – 284 с. – Текст: непосредственный.
- 12.Буранбаева, Л.З. Роль личных подсобных хозяйств в обеспечении продовольственной безопасности в условиях развития потребительской кооперации / Л.З. Буранбаева, Р.А. Гильмутдинова, Э.В. Дубинина, Е.В. Жилина // Вестник БИСТ (Башкирского института социальных технологий). – 2021. – № 3(52). – С. 49-57. – EDN ERTWCL. – Текст: непосредственный.
- 13.Быков, Д.В. Автоматизация кластерного анализа на основе многомерных средних средствами языка Python по результатам ВСХП-2016 / Д.В. Быков, А.В. Уколова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2023. – № 1. – С. 94-105. – EDN LANAYS. – Текст: непосредственный.
- 14.Быков, Д.В. Автоматизация корреляционно-регрессионного анализа данных с использованием языка программирования C++ / Д.В. Быков, А.В. Уколова // Цифровизация в контексте устойчивого социально-экономического развития агропромышленного комплекса: Материалы II Международной научно-практической конференции по проблемам развития аграрной экономики, Москва, 19–20 октября 2021 г.. – Москва: Общество с ограниченной

ответственностью «Научный консультант», 2021. – С. 56-61. – EDN GHHGEV. – Текст: непосредственный.

15.Быков, Д.В. Группы параметров искусственных нейронных сетей / А.В. Уколова, Д.В. Быков // Стратегии и векторы развития АПК: Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А. Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 309-313. – EDN UPDWWF. – Текст: непосредственный.

16.Быков, Д.В. Иерархический кластерный анализ личных подсобных хозяйств по результатам сельскохозяйственной микропереписи 2021 г / А.В. Уколова, Д.В. Быков // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 6, № 11(140). – С. 152-162. – DOI 10.36871/ek.ur.p.r.2023.11.06.016. – EDN AZNNGQ. – Текст: непосредственный.

17.Быков, Д.В. Кластерный анализ на основе многомерных средних по результатам ВСХП-2016 с использованием Python / Д.В. Быков, А.В. Уколова // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2022. – № 12. – С. 834. – DOI 10.33920/sel-11-2212-05. – EDN CMRECI. – Текст: непосредственный.

18. Быков, Д.В. Кластерный анализ на основе модели нейронной сети «самоорганизующаяся карта» / Д.В. Быков, А.В. Уколова // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 768-772. – EDN TXSAKX. – Текст: непосредственный.

19.Быков, Д.В. Кластерный анализ средствами языка Python / Д.В. Быков // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова: сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. Том 1. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 492-497. – EDN GWRVYN. – Текст: непосредственный.

20.Быков, Д.В. Концепция статистического исследования типизации личных подсобных хозяйств методами многомерного статистического и нейросетевого кластерного анализа / А.В. Уколова, Д.В. Быков // Материалы II национальной научной конференции «Современные направления статистических исследований», Москва, 26 декабря 2023 г.. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 72-79. – EDN RIJMVO. – Текст: непосредственный.

21.Быков, Д.В. Личные подсобные хозяйства как объект статистического наблюдения и государственного регулирования / Д.В. Быков // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 160-летию Тимирязевской академии: Сборник статей, Москва, 02–04 июня 2025 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2025. – С. 722-726. – EDN VDEQJZ. – Текст: непосредственный.

22.Быков, Д.В. Меры сходства в кластерном анализе / Д.В. Быков // Материалы международной научно-практической конференции «Тренды развития сельского хозяйства и агрообразования в парадигме Зеленой экономики»: сборник статей, Москва, 14–15 июня 2023 г. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 137-142. – EDN VIPQYV. – Текст: непосредственный.

23.Быков, Д.В. Моделирование уровня производства сельскохозяйственной продукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах методами эконометрики и машинного обучения / А.В. Уколова, Б.Ш. Дашиева, Д.В. Быков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16, № 3(78). – С. 251-262. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2023_3_251. – EDN ITNCVJ. – Текст: непосредственный.

24.Быков, Д.В. Разработка информационной системы учета и обработки данных с поддержкой проведения статистического анализа на C++ / А.В. Уколова, Д.В. Быков // Цифровые технологии анализа данных в сельском хозяйстве: монография. – Москва: «Научный консультант», 2022. – С. 61-127. – Текст: непосредственный.

- 25.Быков, Д.В. Разработка информационной системы учета и обработки данных с поддержкой проведения статистического анализа на C++ / Д.В. Быков, А.В. Уколова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2022. – № 4. – С. 32-45. – EDN YNGFKF. – Текст: непосредственный.
- 26.Быков, Д.В. Разработка программного обеспечения для предиктивной аналитики в сельском хозяйстве / В.И. Хоружий, Д.В. Быков, А.В. Уколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 9. – С. 453-460. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-9-453-454. – EDN QJMUCY. – Текст: непосредственный.
- 27.Быков, Д.В. Разработка программного обеспечения для предиктивной аналитики в сельском хозяйстве / В.И. Хоружий, А.В. Уколова, Д.В. Быков // Цифровые технологии в сельском хозяйств: монография. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 164-191. – EDN FZBLXE. – Текст: непосредственный.
- 28.Быков, Д.В. Ретроспективный анализ сельскохозяйственного производства в хозяйствах населения по регионам России / Д.В. Быков // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 8, № 7(160). – С. 134-147. – DOI 10.36871/ek.ur.p.r.2025.07.08.016. – EDN HNZYQO. – Текст: непосредственный.
- 29.Быков, Д.В. Сравнительный анализ методов кластеризации для выделения типов личных подсобных хозяйств / Д.В. Быков // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2026. – Т. 5, № 4(169). – С. 152-165. – DOI 10.36871/ek.ur.p.r.2026.04.05.016. – EDN ZOTYWB. – Текст: непосредственный.
30. Быков, Д.В. Статистическая оценка влияния финансово-экономических кризисов на состояние банковского сектора России / Р.С. Гайсин, Д.В. Быков // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2022. – Т. 15, № 2(360). – С. 232-248. – DOI 10.24891/ea.18.4.770. – EDN KOYXSZ. – Текст: непосредственный.
- 31.Быков, Д.В. Типизация личных подсобных хозяйств с использованием факторного и кластерного анализа / А.В. Уколова, Д.В. Быков // Экономика сельского хозяйства России. – 2025. – № 6. – С. 92-105. – DOI 10.32651/256-92. – EDN VZZNGW. – Текст: непосредственный.

- 32.Быков, Д.В. Типизация личных подсобных хозяйств методом нейросетевого кластерного анализа / А.В. Уколова, Д.В. Быков // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 6. – С. 97-107. – DOI 10.32651/236-97. – EDN WIJZBS. – Текст: непосредственный.
- 33.Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 15.08.2025). – Текст: электронный.
- 34.Бюллетень «Поголовье скота в хозяйствах всех категорий в 2025 году» // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://www.rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 15.08.2025). – Текст: электронный.
- 35.Бюллетень «Посевные площади Российской Федерации в 2025 году» // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://www.rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 15.08.2025). – Текст: электронный.
- 36.Бюллетень «Продукция сельского хозяйства в 2025 году» // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://www.rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 15.08.2025). – Текст: электронный.
- 37.Бюллетень «Производство продуктов животноводства в Российской Федерации в 2025 году» // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://www.rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 15.08.2025). – Текст: электронный.
- 38.Бююль, А. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей: Пер. с нем. / А. Бююль, П. Цёфель. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2005. – 608 с. – Текст: непосредственный.
- 39.Валеев, Р.Р. Обзор государственных форм поддержки субъектов малого предпринимательства в агропромышленном комплексе Республики Башкортостан / Р.Р. Валеев, Г.А. Салимова, З.А. Залилова // Глобальный

научный потенциал. – 2024. – № 6(159). – С. 302-305. – EDN LUAAZI. – Текст: непосредственный.

40.Васильева, И.В. Тенденции развития малых форм хозяйствования / И.В. Васильева, А.А. Кузьмина, Е.Е. Можаяев // Вестник Екатерининского института. – 2023. – № 2(62). – С. 4-11. – EDN OREXNW. – Текст: непосредственный.

41.Вахрамеев, Р.А. Использование нейросети для прогнозирования перспектив развития агропромышленного комплекса Российской Федерации / Р.А. Вахрамеев, М.Н. Толмачев, В.Н. Афанасьев // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2020. – № 5(187). – С. 52-58. – DOI 10.46554/1993-0453-2020-5-187-52-58. – EDN PJGBNK. – Текст: непосредственный.

42.Вахрамеев, Р.А. Статистическое исследование устойчивости развития агропромышленного комплекса: специальность 08.00.12 «Бухгалтерский учет, статистика»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Вахрамеев Роман Александрович, 2022. – 222 с. – EDN GCLMMI. – Текст: непосредственный.

43.Воронина, Н.П. Государственная поддержка органического сельского хозяйства / Н.П. Воронина // Сельское хозяйство. – 2023. – № 1. – С. 44-50. – DOI 10.7256/2453-8809.2023.1.43706. – EDN UCOWO. – Текст непосредственный.

44.Воронцов, К.В. Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин) / К.В. Воронцов, 2011. – 141 с. // MachineLearning.ru: информационно-аналитический ресурс. – URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/archive/2/28/20150427184336%21Voron-ML-Clustering-slides.pdf> (дата обращения: 03.08.2024). – Текст: электронный.

45.Воронцов, К.В. Методы кластеризации. Машинное обучение (курс лекций), 2013. – 36 с. // MachineLearning.ru: информационно-аналитический ресурс. – URL:

<http://www.machinelearning.ru/wiki/images/archive/2/28/20150427184336%21Voron-ML-Clustering-slides.pdf> (дата обращения: 03.08.2024). – Текст: электронный.

46.Герасимов, А.Н. Анализ результатов государственной поддержки сельского хозяйства / А.Н. Герасимов, М.Г. Барсуков, С.А. Молчаненко // Экономика

сельского хозяйства России. – 2016. – № 5. – С. 74-78. – EDN VWSJLN. – Текст: непосредственный.

47.Герасимов, А.Н. Моделирование производства продукции сельского хозяйства в регионах Российской Федерации / А.Н. Герасимов, Ю.С. Скрипниченко, В.Ю. Скрипниченко // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 7. – С. 66-71. – DOI 10.32651/227-66. – EDN CLFNVD. – Текст: непосредственный.

48.Герасимов, А.Н. Оценка реализации государственной программы Ставропольского края «Развитие сельского хозяйства» / А.Н. Герасимов, Е.И. Громов, Ю.С. Скрипниченко // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2016. – № 1(26). – С. 50-53. – EDN WAAHCN. – Текст: непосредственный.

49.Герасимов, А.Н. Развитие сельского хозяйства и социальное благополучие населения региона: статистические закономерности, модель, прогнозы / А.Н. Герасимов, Ю.С. Скрипниченко, В.Ю. Скрипниченко // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 6(56). – С. 178-184. – EDN CSWEPG. – Текст: непосредственный.

50.Герасимов, А.Н. Роль крестьянских (фермерских) хозяйств в обеспечении продовольственной безопасности / А.Н. Герасимов, В.Б. Украинцев, Е.И. Леликова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 3, № 7(139). – С. 174-182. – DOI 10.36871/ek.ur.p.r.2023.07.03.019. – EDN TDFGCO. – Текст: непосредственный.

51.Герасимов, А.Н. Статистический анализ структурных изменений в отрасли животноводства / А.Н. Герасимов, Е.И. Костюкова, Е.И. Леликова // АПК: экономика, управление. – 2025. – № 12. – С. 78-86. – DOI 10.33305/2512-78. – EDN WVENKC. – Текст: непосредственный.

52.Герасимов, А.Н. Тенденции пространственного развития и проблемы социально-экономической дифференциации регионов / А.Н. Герасимов, Т.В. Касаева, В.Ю. Скрипниченко // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2021. – № 3(285). – С. 20-28. – DOI

10.53598/2410-3683-2021-3-285-20-28. – EDN GJHVJQ. – Текст: непосредственный.

53.Глинский В.В. Статистические методы поддержки управленческих решений. – Новосибирск: НГУЭУ, 2008. – 256 с. – Текст: непосредственный.

54.Глинский, В.В. Методы типологии данных в социально-экономических исследованиях: специальность 08.00.12 «Бухгалтерский учет, статистика»: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Глинский Владимир Васильевич. – Санкт-Петербург, 2009. – 281 с. – EDN QEWSQX. – Текст: непосредственный.

55.Голдина, И.И. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы / И.И. Голдина, Г.А. Иовлев // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. – 2020. – № 1(6). – С. 21-27. – EDN CLMGVX. – Текст: непосредственный.

56.Гончарова, О.Ю. Продовольственная безопасность современной России: проблемы и пути их решения / О.Ю. Гончарова, К.Г. Чернушкова // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14, № 5. – EDN OQBLTG. – Текст: непосредственный.

57.Горпинченко, К.Н. Кластеризация в сельском хозяйстве (по материалам Южного федерального округа) / К.Н. Горпинченко, А.М. Ляховецкий, Е.В. Золотоног // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 50-1. – С. 16-20. – DOI 10.18411/lj-05-2019-05. – EDN MFGTJU. – Текст: непосредственный.

58.Грас, Д. Data Science. Наука о данных с нуля: пер. с англ. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2021. – 416 с. – Текст: непосредственный.

59.Гречишкина, О.С. Изучение генофонда рабочей коллекции яровой мягкой пшеницы по урожайности и структурным элементам урожая с использованием кластерного анализа / О.С. Гречишкина, Р.Д. Хутамбирдина, М.П. Мордвинцев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6. – С. 24-30. – ISSN 2073-0853. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/316568> (дата обращения: 01.08.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

60.Громов, Е. И. Статистическое исследование особенностей формирования и использования рабочей силы на сельских территориях Ставропольского края /

Е.И. Громов, Е.И. Леликова, Н.В. Панченко // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2024. – № 11. – С. 772-782. – DOI 10.33920/sel-11-2411-04. – EDN HOUUSG. – Текст: непосредственный.

61.Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. – 2-е изд. – Москва: ДМК Пресс, 2018. – 652 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107901> (дата обращения: 01.08.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

62.Дашиева, Б.Ш. Анализ трудовых ресурсов на основе типологии крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных организаций / Б.Ш. Дашиева // Экономический анализ: теория и практика. – 2021. – Т. 20, № 11(518). – С. 2113-2133. – DOI 10.24891/ea.20.11.2113. – EDN GACWRH. – Текст: непосредственный.

63.Дашиева, Б.Ш. Экономико-статистический анализ трудовых ресурсов сельскохозяйственных организаций по данным ведомственной отчетности / Б.Ш. Дашиева // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2021. – № 10. – С. 53-71. – DOI 10.33920/sel-11-2110-06. – EDN SVYXZI. – Текст: непосредственный.

64.Демидова, Л.А. Кластерный анализ. Python: учебное пособие / Л.А. Демидова. – Москва: РТУ МИРЭА, 2022. – 103 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/240092> (дата обращения: 01.02.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

65.Демичев, В.В. Ретроспективный анализ развития личного подсобного хозяйствования на региональном уровне / В.В. Демичев // Менеджмент в АПК. – 2024. – № 3. – С. 12-18. – DOI 10.35244/2782-3776-2024-4-3-12-18. – EDN NZWTJI. – Текст: непосредственный.

66.Демичев, В.В. Статистический анализ эффективности сельского хозяйства с применением методов машинного обучения / В.В. Демичев // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 9. – С. 100-105. – DOI 10.32651/229-100. – EDN FRJJEА. – Текст: непосредственный.

- 67.Елисеева, И.И. Общая теория статистики: учебник // И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев / Под ред. И.И. Елисеевой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 656 с. – Текст: непосредственный.
- 68.Завиваев, Н.С. Кластерный анализ эффективности использования элементов точного сельского хозяйства / Н.С. Завиваев, О.Ю. Якимова, А.П. Мансуров // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 12(127). – С. 82-94. – DOI 10.24412/2227-9407-2021-12-82-94. – EDN PVNHNM. – Текст: непосредственный.
- 69.Зиаетдинова, А.Р. Особенности малого бизнеса в сельском хозяйстве / А.Р. Зиаетдинова, З.А. Залилова, Р.Р. Валеев, Е.Е. Абзалилова // Фундаментальные исследования. – 2024. – № 6. – С. 94-100. – DOI 10.17513/fr.43633. – EDN BEKDLO. – Текст: непосредственный.
- 70.Зинченко, А.П. Математическая статистика: учебник / А.П. Зинченко, М.В. Кагирова, Ю. Н. Романцева [и др.]. – Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2018. – 199 с. – Текст: непосредственный.
- 71.Зинченко, А.П. Сельскохозяйственные предприятия: экономико-статистический анализ. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 160 с. – Текст: непосредственный.
- 72.Зинченко, А.П. Хозяйства населения по итогам всероссийских сельскохозяйственных переписей / А.П. Зинченко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 119-128. – DOI 10.34677/0021-342X-2019-2-119-128. – EDN VZZJSC. – Текст: непосредственный.
- 73.Зюкин, Д.А. Выявление кластеров зерносеющих организаций, обладающих более высокой эффективностью и инновационной восприимчивостью / Д.А. Зюкин, Р.В. Солошенко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 8. – С. 225-231. – EDN RYNVEO. – Текст: непосредственный.
- 74.Иванюга, Т.В. Современное состояние и перспективы развития хозяйств населения в Брянской области / Т.В. Иванюга, О.В. Дьяченко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3. – С. 111-120. – EDN HYGGWQ. – Текст: непосредственный.

75. Индексы производства продукции сельского хозяйства (окончательные данные) по 2016 г. // Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИС): сайт. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31062> (дата обращения: 10.03.2024). – Текст: электронный.
76. Индексы производства продукции сельского хозяйства (окончательные данные) с 2017 г. // Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИС): сайт. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59001> (дата обращения: 10.03.2024). – Текст: электронный.
77. Интерактивная карта // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: сайт. – URL: <https://mnr.gov.ru/activity/regions/> (дата обращения: 20.12.2025). – Текст: электронный.
78. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г.: В 9 т. – Т. 1: Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г.: кн. 2.: Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г. по субъектам Российской Федерации. – 687 с. / Федеральная служба гос. статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2008. – Текст: непосредственный.
79. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г.: В 9 т. – Т. 1: Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г.: кн. 1.: Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г. по Российской Федерации. – 430 с. / Федеральная служба гос. статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2008. – Текст: непосредственный.
80. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.: В 8 т. – Т. 1: Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.: кн. 2.: Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. по субъектам Российской Федерации. – 711 с. / Федеральная служба гос. статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. – Текст: непосредственный.
81. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.: В 8 т. – Т. 7: Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 г.: программа, методология и организация проведения. – 347 с. / Федеральная служба гос. статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. – Текст: непосредственный.

- 82.Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.: В 8 т. – Т. 2: Число объектов Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Трудовые ресурсы и их характеристика. – 383 с. / Федеральная служба гос. статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. – Текст: непосредственный.
- 83.Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.: В 8 т. – Т. 1: Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.: кн. 1.: Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по Российской Федерации. – 458 с. / Федеральная служба гос. статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. – Текст: непосредственный.
- 84.К вопросу об оценке социально-экономического развития сельских территорий на основании стандарта качества жизни / Е.И. Костюкова, А.Н. Бобрышев, Е.И. Громов, В.А. Авакян // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 1. – С. 114-129. – DOI 10.26897/0021-342X-2023-1-114-129. – EDN FJLVHV. – Текст: непосредственный.
- 85.Канчукоев, В.О. Ситуационный анализ и оценка эффективности эккаунтинг-менеджмента в практике государственной поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства в сельском хозяйстве и АПК Российской Федерации / В.О. Канчукоев // Региональная экономика: теория и практика. – 2021. – Т. 19, № 2(485). – С. 300-322. – DOI 10.24891/re.19.2.300. – EDN XGNFQN. – Текст: непосредственный.
- 86.Каурова, О.В. Место и роль потребительской кооперации в обеспечении продовольственной безопасности регионов России / О.В. Каурова, А.В. Ткач, А.Н. Малолетко // Вестник Российского университета кооперации. – 2020. – № 2(40). – С. 51-61. – EDN GABQRB. – Текст: непосредственный.
- 87.Каурова, О.В. Потребительская кооперация регионов в инфраструктуре продовольственного рынка России / О.В. Каурова, А.В. Ткач, А.Н. Малолетко // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2021. – № 2(71). – С. 73-80. – DOI 10.33938/212-73. – EDN LUGRHI. – Текст: непосредственный.

- 88.Ким, Дж.-О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др.; Под ред. И.С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с. – Текст: непосредственный.
- 89.Козлов, К.А. Методический подход к типизации личных подсобных хозяйств / К.А. Козлов, А.В. Уколова // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2023. – № 7. – С. 435-446. – DOI 10.33920/sel-11-2307-05. – EDN MKKBVE. – Текст: непосредственный.
- 90.Козлов, К.А. Подход к представлению данных специализированных статистических наблюдений по личным подсобным хозяйствам / К.А. Козлов, А.В. Уколова // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 10. – С. 81-92. – DOI 10.32651/2310-81. – EDN QOCUGZ. – Текст: непосредственный.
- 91.Козлов, К.А. Совершенствование системы статистических показателей растениеводства для выборочного наблюдения личных подсобных и других индивидуальных хозяйств граждан / К.А. Козлов // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 4. – С. 83-91. – DOI 10.32651/234-83. – EDN KOTKEW. – Текст: непосредственный.
- 92.Количество организаций по данным государственной регистрации с 2017 г. // Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИС): сайт. – URL: <https://fedstat.ru/indicator/58109> (дата обращения: 10.04.2025). – Текст: электронный.
- 93.Кохонен, Т. Самоорганизующиеся карты / Т. Кохонен; пер. 3-го англ. изд. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 655 с. – Текст: непосредственный.
- 94.Кремер, Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н.Ш. Кремер. – 3-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 551 с. – Текст: непосредственный.
- 95.Кудинова, М.Г. Роль личных подсобных хозяйств в развитии сельского хозяйства и сельских территорий Алтайского края / М.Г. Кудинова, Н.А. Шевчук, М. К. Кунц // Дневник науки. – 2024. – № 12(96). – EDN WRDQRB. – Текст: непосредственный.

96. Кудряшова, Ю.Н. Инновационное развитие малых форм хозяйствования в аграрном секторе экономики / Ю.Н. Кудряшова, И.С. Курмаева, Ю.В. Чернова // Вестник Самарского муниципального института управления. – 2022. – № 3. – С. 71-78. – EDN UZJXDI. – Текст: непосредственный.
97. Кузьмина, С.П. Применение кластерного анализа в селекции гороха овощного / С.П. Кузьмина, Н.Г. Казыдуб, Е.В. Бондаренко // Вестник НГАУ. – 2018. – № 1. – С. 35-42. – ISSN 2504-1406. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/308047> (дата обращения: 10.08.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
98. Кутузова, А.А. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Нечернозёмной зоне РФ / А.А. Кутузова, А.С. Шпаков, В.М. Косолапов [и др.] // Кормопроизводство. – 2021. – № 2. – С. 3-9. – EDN IKJIOL. – Текст: непосредственный.
99. Литарная, М.А. Применение кластерного анализа для разделения образцов коллекции льна-долгунца по признакам качества волокна / М.А. Литарная // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 139-142. – ISSN 2076-5215. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/310625> (дата обращения: 10.08.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
100. Макаров, Н.П. Крестьянское хозяйство и его эволюция. Т. 1 / Н.П. Макаров. – Москва: Тип. Н. Желудковой, 1920. – 392 с. – Текст: непосредственный.
101. Макаров, Н.П. Прогресс или эволюция крестьянского хозяйства (публикация статьи Н. П. Макарова по поводу книги Л. Н. Литошенко) // Крестьяноведение. – 2018. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/progress-ili-evolyutsiya-krestyanskogo-hozyaystva-publikatsiya-stati-n-p-makarova-po-povodu-knigi-l-n-litoshenko> (дата обращения: 20.06.2025). – Текст: электронный.
102. Макшанов, А.В. Технологии интеллектуального анализа данных: учебное пособие / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 212 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206711> (дата обращения: 22.10.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

103. Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы: паспорт национального проекта // Министерство экономического развития Российской Федерации: сайт. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy_proekt_maloe_i_srednee_predprinimatelstvo_i_podderzhka_individualnoy_predprinimatelskoy_iniciativy (дата обращения: 10.11.2025). – Текст: электронный.

104. Матвеева, Н.И. Обобщенная оценка эффективности использования земельного фонда муниципальных образований Астраханской области / Н.И. Матвеева, В.П. Зволинский, А.В. Головин // Экономика, предпринимательство и право. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 449-458. – DOI 10.18334/erpp.10.2.100026. – EDN ZEIGZC. – Текст: непосредственный.

105. Матвеева, Н.И. Характеристика производительности земельных ресурсов муниципальных образований Астраханской области / Н.И. Матвеева, О.В. Зволинская // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 112-119. – EDN EYJLFZ. – Текст: непосредственный.

106. Меры государственной поддержки агропромышленного комплекса // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: сайт. – URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/measures/> (дата обращения: 18.07.2025). – Текст: электронный.

107. Меры поддержки бизнеса // Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций): сайт. – URL: https://www.gosuslugi.ru/life/details/business_support_measures (дата обращения: 18.07.2025). – Текст: электронный.

108. Методологическое обеспечение Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г. // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/part3_t8.pdf (дата обращения: 22.07.2025). – Текст: электронный.

109. Минсельхоз разработал проект изменений в госпрограмму «Комплексное развитие сельских территорий» // Издательский дом «Аграрная наука»: сайт. – URL: <https://agrarnayanauka.ru/minselhoz-razrabotal-proekt-izmenenij-v->

gosprogrammu-kompleksnoe-razvitiie-selskih-territorij/?ysclid=mqsarzn8e5822833412 (дата обращения: 13.10.2025). – Текст: электронный.

110.Минсельхоз совершенствует систему господдержки фермерства и сельхозкооперации // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: сайт. URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/minselkhoz-sovershenstvuet-sistemu-gospodderzhki-fermerstva-i-selkhozkooperatsii/> (дата обращения: 19.10.2024). – Текст: электронный.

111.Мухаметгалиев, Ф.Н. Особенности развития регионального сельского хозяйства в современных условиях / Ф.Н. Мухаметгалиев, А.Р. Валиев, Ф.Н. Авхадиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 3(67). – С. 144-153. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-148-156. – EDN LHBUCP. – Текст: непосредственный.

112.Мэрфи, К.П. Вероятностное машинное обучение. Введение / К.П. Мэрфи ; перевод с английского А.А. Слинкина. – Москва: ДМК Пресс, 2022. – 940 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/314891> (дата обращения: 23.01.2026). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

113.Набиева, А.Р. Социально-экономическая значимость количественного и качественного развития сельских территорий / А.Р. Набиева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 3(59). – С. 126-132. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-126-132. – EDN USAUWE. – Текст: непосредственный.

114.Намруева, Л.В. Тренды, проблемы и перспективы развития животноводства на Юге России / Л.В. Намруева, Н.П. Иванов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2018. – Т. 20, № 1. – С. 55-63. – DOI 10.15688/jvolsu3.2018.1.6. – EDN YXHTLI. – Текст: непосредственный.

115.Никитина, Л.М. Применение кластерного анализа для оценки развития цифровой экономики регионов России / Л.М. Никитина, В.А. Куркин // Регион: системы, экономика, управление. – 2020. – № 3. – С. 28-38. – ISSN 1997-4469. –

Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/322466> (дата обращения: 11.08.2024). – Текст: электронный. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

116.Новейший философский словарь // Гл. науч. ред. и сост. Грицанов А.А. – Минск: Изд. В.М. Скакун, 1999. – 877 с. – Текст: непосредственный.

117.О бюджете Астраханской области на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов: Закон Астраханской области от 12 декабря 2025 №92/2025-ОЗ / Официальный интернет-портал правовой информации органов государственной власти Астраханской области. – URL: [https://pravo-astrobl.ru/documents/document-](https://pravo-astrobl.ru/documents/document-0002202512180002/?ysclid=mon50xxb17496546041)

[0002202512180002/?ysclid=mon50xxb17496546041](https://pravo-astrobl.ru/documents/document-0002202512180002/?ysclid=mon50xxb17496546041) (дата обращения 20.06.2026). – Текст: электронный.

118.О внесении изменений в распоряжение Правительства Российской Федерации от 26 января 2017 г. № 104-р: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 октября 2023 г. № 2819-р // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1303375886?section=text> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

119.О Всероссийской сельскохозяйственной переписи: Федеральный закон от 21 июля 2005 г. № 108-ФЗ (ред. от 19 октября 2023 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901941335?ysclid=ma8ie5grnx86006107§ion=text> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

120.О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования и о внесении изменений в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства»: Федеральный закон от 25 июля 2011 г. № 260-ФЗ (ред. от 28 декабря 2024 г.) // consultant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133142/7287fa931de6521a402ef77d7136fd138047527e/#dst100018 (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

121.О государственной программе «Развитие сельского хозяйства, пищевой и рыбной промышленности Астраханской области»: Постановление

Правительства Астраханской области от 20 декабря 2022 г. № 650-П (ред. от 25 декабря 2025 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/406418154?section=text> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

122.О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 (ред. от 31 марта 2026 г.) // garant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://base.garant.ru/70210644/> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

123.О крестьянском (фермерском) хозяйстве: Федеральный закон от 11 июня 2003 г. № 74-ФЗ // consultant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42662/ (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

124.О личном подсобном хозяйстве: Федеральный закон от 7 июля 2003 № 112-ФЗ // consultant.ru – справ. прав. система: сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43127/ (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

125.О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года: Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 // garant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634/> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

126.О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 № 490 (ред. от 15 февраля 2024 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/563441794?section=text> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

127.О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации: Федеральный закон от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ (ред. от 10 июня 2026 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL:

<https://docs.cntd.ru/document/902053196> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

128. О развитии сельского хозяйства: Федеральный закон от 29 декабря 2006 г. № 264-ФЗ (ред. от 02 мая 2026 г.) // [consultant.ru](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930/) – справ. прав. система: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930/ (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

129. О регулировании земельных отношений в Республике Калмыкия: закон Республики Калмыкия от 9 апреля 2010 г. № 177-IV-3 (ред. от 30 апреля 2026 г.) // [docs.cntd.ru](https://docs.cntd.ru/document/895248088?ysclid=ma8eu66wtp871926769) – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/895248088?ysclid=ma8eu66wtp871926769> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

130. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 № 145 // [garant.ru](https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353/) – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353/> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

131. О Стратегии социально-экономического развития Астраханской области на период до 2036 года: постановление Правительства Астраханской от 19 марта 2026 № 78-П // [docs.cntd.ru](https://docs.cntd.ru/document/408239676) – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/408239676> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

132. О федеральном бюджете на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов: Федеральный закон от 30 ноября 2024 г. № 419-ФЗ (ред. от 4 ноября 2025 г.): //

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_491969/6e24082b0e98e57a0d005f9c20016b1393e16380/ (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

133. О федеральном бюджете на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов: Федеральный закон от 28 ноября 2025 г. № 426-ФЗ // [docs.cntd.ru](https://docs.cntd.ru/document/1314634875?section=text) – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1314634875?section=text> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

134.О Центросоюзе России // Некоммерческая организация «Центральный союз потребительских обществ Российской Федерации (Центросоюз Российской Федерации)»: сайт. – URL: <https://rus.coop/ru/about/> (дата обращения: 20.07.2025). – Текст: электронный.

135.Об организации сельскохозяйственной микропереписи 2021 г.: Постановление Правительства Российской Федерации от 29 августа 2020 г. № 1315 (ред. от 8 июля 2021 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565631466?ysclid=mbuxk9y6tc17865120> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

136.Об основах регулирования земельных отношений в Краснодарском крае: закон Краснодарского края от 5 ноября 2002 г. № 532-КЗ (ред. от 2 июня 2026 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/461606099?ysclid=ma8d7rvq55690924026> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

137.Об особенностях предоставления гражданам земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности и расположенных в Арктической зоне Российской Федерации и на других территориях Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 1 мая 2016 г. № 119-ФЗ (ред. от 31 июля 2025 г.) // consultant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_197427/ (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

138.Об отдельных вопросах правового регулирования земельных отношений в Астраханской области: закон Астраханской области от 4 марта 2008 г. № 7/2008-ОЗ (ред. от 25 мая 2026 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/819043767?ysclid=ma8c82nede819282883> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

139.Об отдельных вопросах регулирования платформенной экономики в Российской Федерации: Федеральный закон от 31 июля 2025 г. № 289-ФЗ // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL:

<https://docs.cntd.ru/document/1313577797?ysclid=mqqilbthky186922053§ion=text> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

140.Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации: Федеральный закон от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ (ред. от 15 декабря 2025 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902074307> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

141.Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий» и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства Российской Федерации от 31 мая 2019 г. № 696 (ред. от 27 января 2026 г.) // garant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://base.garant.ru/72260516/> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

142.Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 (ред. от 10 марта 2025 г.) // garant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

143.Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120 // garant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12072719/> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

144.Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 г.: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р (ред. от 21 октября 2024 г.) // garant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406831204/?ysclid=m94h2rbqs1629678150> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

145.Об утверждении Методических указаний по проведению выборочных статистических обследований отдельных категорий сельскохозяйственных

производителей в рамках Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: Приказ Росстата от 23 марта 2015 г. № 115 (ред. от 25 мая 2015 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420268050?section=text> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

146. Об утверждении перечня субъектов Российской Федерации, территории которых относятся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции территориям: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26 января 2017 г. № 104-р (ред. от 12 октября 2023 г.) // consultant.ru – справ. прав. система: сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211943/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

147. Об утверждении порядка проведения конкурсного отбора проектов развития сельского туризма: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 10 февраля 2022 г. № 68 (ред. от 8 апреля 2025 г.) // base.garant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: https://base.garant.ru/404561204/#block_1000 (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

148. Об утверждении регионального плана адаптации к изменениям климата Брянской области: Распоряжение Правительства Брянской области от 22 декабря 2023 г. № 374-рп // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/974072469> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

149. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2024 г. № 4146-р // garant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411143583/> (дата обращения: 20.06.2026). – Текст: электронный.

150. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г.: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. №

2567-р (ред. от 19 декабря 2025 г.) // consultant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_426435/ (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

151.Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2015 г. № 151-р (ред. от 13 января 2017 г.) // garant.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70761426/> (дата обращения: 10.12.2025). – Текст: электронный.

152.Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 ноября 2023 г. № 3309-р (ред. от 6 марта 2026 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1304195729?section=text> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

153.Об утверждении форм федерального статистического наблюдения и указаний по их заполнению для организации федерального статистического наблюдения за сельским хозяйством и окружающей природной средой: Приказ Росстата от 22 июля 2025 г. № 346 (ред. от 2 февраля 2026 г.) // docs.cntd.ru – справ. прав. система: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1313559995?section=text> (дата обращения: 25.06.2026). – Текст: электронный.

154.Объем продукции и индексы производства продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств по Российской Федерации: сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения: 11.05.2026). – Текст: электронный.

155.Озеряник, М.Е. Оценка уровня развития личных подсобных хозяйств населения Нижегородской области / М.Е. Озеряник, С.Ф. Хрестина // Вестник

Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2(34). – С. 64-68. – EDN FUSBFE. – Текст: непосредственный.

156.Оксана Лут: малый агробизнес – движущая сила отрасли // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: сайт. – URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/oksana-lut-malyy-agrobiznes-dvizhushchaya-sila-otrasli/> (дата обращения: 19.03.2025). – Текст: электронный.

157.Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2022 – 420 с. // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Census_agr_2021_final.pdf (дата обращения: 10.03.2025). – Текст: электронный.

158.Основные показатели сельского хозяйства в России. Информационно-аналитические материалы / Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13276> (дата обращения: 12.03.2025). – Текст: электронный.

159.Пастухов, А.А. Применение алгоритмов кластеризации к формированию представительской выборки для обучения многослойного персептрона / А.А. Пастухов, А.А. Прокофьев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Физико-математические науки. – 2017. – Т. 10, № 2. – С. 58-68. – DOI 10.18721/JPM.10206. – EDN ZBHNIZ. – Текст: непосредственный.

160.Петриков, А.В. Государственное регулирование личных подсобных хозяйств как наиболее массовой организационно-правовой формы в сельской локальной экономике / А.В. Петриков // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2023. – № 10. – С. 12-18. – DOI 10.31442/0235-2494-2023-0-10-12-18. – EDN RAFGXF. – Текст: непосредственный.

161.Петриков, А.В. Роль сельскохозяйственных потребительских кооперативов в сельской локальной экономике и актуальные проблемы их развития / А.В. Петриков // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного

сектора экономики. – 2022. – № 3. – С. 14-26. – DOI 10.37984/2076-9288-2022-3-14-26. – EDN QSQGES. – Текст: непосредственный.

162.Петриков, А.В. Сельскохозяйственные потребительские кооперативы: состояние и направления государственной поддержки / А.В. Петриков // Федерализм. – 2024. – Т. 29, № 2(114). – С. 48-62. – DOI 10.21686/2073-1051-2024-2-48-62. – EDN KQEUVL. – Текст: непосредственный.

163.Петров, А.М. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства»: от концепции к реализации / А. М. Петров, В. А. Марков // Экономические науки. – 2024. – № 239. – С. 175-186. – DOI 10.14451/1.239.175. – EDN GKNWJR. – Текст: непосредственный.

164.Пигуль, М.Л. Подбор исходного материала с комплексом признаков методом кластерного анализа для селекции *Lonicera caeruleae* L. / М.Л. Пигуль, М.С. Шалкевич // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 131-134. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/310625> (дата обращения: 10.03.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

165.Платформенные решения в агропромышленном комплексе. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2025. – 144 с. – Текст: электронный // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: сайт. – URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/9fa/3cfkarp3jxahs01i096867muehb7kdmd.pdf?ysclid=mqtcwscr6pw792551372> (дата обращения: 10.04.2026)

166.Плошко, Б.Г. История статистики / Б.Г. Плошко, И.И. Елисеева. – М.: Финансы и статистика, 1980. – 295 с. – Текст: непосредственный.

167.Политова, И.Д. Дисперсионный и корреляционный анализ в экономике сельского хозяйства / И.Д. Политова. – М.: Колос, 1978. – 192 с. – Текст: непосредственный.

168.Попова, В.Б. Статистический анализ и прогнозирование с использованием пакетов прикладных программ: учебное пособие / В.Б. Попова, И.В. Фецович. – Воронеж: Мичуринский ГАУ, 2021. – 147 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/253565> (дата обращения: 17.08.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

- 169.Постнова, М.В. Факторы развития занятости и повышения доходности населения сельских территорий (по результатам анкетирования сельских старост) / М.В. Постнова, Е.А. Смирнова, Н.Р. Александрова // Экономика сельского хозяйства России. – 2021. – № 10. – С. 97-102. – DOI 10.32651/2110-97. – EDN WDSXOH. – Текст: непосредственный.
- 170.Приложение к сборнику «Регионы России. Социально-экономические показатели» // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/47652> (дата обращения: 11.03.2026). – Текст: электронный.
- 171.Продукция сельского хозяйства в фактически действовавших ценах (окончательные данные) // Единая межведомственная информационно – статистическая система (ЕМИС): сайт. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/43337> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 172.Пронская, О.Н. Перспективы развития личных подсобных хозяйств и иных малых форм хозяйствования на селе / О.Н. Пронская, О.С. Фомин, Д.И. Жилияков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 5. – С. 230-239. – EDN ZZFWVL. – Текст: непосредственный.
- 173.Рашид Т. Создаем нейронную сеть.: пер. с англ. – СПб.: ООО «Альфа-книга», 2017. – 272 с. – Текст: непосредственный.
- 174.Рашка С. Python и машинное обучение: пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 418 с. – Текст: непосредственный.
- 175.Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: Стат. сб. / Росстат. – М., 2023. – 1126 с. – Текст: электронный // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2023.pdf (дата обращения: 18.08.2024).
- 176.Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети: учебник для вузов / В. С. Ростовцев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 216 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL:

<https://e.lanbook.com/book/160142> (дата обращения: 26.08.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

177.Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022683521 Российская Федерация. Информационная система учета и обработки данных с поддержкой проведения статистического анализа: № 2022682432: заявл. 22.11.2022: опубл. 05.12.2022 / Д.В. Быков, А.В. Уколова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN ZBDXZO.

178.Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024690473 Российская Федерация. «Программное средство для предиктивной аналитики в сельском хозяйстве»: № 2024687786: заявл. 18.11.2024: опубл. 16.12.2024 / Д.В. Быков, А.В. Уколова, В.И. Хоружий; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN GIEKSB.

179.Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025686994 Российская Федерация. Модуль анализа данных: заявл. 24.09.2025: опубл. 08.10.2025 / Д.В. Быков, А.В. Уколова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN GVRHOF.

180.Сельское хозяйство в России. 2023: Стат. сб. / Росстат – М., 2023. – 104 с. – Текст: электронный // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2023.pdf (дата обращения: 28.08.2024).

181.Семин, А.Н. Региональные особенности структурных изменений развития животноводства / А.Н. Семин, И.М. Гоголев, Е.В. Марковина, С.А. Доронина // Агропродовольственная политика России. – 2024. – № 1(109). – С. 15-20. – DOI 10.35524/2227-0280_2024_01_15. – EDN PRMXNF. – Текст: непосредственный.

- 182.Сергеев, С.С. Сельскохозяйственная статистика с основами социально-экономической статистики: Учебник. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 656 с. – Текст: непосредственный.
- 183.Скворцов, Е.А. Влияние фактора удаленности ферм на применение робототехники в сельском хозяйстве регионов / Е.А. Скворцов // Экономика региона. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 150-162. – DOI 10.17059/ekon.reg.2023-1-12. – EDN GWBINT. – Текст: непосредственный.
- 184.Смыков, Р.А. Организационно-экономический механизм функционирования личных подсобных хозяйств населения и крестьянских (фермерских) хозяйств / Р. А. Смыков, Е. А. Дорошаева // Наука и Образование. – 2024. – Т. 7, № 1. – EDN FOVNХО. – Текст: непосредственный.
- 185.Совершенствование системы агрострахования обсудили на «Золотой осени – 2025» // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: сайт. – URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/sovershenstvovanie-sistemy-agrostrakhovaniya-obsudili-na-zolotoy-oseni-2025/> (дата обращения: 20.10.2025). – Текст: электронный.
- 186.Соколов, Н.А. Производство хозяйствами населения органической молочной продукции: реалии, проблемы и пути решения / Н.А. Соколов, М.А. Бабьяк // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3(73). – С. 58-65. – EDN WMRBQY. – Текст: непосредственный.
- 187.Соколов, Н.А. Социальный контракт как средство преодоления бедности многодетной семьи, ведущей личное подсобное хозяйство / Н.А. Соколов, О.В. Дьяченко, М.А. Бабьяк, Т.В. Иванюга // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 5. – С. 221-228. – EDN KJAYYF. – Текст: непосредственный.
- 188.Старкова, О.Я. Развитие малых форм хозяйствования в сельском хозяйстве / О. Я. Старкова // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 7(210). – С. 93-100. – DOI 10.32417/1997-4868-2021-210-07-93-100. – EDN FTDFMT. – Текст: непосредственный.
- 189.Старкова, О.Я. Роль хозяйств населения в обеспечении продовольствием жителей региона / О.Я. Старкова // Вестник Пермского национального

исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2021. – № 1. – С. 230-239. – DOI 10.15593/2224-9354/2021.1.17. – EDN TQVAAA. – Текст: непосредственный.

190. Стратегия социально-экономического развития Астраханской области на период до 2035 г. (проект) // Министерство экономического развития Российской Федерации: сайт. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/strategicheskoe_planirovanie_prostranstvennogo_razvitiya/strategii_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_subektov_rf/proekty_strategiy_subektov_rf/ (дата обращения: 10.12.2025). – Текст: электронный.

191. Структурные изменения в сельском хозяйстве России по материалам Всероссийских сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 годов / К. Э. Лайкам, А. В. Петриков, С. О. Сиптиц [и др.]. – Москва: Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова, 2020. – 310 с. – EDN SZKKZN. – Текст: непосредственный.

192. Сутыгина, А.И. Стратегические направления развития региональных агропродовольственных систем в контексте обеспечения продовольственной безопасности населения / А.И. Сутыгина, А.В. Овчинникова, А.А. Брацихин // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2021. – Т. 31, № 6. – С. 1001-1009. – DOI 10.35634/2412-9593-2021-31-6-1001-1009. – EDN BXXPLY. – Текст: непосредственный.

193. Технологическое обеспечение продовольственной безопасности: Национальный проект // Правительство Российской Федерации: сайт. – URL: <http://government.ru/rugovclassifier/924/about/> (дата обращения: 17.08.2025). – Текст: электронный.

194. Толковый словарь русского языка: т. 1-4 / сост. Г.О. Винокур, Б.А. Ларин, С.И. Ожегов [и др.]; под ред. проф. Д. Н. Ушакова. – Москва: Гос. ин-т «Советская энциклопедия», 1935-1940, 1939. – 1424 с. – Текст: непосредственный.

195. Толмачев, М.Н. Дифференциация регионов Приволжского федерального округа по уровню сельскохозяйственного потенциала / М.Н. Толмачев // Вестник

- Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2018. – № 5(74). – С. 205-208. – EDN RWRHSR. – Текст: непосредственный.
- 196.Толмачев, М.Н. Занятость и безработица в сельском хозяйстве Северо-Кавказского федерального округа / М.Н. Толмачев, Г.И. Гаджимирзоев, М.М. Шайлиева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 18, № 4(72). – С. 163-169. – DOI 10.12737/2073-0462-2023-163-169. – EDN DPDLOL. – Текст: непосредственный.
- 197.Толмачев, М.Н. Межрегиональная дифференциация сельскохозяйственного производства / М.Н. Толмачев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2012. – № 1(37). – С. 260-267. – EDN OUWAML. – Текст: непосредственный.
- 198.Толмачев, М.Н. Типология регионов Российской Федерации по уровню и динамике безработицы / М.Н. Толмачев // Социально-экономическое развитие регионов России: тенденции, проблемы, перспективы: Сборник научных трудов I Всероссийской научно-практической конференции, Оренбург, 16 декабря 2020 г.. – Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью «Сфера», 2021. – С. 141-147. – EDN OKDMKL. – Текст: непосредственный.
- 199.Узденова, Д.Х. Состояние и тенденции развития личных подсобных хозяйств Ставропольского края / Д.Х. Узденова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2025. – Т. 15, № 11-1. – С. 147-158. – DOI 10.34670/AR.2026.95.60.014. – EDN GMPIQR. – Текст: непосредственный.
- 200.Узун, В.Я. Классификация сельскохозяйственных производителей на основе данных Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г.: Научные труды ВИАПИ им. А.А. Никонова / В.Я. Узун, В.А. Сарайкин, Е.А. Гатаулина; Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова РАСХН. Том Выпуск 30. – Москва: Энциклопедия российских деревень, 2010. – 229 с. – EDN SNBKCF. – Текст: непосредственный.
- 201.Узун, В.Я. Экономическая классификация личных подсобных хозяйств / В.Я. Узун, В.А. Сарайкин // АПК: экономика, управление. – 2012. – № 1. – С. 41-48. – EDN NCOETM. – Текст: непосредственный.

202. Уколова, А.В. Анализ динамики сельскохозяйственного производства хозяйств населения / А.В. Уколова, К.А. Козлов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 6, № 8(149). – С. 208-220. – DOI 10.36871/ek.ur.p.r.2024.08.06.022. – EDN VBETEQ. – Текст: непосредственный.
203. Уколова, А.В. Совершенствование статистического наблюдения личных подсобных хозяйств / А.В. Уколова, К.А. Козлов // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2025. – Т. 22, № 1(257). – С. 27-34. – DOI 10.33920/sel-11-2501-03. – EDN USMYNM. – Текст: непосредственный.
204. Уколова, А.В. Статистический анализ результатов сельскохозяйственной переписи 2017 года по типам ферм США / А.В. Уколова, А.Е. Ульянов // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 1. – С. 109-118. – DOI 10.32651/231-109. – EDN KVS RVV. – Текст: непосредственный.
205. Уколова, А.В. Статистический анализ уровня развития крестьянских (фермерских) хозяйств по регионам России / А.В. Уколова, А.Е. Ульянов // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2025. – Т. 22, № 2(258). – С. 122-133. – DOI 10.33920/sel-11-2502-04. – EDN MVGCY G. – Текст: непосредственный.
206. Уколова, А.В. Типизация сельскохозяйственных предприятий Германии / А. В. Уколова // Доклады ТСХА: Международная научная конференция, посвященная 175-летию К.А. Тимирязева, Москва, 06–08 декабря 2018 года. Том Выпуск 291, Часть IV. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 344-349. – EDN KKTKJL. – Текст: непосредственный.
207. Уколова, А.В. Типология личных подсобных хозяйств по данным всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г / А.В. Уколова, Б.Ш. Дашиева // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2022. – Т. 2, № 4(124). – С. 162-172. – DOI 10.36871/ek.ur.p.r.2022.04.02.020. – EDN YRPKDV. – Текст: непосредственный.
208. Уколова, А.В. Типология личных подсобных хозяйств по данным сельскохозяйственной микропереписи 2021 г / А.В. Уколова, К.А. Козлов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 6, № 8(149). – С. 221-

235. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.08.06.023. – EDN MNTLHJ. – Текст: непосредственный.

209.Уколова, А.В. Анализ трудовых ресурсов личных подсобных хозяйств по данным похозяйственного учета / А. В. Уколова, Б. Ш. Дашиева // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2020. – № 9. – С. 63-72. – DOI 10.33920/sel-11-2009-07. – EDN UGEOBZ. – Текст: непосредственный.

210.Ульянкин, А.Е. Разработка информационной системы типизации сельскохозяйственных предприятий с использованием языка программирования R / А.Е. Ульянкин, А.В. Уколова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2023. – № 1. – С. 106-112. – EDN FKCDRJ. – Текст: непосредственный.

211.Уровень безработицы (по методологии Международной организации труда) // Единая межведомственная информационно – статистическая система (ЕМИС): сайт. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/43062> (дата обращения: 10.04.2025). – Текст: электронный.

212.Ушачев, И.Г. Приоритетные направления развития АПК на современном этапе / И.Г. Ушачев, А.В. Колесников, В.В. Маслова // АПК: экономика, управление. – 2025. – № 1. – С. 3-13. – DOI 10.33305/251-3. – EDN LMNRZD. – Текст: непосредственный.

213.Фаринюк, Ю.Т. Типология регионов Нечерноземной зоны России по уровню развития сельского хозяйства / Ю.Т. Фаринюк, Е.В. Егорова // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2015. – № 1(22). – С. 35-38. – EDN TQVJQD. – Текст: непосредственный.

214.Федотова, Г.В. Нейросетевое прогнозирование развития молочного животноводства Волгоградской области / Г.В. Федотова, И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 2(58). – С. 223-240. – DOI 10.32786/2071-9485-2020-02-23. – EDN TBHISG. – Текст: непосредственный.

215.Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: пер. с англ. – М.: Издательство «Вильямс», 2006. – 1104 с. – Текст: непосредственный.

- 216.Цветков, И.А. Инновационное развитие производственного потенциала молочного скотоводства на основе кластерного подхода / И.А. Цветков, Н.Н. Шумейко // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 4. – С. 32-37. – DOI 10.32651/194-32. – EDN GLGOTL. – Текст: непосредственный.
- 217.Челинцев, А.Н. Теоретические основания организации крестьянского хозяйства / А.Н. Челинцев. – Харьков: Тип. Всерос. центр. исполн. ком., 1919. – 177 с. – Текст: непосредственный.
- 218.Черепанова, Д.М. Оценка уровня государственной поддержки АПК в России и странах Европейского Союза / Д.М. Черепанова, Ю.Н. Никулина, Р.Г. Янбых // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23, № 5. – С. 740-750. – DOI 10.30766/2072-9081.2022.23.5.740-750. – EDN IZHAMN. – Текст: непосредственный.
- 219.Чубукова И.А. Data Mining: учебное пособие / И.А. Чубукова. – Москва: Интуит НОУ, 2016. – 470 с. – Текст: непосредственный.
- 220.Чураков, Е.П. Введение в многомерные статистические методы: учебное пособие для вузов / Е. П. Чураков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 148 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254732> (дата обращения: 11.08.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 221.Шабанов, В.Л. Качество жизни сельского населения России: интегральная оценка и региональная дифференциация / В.Л. Шабанов // Народонаселение. – 2024. – Т. 27, № 1. – С. 4-19. – DOI 10.24412/1561-7785-2024-1-4-19. – EDN ММРАТА. – Текст: непосредственный.
- 222.Шегельман, И.Р. Типизация лесных территорий по природно-производственным условиям на основе кластерного анализа / И.Р. Шегельман, П.В. Будник, Э.Ф. Герц // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2021. – № 1. – С. 120-137. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/314703> (дата обращения: 11.08.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 223.Шибалкин, А.Е. Многомерные статистические методы: учебное пособие / А.Е. Шибалкин, А.В. Уколова, Б.Ш. Дашиева, В.В. Маслакова, К.А. Козлов. –

М.: Издательство «Научный консультант», 2024. – 144 с. – Текст: непосредственный.

224.Шибалкин, А.Е. Роль личного подсобного хозяйства в обеспечении населения продуктами питания / А.Е. Шибалкин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2021. – № 7. – С. 44-49. – DOI 10.31442/0235-2494-2021-0-7-44-49. – EDN CTTFOR. – Текст: непосредственный.

225.Шмойлова, Р.А. Теория статистики: учебник / Р.А. Шмойлова, В.Г. Минашкин, Н.А. Садовникова, Е.Б. Шувалова. – 5-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2014. – 656 с. – Текст: непосредственный.

226.Шутьков, А.А. Аграрная политика: социально-экономические аспекты формирования в современных условиях хозяйствования / А.А. Шутьков, С.А. Шутьков, А.Б. Ярлыкапов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2020. – Т. 3, № 2. – С. 88-93. – EDN AXHPMG. – Текст: непосредственный.

227.Шутьков, А.А. Проблемы продовольственной безопасности / А.А. Шутьков, Н.Н. Миронова, С.А. Шутьков // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2016. – Т. 2, № 6. – С. 3-9. – EDN TVXPAH. – Текст: непосредственный.

228.Энциклопедия статистических терминов: В 8 т. – Т. 1: Методические основы статистики. – 183 с. / Федеральная служба гос. статистики. Москва, 2011. – Текст: электронный // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/528?print=1> (дата обращения: 15.08.2025).

229.Яковлев, В.Б. Кластерный анализ производства сельскохозяйственной продукции в личных подсобных хозяйствах / В.Б. Яковлев, М.Т. Савицкая // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2008. – № 5(10). – С. 278-281. – EDN OIOIND. – Текст: непосредственный.

230.Яркова, Т.М. Развитие сельских территорий: социально-экономический аспект / Т.М. Яркова // Продовольственная политика и безопасность. – 2022. – Т. 9, № 1. – С. 67-78. – DOI 10.18334/ppib.9.1.114341. – EDN UMUFNU. – Текст: непосредственный.

231.2022 Census of Agriculture Farm Typology: Volume 2, Special Studies, Part 10 // United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. –

2025. – 701 p. – URL:
https://www.nass.usda.gov/Publications/AgCensus/2022/Online_Resources/Typology/typology.pdf (дата обращения: 11.08.2025). – Текст: электронный.
- 232.Aggarwal, C.C. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook / C.C. Aggarwal. – Springer, 2018. – 520 p. – Текст: непосредственный.
- 233.Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome, 2019 // fao.org – Food and Agriculture Organization of the United Nations. – URL:
https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-14_EN.pdf (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 234.Aguilar Colmenero, J.L. A Regionalization Approach Based on the Comparison of Different Clustering Techniques / J.L. Aguilar Colmenero, Portela J. Garcia-Miguel // Applied Sciences. – 2024. – vol. 14(22):10563. – URL:
<https://doi.org/10.3390/app142210563> (дата обращения: 11.08.2025). – Текст: электронный.
- 235.Ankerst, M. OPTICS: Ordering Points to Identify the Clustering Structure / M. Ankerst, M.M. Breunig, H.P. Kriegel, J. Sander // SIGMOD Record. – 1999. – vol. 28. – pp. 49-60. – URL: <http://dx.doi.org/10.1145/304181.304187> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 236.Anthony, M. Neural Network Learning: Theoretical Foundations / M. Antony. – Cambridge University Press, 2009. – 404 p. – Текст: непосредственный.
- 237.Arthur, D. K-Means++: The Advantages of Careful Seeding / D. Arthur, S. Vassilvitskii // Proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, USA. – 2007. – pp. 1027-1035. – Текст: непосредственный.
- 238.Aydin, B. Determination of the Considerations of the Farmers about Irrigation Organizations by Factor Analysis / B. Aydin, E. Özkan, H. Hurma // Namik Kemal University Institutional Repository. – 2018. – vol. 28. – pp. 24-30. – URL:

<https://www.acarindex.com/pdfs/856758> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

239.Aziz, Y. Techno-economic analysis of PV systems installed by using innovative strategies for smart sustainable agriculture farms / Y. Aziz, A.K. Janjua, M. Hassan, et al. // *Environ Dev Sustain.* – 2024. – vol. 26. – pp. 5003–5024. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-02919-5> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

240.Bernhardt, K.J. Using Cluster Analysis to Classify Farms for Conventional / K.J. Bernhardt, J.C. Allen, G.A. Helmers // *Alternative Systems Research. Review of Agricultural Economics.* – 1996. – vol. 18. – no. 4. – pp. 599–611. – Текст: непосредственный.

241.Bezner, K.R. Food, Fibre, and Other Ecosystem Products. / K.R. Bezner, et al. // *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press. – 2022. – pp. 713-906. – URL: <https://doi.org/10.1017/9781009325844.007> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

242.Black, P.E. Dictionary of Algorithms and Data Structures // National Institute of Standards and Technology. – URL: <https://www.nist.gov/dads> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

243.Bohte, S.M. Unsupervised clustering with spiking neurons by sparse temporal coding and multilayer RBF networks / S.M. Bohte, H. La Poutre, J.N. Kok // *IEEE Transactions on Neural Networks.* – 2002. – vol. 13. – no. 2. – pp. 426-435. – URL: <https://doi.org/10.1109/72.991428> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

244.Bühlmann, P. Statistics for High-Dimensional Data: Methods, Theory and Applications / P. Bühlmann, S. van de Geer. – Springer, 2011. – 556 p. – Текст: непосредственный.

245.Bykov, D.V. Clustering of household plots using Self-Organizing Maps / A.V. Ukolova, D.V. Bykov // *Agriculture Digitalization and Organic Production: Proceedings of the Fourth International Conference on Agriculture Digitalization and*

Organic Production (ADOP 2024), Minsk, Belarus, 05–08 июня 2024 г. – vol. 397. – Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. – pp. 463-476. – EDN CZABBL. – Текст: непосредственный.

246.Calinski, T. A dendrite method for cluster analysis / Calinski T., Harabasz J. // Communications in Statistics. – 1974. – vol. 3(1). – pp. 1-27. – URL: <https://doi.org/10.1080/03610927408827101> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

247.Campello, R.J. Density-Based Clustering Based on Hierarchical Density Estimates / R.J. Campello, D. Moulavi, J. Sander // Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Springer, Berlin, Heidelberg. – 2013. – pp. 160-172. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-37456-2_14 (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

248.Cheng, Y. Mean Shift, Mode Seeking, and Clustering / Y. Cheng // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1995. – vol. 17(8). – pp. 790-799. – URL: <https://doi.org/10.1109/34.400568> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

249.Chicco, D. The Silhouette coefficient and the Davies-Bouldin index are more informative than Dunn index, Calinski-Harabasz index, Shannon entropy, and Gap statistic for unsupervised clustering internal evaluation of two convex clusters / D. Chicco, et al. // PeerJ Comput. Sci. – 2025. – vol. 11. – URL: <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.3309> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

250.Comaniciu, D. Mean Shift: A robust approach toward feature space analysis / D. Comaniciu, Meer P. // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2002. – vol. 24. – no. 5. – pp. 603-619. – URL: <https://doi.org/10.1109/34.1000236> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

251.Commission Delegated Regulation (EU) 2024/1417 of 13 March 2024 supplementing Council Regulation (EC) No 1217/2009 setting up the Farm Sustainability Data Network with rules for annual income determination, holding sustainability analysis and access to data for research purposes, and repealing

Commission Delegated Regulation (EU) No 1198/2014 // EUR-Lex – official and most comprehensive access to EU legal documents. – URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2024/1417/oj#document1 (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

252.Concetti, L. An Unsupervised Anomaly Detection Based on Self-Organizing Map for the Oil and Gas Sector / L. Concetti, G. Mazzuto, F.E. Ciarapica, M. Bevilacqua // Appl. Sci. – 2023. – vol. 13. – p. 3725. – URL: <https://doi.org/10.3390/> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

253.Davies, D.L. A Cluster Separation Measure / D.L. Davies, D.W. Bouldin // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence – 1979. – vol. PAMI-1. – no. 2. – pp. 224-227. – URL: <https://doi.org/10.1109/> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

254.Dawid, A. Introduction to latent variable energy-based models: a path toward autonomous machine intelligence / A. Dawid, Y. LeCun. // Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment. – 2024. – vol. 2024. – no. 10. – p. 104011. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-5468/ad292b> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

255.De Maesschalck, R. The Mahalanobis distance / R. De Maesschalck, D. Jouan-Rimbaud, D.L. Massart // Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. – 2000 – vol. 50. – Issue 1. – pp. 1-18. – URL: [https://doi.org/10.1016/S0169-7439\(99\)00047-7](https://doi.org/10.1016/S0169-7439(99)00047-7) (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

256.Dekking, F.M. A Modern Introduction to Probability and Statistics. / F.M. Dekking, C. Kraaikamp, H.P. Lopuhaä, L.E. Meester // USA: Springer, 2005. – 504 p.

257.Deza M.M. Encyclopedia of Distances / M.M. Deza, E. Deza. – Springer, 2016. – 753 p. – Текст: непосредственный.

258.Dorr, E. Food production and resource use of urban farms and gardens: a five-country study / E. Dorr, J.K. Hawes, B. Goldstein, et al. // Agronomy for Sustainable Development. – 2023. – vol. 43. – no. 1. – p. 18. – URL: <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00859-4> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

- 259.Dubrovin, K. Crop Identification Using Radar Images / K. Dubrovin, A. Stepanov, A. Verkhoturov, T. Aseeva // Informatics and Automation. – 2022. – vol. 21. – no. 2. – pp. 405-426. – URL: <https://doi.org/10.15622/ia.21.2.7> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 260.Eizenberga, A. Analysis Of Factors And Clusters In The Fisheries Industry In The European Union / A. Eizenberga. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM – 2024. – vol. 3. – no. 2. – pp. 3-10. – URL: <https://doi.org/10.5593/sgem2024v/3.2/s11.01> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 261.Ester, M. A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise / M. Ester, H.P. Kriegel, J. Sander, X. Xu // Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Portland, OR, AAAI Press. – 1996. – Т. 96. – №. 34. – С. 226-231. – URL: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/3001460.3001507> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 262.Etumnu, C. A Clustering Approach to Understanding Farmers Success Strategies. / C. Etumnu, A.W. Gray // Journal of Agricultural and Applied Economics. – 2020. – vol. 52. – no. 3. – pp. 335-351. – URL: <https://doi.org/10.1017/aae.2020.4> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 263.European Business Statistics Manual – 2021 edition // Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021. – URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/12453409/KS-GQ-21-001-EN-N.pdf/f67631e8-c728-e650-d777-de0d9079bf18?t=1614247963543> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 264.European business statistics methodological manual for business demography statistics – 2025 edition // Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2025. – URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/21768794/KS-01-25-016-EN-N.pdf/3994d596-7b5a-984c-92d1-bcd94c7b9cd5?version=1.0&t=1750950904071> (дата обращения: 18.01.2026). – Текст: электронный.

- 265.Eurostat – OECD Manual on Business Demography Statistics // Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2007. – URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5901585/KS-RA-07-010-EN.PDF.pdf/290a71ec-7a71-43be-909b-08ea6bcd521?t=1414781381000> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 266.Everitt, B.S. Cluster Analysis: 5th Edition / B.S. Everitt, Professor, S. Landau, M. Leese, D. Stahl. – London, UK: Wiley, 2011. – 352 p. – Текст: непосредственный.
- 267.Factor Analysis: SPSS Annotated Output // stats.oarc.ucla.edu – University of California, Los Angeles (UCLA): сайт. – URL: <https://stats.oarc.ucla.edu/spss/output/factor-analysis/> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 268.Field, A. Discovering Statistics Using SPSS, 3rd edition. – SAGE Publications Ltd., 2009. – p. 823. – Текст: непосредственный.
- 269.Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) The unjust climate – Measuring the impacts of climate change on rural poor, women and youth. Rome, 2024. – URL: <https://doi.org/10.4060/cc9680en> (дата обращения: 14.12.2025). – Текст: электронный.
- 270.Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of Food and Agriculture 2024 – Value-driven transformation of agrifood systems. Rome, 2024. – URL: <https://doi.org/10.4060/cd2616en> (дата обращения: 14.12.2025). – Текст: электронный.
- 271.Frey, B.J. Clustering by Passing Messages Between Data Points./ B.J. Frey, D. Dueck // Science. – 2007. – vol. 315. – no. 5814. – pp. 972-976. – URL: <https://doi.org/10.1126/science.1136800> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 272.Gujarati, D.N. Basic Econometrics, 5th edition / D.N. Gujarati, D.C. Porter. – McGraw-Hill/Irwin, 2009. – 922 p. – Текст: непосредственный.
- 273.Hastie, T. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction / T. Hastie, R. Tibshirani, J.H. Friedman. – Springer, 2009. – 745 p. – Текст: непосредственный.

- 274.Heaton J. Introduction to the Math of Neural Networks / J. Heaton. – Chesterfield: Heaton Research, 2012. – 102 p. – Текст: непосредственный.
- 275.Hellwig, B. Comparison of scores for bimodality of gene expression distributions and genome-wide evaluation of the prognostic relevance of high-scoring genes. / B. Hellwig, J.G. Hengstler, M. Schmidt, M.C. Gehrman, W. Schormann, J. Rahnenführer // BMC Bioinformatics. – 2010. – vol. 11. – no. 1. – p. 276. – URL: <https://doi.org/10.1186/1471-2105-11-276> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 276.Hennig C. Handbook of Cluster Analysis / C. Hennig, et al. – Chapman & Hall/CRC, 2015. – 774 p. – Текст: непосредственный.
- 277.Hloušková, Z. Farm outcomes based on cluster analysis of compound farm evaluation / Z. Hloušková, M. Lekešová // Agricultural Economics. – 2020. – vol. 66. – no. 10. – p. 435-443. – URL: <https://doi.org/10.17221/273/2020-AGRICECON> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 278.Huang, L. Normalization Techniques in Deep Learning (Synthesis Lectures on Computer Vision) / L. Huang. – Springer, 2022. – 126 p. – Текст: непосредственный.
- 279.Jain, A.K. Data clustering: a review / Jain A.K., Murty M.N., Flynn, P.J. // ACM computing surveys (CSUR). – 1999. – vol. 31. – no. 3. – pp. 264-323. – URL: <https://www.cs.tau.ac.il/~fiat/DataMine05/p264-jain.pdf> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 280.Johansson, R. Numerical Python: Scientific Computing and Data Science Applications with Numpy, SciPy and Matplotlib / R. Johansson. – Apress, 2018. – 980 p. – Текст: непосредственный.
- 281.Kahwachi, W. K-Means-Clustering and Self-Organizing Maps Comparison to Classify the Electricity Generation in Kurdistan / W. Kahwachi, S. Hasan // 8th International Conference on Smart Structures and Systems (ICSSS). – 2022. – URL: <https://doi.org/10.1109/ICSSS54381.2022.9782230> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 282.Kariyam, A. Comparison of several clustering methods in classifying countries based on the environmental performance index / A. Kariyam, A.R. Effendie // AIP Conference Proceedings. – 2025. – vol. 3248. – Issue 1. – URL:

<https://www.semanticscholar.org/paper/Comparison-of-several-clustering-methods-in-based-Kariyam-Abdurakhman/9bed3ea547129b1191079fec16ba63fc4585ae98> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

283.Kaufman, L. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis: 1st Edition / Kaufman L., P.J. Rousseeuw. – New Jersey, USA: Wiley-Interscience, 1990. – 342 p. – Текст: непосредственный.

284.Kern, E.L. Factor Analysis of Linear Type Traits and Their Relation with Longevity in Brazilian Holstein Cattle. / E.L. Kern, J.A. Cobuci, C.N. Costa, C.M. Pimentel // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2014. – vol. 27. – pp. 784-790. – URL:

<https://pdfs.semanticscholar.org/af40/183a093bfbd07f4a9e3cd2540a496bbd2d9c.pdf> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

285.Kohonen, T. MATLAB Implementations and Applications of the Self-Organizing Map. – Finland, Helsinki: Unigrafia Oy, 2014. 192 p. – URL: http://docs.unigrafia.fi/publications/kohonen_teuvo/ (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

286.Kohonen, T. Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps / T. Kohonen // Biological Cybernetics. – 1982. – vol. 43. – pp. 59-69. – URL: https://www.cnbc.cmu.edu/~tai/nc19journalclubs/Kohonen1982_Article_Self-organizedFormationOfTopol.pdf (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

287.Kohonen, T. The Self-Organizing Map / T. Kohonen // Proceedings of the IEEE. – 1990. – vol. 78. – no. 9. – URL: <https://sci2s.ugr.es/keel/pdf/algorithm/articulo/1990-Kohonen-PIEEE.pdf> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

288.Korsakov, A. Application of a Compartmental Spiking Neuron Model with Structural Adaptation for Solving Classification Problems / A. Korsakov, L. Astapova, A. Bakhshiev // Informatics and Automation. – 2022. – vol. 21. – no. 3. – pp. 493-520. – URL: <https://doi.org/10.15622/ia.21.3.2> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

289.Kovshov, V.A. Foresight and forecasting of socio-economic development of rural territories / V.A. Kovshov, E.V. Stovba, M.T. Lukyanova, et al. // Environment,

Development and Sustainability. – 2023. – pp. 1-5. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03808-7> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

290.Kuhn, M. Applied Predictive Modeling / M. Kuhn, K. Johnson. – New York: Springer Science+Business Media, 2013. – 613 p. – Текст: непосредственный.

291.Kumar, U.A. Comparative analysis of SOM neural network with K-means clustering algorithm, 2010 / U.A. Kumar, Y. Dhamija // 2010 IEEE International Conference on Management of Innovation & Technology. – IEEE, 2010. – pp. 55-59. – URL: <https://doi.org/10.1109/ICMIT.2010.5492838> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

292.Labonne, M. Hands-On Graph Neural Networks Using Python: Practical techniques and architectures for building powerful graph and deep learning apps with PyTorch / M. Labonne. – Packt Publishing, 2023. – 354 p. – Текст: непосредственный.

293.Landau, S. A handbook of statistical analyses using SPSS / S. Landau, B.S. Everitt. – Chapman & Hall/CRC Press LLC, 2004. – 337 p. – Текст: непосредственный.

294.LeCun, Y. A Path Towards Autonomous Machine Intelligence. – Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University, 2022. – 62 p. – URL: <https://openreview.net/pdf?id=BZ5a1r-kVsf> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

295.Levia, D.F. The Use of Cluster Analysis in Distinguishing Farmland Prone to Residential Development: A Case Study of Sterling, Massachusetts. / D.F. Levia Jr, D.R. Page // Environmental Management. – 2000. – vol. 25. – no. 5. – pp. 541-548. – URL: <https://doi.org/10.1007/s002679910042> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

296.Lukyanova, M.T. Export Potential in Rural Areas: Management Issues / M.T. Lukyanova, Z.A. Zalilova, V.A. Kovshov, F.F. Farrakhova // The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems: Volume 1. – Cham: Springer International Publishing, 2021. – pp. 845-854. – URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-73097-0_94 (дата обращения: 22.07.2024). – Текст: электронный.

- 297.Lusztin, P. LLM Engineer's Handbook: Master the art of engineering large language models from concept to production / P. Lusztin, M. Labonne, J. Chaumond, H. Tahir, A. Gulli. – Packt Publishing, 2024. – 522 p. – Текст: непосредственный.
- 298.MacCallum, R.C. On the practice of dichotomization of quantitative variables / R.C. MacCallum, S. Zhang, K.J. Preacher, D.D. Rucker // Psychological Methods. – 2002. – vol. 7. – no. 1. – pp. 19-40. – URL: <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.1.19> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 299.McInnes L., Healy J. Accelerated Hierarchical Density Based Clustering // 2017 IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW). – IEEE, 2017. – pp 33-42. – URL: <https://doi.org/10.1109/ICDMW.2017.12> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 300.Mehrbakhsh, N. Parkinson's Disease Diagnosis Using Laplacian Score, Gaussian Process Regression and Self-Organizing Maps / N. Mehrbakhsh, M. Nilashi, R. Abumalloh, S. Alyami, et al. // Brain Sciences. – 2023. – vol. 13. – no. 543. – URL: <https://doi.org/10.3390/brainsci13040543> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 301.Mitchell, T.M. Machine Learning / T.M. Mitchell. – McGraw Hill, Inc., New York, NY, 1997 – 432 p. – Текст: непосредственный.
- 302.Moreney, L. AI and Machine Learning for Coders: A Programmer's Guide to Artificial Intelligence / L. Moreney. – O'Reilly Media, 2020. – 390 p. – Текст: непосредственный.
- 303.Murtagh, F. A survey of recent advances in hierarchical clustering algorithms which use cluster centers // The Computer Journal. – 1984. – vol. 26. – no. 4. – pp. 354-359. – URL: <https://doi.org/10.1093/comjnl/26.4.354> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 304.Nakad, L. 45 Pain, Itch, and Psychological Distress Symptom Clusters in Burn Survivors: A Factor Analysis / L. Nakad, A. Biswas, et al. // Journal of Burn Care & Research. – 2025. – vol. 46. – pp. S36-S37. – URL: <https://doi.org/10.1093/jbcr/iraf019.045> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

- 305.Ornelas, M.A.S. Associations between health, productive performance and oral fluid biomarkers in commercial pig farms / M.A.S. Ornelas, E.G. Manzanilla, J.J. Cerón, et al. // Porcine Health Management. – 2024. – vol. 10. – no. 1. – p. 62. – URL: <https://doi.org/10.1186/s40813-024-00418-1> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 306.Overview of clustering methods // scikit-learn: библиотека машинного обучения для Python: сайт. – URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/clustering.html> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст: электронный.
- 307.Pacini, G.C. Combining multi-dimensional scaling and cluster analysis to describe the diversity of rural households. / G.C. Pacini, D. Colucci, F. Baudron, E. Righi // Experimental Agriculture. – 2014. vol. 50. – no. 3. – pp. 413-437. – URL: https://air.unimi.it/retrieve/dfa8b9a6-3a4a-748b-e053-3a05fe0a3a96/13_ExpAgric_Pacinietal.pdf (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 308.Phillips, J.M. Mathematical Foundations for Data Analysis / J.M. Phillips. – Springer Nature Switzerland AG, 2021. – 304 p. – Текст: непосредственный.
- 309.Preprocessing data // scikit-learn: библиотека машинного обучения для Python: сайт. – URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/preprocessing.html#preprocessing-normalization> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 310.Raschka, S. Build a Large Language Model (From Scratch) / S. Raschka. – Manning Publications Co., 2024. – 368 p. – Текст: непосредственный.
- 311.Rasool, A. Heterogeneity in US Farms: A New Clustering by Production Potentials. / A. Rasool, D. Abler // Agriculture. – 2023. – vol. 13. – no. 2. – p. 258. – URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture13020258> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 312.Renninger D., Bachner J., García-Massó X., et al. Motivation and Basic Psychological Needs Satisfaction in Active Travel to Different Destinations: A Cluster Analysis with Adolescents Living in Germany / D. Renninger, J. Bachner, X. García-Massó, et al. // Behavioral Sciences. – 2023. – vol. 13. – no. 3. – p. 272. – URL:

<https://doi.org/10.3390/bs13030272> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

313.Requena-i-Mora, M. The agrarian question in dairy farms: An analysis of dairy farms in the European Union countries. / M. Requena-i-Mora, M. Barbeta-Viñas // *Agriculture and Human Values*. – 2024. – vol. 41. – no. 2. – pp. 459-474. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10488-6> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

314.Rousseeuw, P.J. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis // *Journal of Computational and Applied Mathematics*. – 1987. – vol. 20. – pp. 53-65. – URL: [https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7) (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

315.Russel, S.J. Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th Edition / S.J. Russel, P. Norvig. – Pearson Education, 2021. – 1165 p. – Текст: непосредственный.

316.Salimova, G. Labour productivity in agricultural production system: The case of Russia / G. Salimova, A. Ableeva, G. Khabirov, Zalilova Z., et al. // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2019. – vol. 25. – pp. 206-216. – EDN GJAILD. – Текст: непосредственный.

317.Samarasinghe, S. Neural Networks for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Complex Pattern Recognition / S. Samarasinghe. – Auerbach Publications, 2006. – 594 p. – Текст: непосредственный.

318.Schubert, E. DBSCAN Revisited, Revisited: Why and How You Should (Still) Use DBSCAN. / E. Schubert, J. Sander, M. Ester, et al. // *ACM Transactions on Database Systems*. – 2017. – vol. 42. – no. 3. – pp. 1-21. – URL: <https://doi.org/10.1145/3068335> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

319.scipy.stats.kurtosis // docs.scipy.org – документация к библиотеке scipy: сайт. – URL: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.stats.kurtosis.html> (дата обращения: 23.08.2024). – Текст: электронный.

320.sklearn.cluster.KMeans: K-Means clustering // scikit-learn: библиотека машинного обучения для Python: сайт. – URL: <https://scikit-learn.org>

learn.org/stable/modules/generated/sklearn.cluster.KMeans (дата обращения: 16.08.2024). – Текст: электронный.

321.sklearn.metrics.silhouette_score. – Текст: электронный // scikit-learn: библиотека машинного обучения для Python: сайт. – URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.silhouette_score.html (дата обращения: 23.08.2024). – Текст: электронный.

322.Solikin, N. Farming in Kediri Indonesia: analysis of cluster k-means. / N. Solikin et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2022. – vol. 1041. – no. 1. – p. 012015. – URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012015> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

323.Sperandio, M. K-means and SOM, a concurrent validation scheme for data mining / M. Sperandio, J. Coelho // Intelligent engineering systems through artificial neural network. – 2004. – vol. 14. – pp. 289-294. – URL: https://www.researchgate.net/publication/2945968_K-Means_And_Som_A_Concurrent_Validation_Scheme_For_Data_Mining (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

324.statsmodels.multivariate.factor.Factor // statsmodels.org – документация к библиотеке statsmodels): сайт. – URL: <https://www.statsmodels.org/stable/generated/statsmodels.multivariate.factor.Factor.html> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

325.Steinwendner, J. Programming Neural Networks with Python / J. Steinwendner, R. Schwaiger. – Rheinwerk Computing, 2025. – 457 p. – Текст: непосредственный.

326.Sun, L. An ensemble clustering based framework for household load profiling and driven factors identification / L. Sun, K. Zhou, S. Yang // Sustainable Cities and Society. – 2020. – vol. 53. – p. 101958. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101958> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

327.Tan, P. Introduction to Data Mining, 2nd Edition / P. Tan, M.S. Steinbach, A. Karpatne, V. Kumar – Pearson Education Limited, 2018. – 864 p. – Текст: непосредственный.

328.Taramuel-Taramuel, J.P. Technological and socioeconomic characteristics of smallholder dairy farms in Indigenous Pastos communities of Colombia / J.P. Taramuel-Taramuel, M.A. Delgado-López, O.E. Aza-Fuelantala, et al. // *Tropical Animal Health and Production*. – 2025. – vol. 57. – no. 7. – p. 363. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11250-025-04576-4> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

329.Tittonell, P. *A Systems Approach to Agroecology*. – Springer Nature Switzerland AG, 2023. – 393 p. – URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-42939-2> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

330.Tobolnov, D. Cluster and factor analysis of morphophysiological characteristics of soybean varieties / D. Tobolnov, N. Stepanova, K. Denisov, F. Chetverikov // *Agrarian Scientific Journal*. – 2024. – pp. 85-91. – URL: <https://doi.org/10.28983/asj.y2024i12pp85-91> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

331.Todeschini, R. Extended multivariate comparison of 68 cluster validity indices. A review / R. Todeschini, et al. // *Chemometrics and intelligent laboratory systems*. – 2024. – vol. 251. – p. 105117. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2024.105117> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

332.Tolmachev, M. Analyzing the Development of Russia's Agricultural Sector to Identify Import Needs and Product Range / M. Tolmachev, A. Tsypin, E. Gerasimova, et al. // *Journal of Global Innovations in Agricultural Science*. – 2025. – vol. 13. – no. 3. – p. 955-963. – URL: <https://doi.org/10.22194/JGIAS/25.1618> (дата обращения: 14.02.2026). – Текст: электронный.

333.Van der Laan, M. A new partitioning around medoids algorithm / M. Van der Laan, K. Pollard, J. Bryan // *Journal of Statistical Computation and Simulation*. – 2003. – vol. 73. – no. 8. – pp. 575-584. – URL: <https://doi.org/10.1080/0094965031000136012> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

334.Vettigli G. MiniSom Python library – Minimalistic implementation of the Self Organizing Maps. Basic usage examples. – URL:

- <https://github.com/JustGlowing/minisom/blob/master/examples/BasicUsage.ipynb> (дата обращения: 19.07.2025). – Текст: электронный.
- 335.Von Luxburg, U. A tutorial on spectral clustering // Statistics and computing. – 2007. – vol. 17. – no. 4. – pp. 395-416. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11222-007-9033-z> (дата обращения: 14.12.2025). – Текст: электронный.
- 336.Wolfram, S. What Is ChatGPT Doing ... and Why Does It Work? / S. Wolfram. – Wolfram Media, Inc., 2023. – 109 p. – Текст: непосредственный.
- 337.Wu, L. Graph Neural Networks: Foundations, Frontiers, and Applications / L. Wu, P. Cui, J. Pei, L. Zhao. – Springer, 2022. – 725 p. – Текст: непосредственный.
- 338.Wunsch, A. Feature-based Groundwater Hydrograph Clustering Using Unsupervised Self-Organizing Map-Ensembles / A. Wunsch, T. Liesch, S. Broda // Water Resources Management. – 2022. – vol. 36. – no. 1. – pp. 39-54. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11269-021-03006-y> (дата обращения: 14.12.2025). – Текст: электронный.
- 339.Zhang, A. Dive into deep learning / Zhang A., et al. – Cambridge University Press, 2023. – URL: <https://d2l.ai> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.
- 340.Zhang, J. Extracting the brain-like representation by an improved self-organizing map for image classification / J. Zhang, et al. // ICASSP 2023-2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – IEEE, 2023. – pp. 1-5. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2303.09035.pdf> (дата обращения: 10.08.2025). – Текст: электронный.

Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Меры сходства, используемые в кластерном анализе для выделения производственных типов ЛПХ

№ п/п	Мера сходства	Формула	Описание
1.	Коэффициент корреляции Пирсона	$r_{kq} = \frac{\sum_{j=1}^m (k_j - \bar{k}) \cdot (q_j - \bar{q})}{\sqrt{\sum_{j=1}^m (k_j - \bar{k})^2 \cdot \sum_{j=1}^m (q_j - \bar{q})^2}},$ где r_{kq} – коэффициент корреляции между объектами k и q, m – число признаков, характеризующих объекты k и q, k_j – значение признака j для объекта k, q_j – значение признака j для объекта q, $\bar{k}$ – среднее значение всех признаков для объекта k, $\bar{q}$ – среднее значение всех признаков для объекта q.	Применяется в случае отсутствия необходимости учитывать разброс и смещение значений признаков.
2.	Евклидово расстояние	$d_{kq} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (k_j - q_j)^2},$ где m – число признаков, характеризующих объекты k и q, d_{kq} – расстояние между объектами k и q.	Применяется в следующих случаях [4, с. 493]: 1. Наблюдения извлекаются из генеральных совокупностей, в которых компоненты (признаки) взаимно независимы и имеют одинаковую дисперсию. 2. Компоненты вектора наблюдений (признаки) однородны по своему физическому смыслу и одинаково важны. 3. Признаковое пространство совпадает с геометрическим пространством (размерность признакового пространства не превышает 3).
3.	Квадрат евклидова расстояния	$d_{kq} = \sum_{j=1}^m (k_j - q_j)^2$	Характеризуется высокой чувствительностью к выбросам.

№ п/п	Мера сходства	Формула	Описание
4.	Расстояние городских кварталов (расстояние по Манхэттену или расстояние Хэмминга)	$d_{kq} = \sum_{j=1}^m k_j - q_j $	Характеризуется низкой чувствительностью к выбросам. Обычно используется в случае порядковых или бинарных признаков. Менее эффективна в случае непрерывных признаков.
5.	Расстояние Чебышева	$d_{kq} = \max_{j=1, \dots, m} k_j - q_j $	Характеризуется высокой чувствительностью к выбросам.
6.	Класс расстояний Минковского	$d_{kq} = (\sum_{j=1}^m k_j - q_j ^p)^{\frac{1}{p}}$	Некоторые меры расстояния являются частными случаями расстояния Минковского порядка p (при $p = 1$ формула (6) соответствует расстоянию городских кварталов, при $p = 2$ – евклидовому расстоянию).
7.	Расстояние Махаланобиса	$d_{kq} = \sqrt{(\mathbf{k} - \mathbf{q}) \cdot COV^{-1} \cdot (\mathbf{k} - \mathbf{q})^T}$, где d_{kq} – расстояние между объектами k и q , $\mathbf{k}$ – вектор (матрица-строка) значений переменных для объекта k , $\mathbf{q}$ – вектор значений переменных для объекта q , $(\mathbf{k} - \mathbf{q})^T$ – транспонированная матрица-строка разностей значений признаков по объектам k и q , COV^{-1} – матрица, обратная матрице ковариаций между m признаками, размерностью $m \times m$.	Позволяет учесть корреляцию между признаками.
8.	Коэффициент совстречаемости S (рассчитывается на основе таблицы Б.1)	$S = \frac{a+d}{a+b+c+d}$	Используется при наличии исключительно бинарных признаков.
9.	Коэффициент Жаккара J (рассчитывается на основе таблицы Б.2)	$J = \frac{a}{a+b+c}$	Используется при наличии исключительно бинарных признаков.

№ п/п	Мера сходства	Формула	Описание
10.	Коэффициент Гауэра (рассчитывается на основе таблицы Б.3)	$d_{kq} = \frac{\sum_{j=1}^m S_j}{\sum_{j=1}^m W_j},$ где W_j – весовая переменная ($W_j = 0$ в случае, если сравнение объектов по признаку j следует учитывать, $W_j = 1$ – иначе), S_j – переменная, определяющая вклад в сходство объектов (для бинарных признаков $S_j = 0$, если признак j отсутствует у одного или одновременно у обоих объектов); для количественных признаков переменная S_j определяется по формуле (11)	Используется при одновременном наличии как бинарных, так и количественных признаков.
11.		$S_j = 1 - \frac{ k_j - q_j }{R_j},$ где k_j – значение признака j для объекта k, q_j – значение признака j для объекта q, R_j – размах значений переменной j.	

Источник: составлено автором на основе [88, 255, 102, 242, 276, 242]

Таблица А.2 – Матрица ассоциативности для двух объектов X и Y, на основе которой происходит расчет коэффициентов ассоциативности¹

X \ Y	1	0
	1	0
1	a	b
0	c	d

Источник: [88]

¹ В матрице ассоциативности «1» – означает наличие признака для соответствующего объекта, «0» – отсутствие признака (значение признака равно 0). При этом:

a – количество общих признаков для двух объектов;

b – количество признаков, присутствующих для объекта X и отсутствующих для объекта Y;

c – количество признаков, отсутствующих для объекта X и присутствующих для объекта Y;

d – количество признаков, которые отсутствуют для двух объектов одновременно.

Также выполняется следующее равенство: $\sum(a, b, c, d) = m$ [88].

Таблица А.3 – Значения переменных S_j и W_j в матрице ассоциативности для двух объектов X и Y, на основе которых происходит расчет коэффициент Гауэра

X \ Y	1	0
1	$S_j = 1$ $W_j = 1$	$S_j = 0$ $W_j = 1$
0	$S_j = 0$ $W_j = 1$	$S_j = 0$ $W_j = 0$

Источник: [88]

Таблица А.4 – Метрики качества кластерного анализа

№ п/п	Метрика	Формула	Описание
1.1.	Коэффициент силуэта SC (англ. <i>Silhouette Coefficient</i>)	$SC = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{n},$ где s_i – значение силуэта (<i>silhouette score</i>) для объекта i, рассчитываемое по формуле (1.2), n – число объектов.	Отражает среднюю степень соответствия объектов внутри кластеров и одновременно с этим степень несоответствия объектов каждого кластера с объектами других кластеров, показывая таким образом общую валидность кластеризации [314].
1.2.		$s_i = \frac{b_i - a_i}{\max(a_i, b_i)},$ где a_i отражает среднее расстояние между i-м объектом кластера A и всеми другими объектами из того же кластера и рассчитывается по формуле (1.3), b_i показывает минимальное среднее расстояние от i-го объекта до одного из всех других кластеров, то есть расстояние между i-м объектом и ближайшим соседним кластером C_j и рассчитывается по формуле (1.4.)	
1.3.		$a_i = \frac{1}{ A -1} \cdot \sum_{j \in A, i \neq j} d_{ij},$ где A – мощность кластера A, т. е. число объектов, вошедших в кластер, включая i-й объект, d_{ij} – расстояние между i-м объектом и j-м объектом.	
1.4.		$b_i = \min_{C_j \neq A} \left(\frac{1}{ C_j } \cdot \sum_{j \in C_j} d_{ij} \right)$	

№ п/п	Метрика	Формула	Описание
		где C_j – ближайший соседний кластер к объекту i	
2.1.	Индекс Дэвиса-Боулдина DB (англ. <i>Davies-Bouldin Index</i>)	$DB = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{N},$ где R_i – максимальная мера схожести между кластером i и наименее схожим кластером, рассчитываемая по формуле (2.2), N – число кластеров.	Так же, как и SC, учитывает средние расстояния как внутри кластеров, так и между кластерами. Показывает среднюю меру схожести каждого кластера с наиболее похожим кластером. Соответственно, наименьшие значения DB будут свидетельствовать о наилучшем разбиении объектов на группы в результате кластеризации [253].
2.2.		$R_i = \max_{j \neq i} R_{ij},$ где R_{ij} – мера схожести между кластерами i, j, рассчитываемая по формуле (2.3).	
2.3.		$R_{ij} = \frac{S_i + S_j}{M_{ij}},$ где S_i, S_j – дисперсии кластеров i, j соответственно, рассчитываемые по формуле (2.4), M_{ij} – расстояние между векторами, которые были выбраны для характеристики кластеров i, j, рассчитываемое по формуле (2.5).	
2.4.		$S_i = \left(\frac{1}{T_i} \sum_{j=1}^{T_i} X_j - A_i ^q \right)^{\frac{1}{q}},$ где T_i – число векторов в кластере i, A_i – центроид кластера i.	
2.5.		$M_{ij} = \left(\sum_{k=1}^N a_{ki} - a_{kj} ^p \right)^{\frac{1}{p}},$ где a_{ki} – k-ый компонент вектора a_i, который является центроидом кластера i.	
3.1.	Индекс Калински-Харабаса CH (англ. <i>Calinski-Harabasz Index</i>)	$CH = \frac{\frac{BCSS}{k-1}}{\frac{WCSS}{n-k}},$ где $BCSS$ – межкластерная дисперсия, рассчитываемая по формуле (3.2), $WCSS$ – внутрикластерная дисперсия, рассчитываемая по формуле (3.3), k – число кластеров, n – число наблюдений.	Основана на расчете внутрикластерной и межкластерной дисперсий. Наилучшее разбиение на кластеры определяется исходя из точки изгиба – той точки, которая является замыкающей в ряде монотонно

№ п/п	Метрика	Формула	Описание
3.2.		$BCSS = \sum_{i=1}^k n_i \ \mathbf{c}_i - \mathbf{c}\ ^2$ где $\mathbf{c}_i$ – центроид кластера i, $\mathbf{c}$ – общий центроид для совокупности.	увеличивающихся значений критерия CH при увеличивающихся значениях параметра k ; при этом, как правило, $k \in [2; k_{max}]$, где k_{max} – некоторое целое число.
3.3.		$WCSS = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} \ \mathbf{x} - \mathbf{c}_i\ ^2,$ где $\mathbf{x}$ – вектор значений признаков для объекта кластера i, $\mathbf{c}_i$ – центроид кластера i.	Другими словами, производится поиск локального максимума. Если таких локальных максимумов несколько, выбирается наименьший. В случае отсутствия точки изгиба и наличия лишь глобального максимума, предполагается, что разбиение на k_{max} кластеров будет наилучшим [246].

Источник: составлено автором на основе [283, 314, 253, 246, 249]

Таблица А.5 – Сравнительная характеристика основных методов кластерного анализа для выделения производственных типов ЛПХ

Метод	Достоинства	Недостатки
1	2	3
AW	1. Более универсальный, по сравнению с разделяющими методами, т. к. эффективно работает как с изотропными (в форме круга или шара), так и с другими неизотропными формами (четко разделимыми, цепными или вытянутыми, концентрическими или кольцевыми). Форма кластеров может быть установлена на основе точечных диаграмм. 2. Позволяет визуализировать иерархическую структуру совокупности объектов на основе дендрограммы. 3. Отсутствует необходимость выбора числа кластеров.	1. Значительные вычислительные затраты при формировании кластеров по сравнению с разделяющими методами, что затрудняет обработку больших совокупностей объектов. 2. Затруднено автоматическое выделение иерархии, включающей лишь наиболее значимые кластеры.
К-средних	1. Высокая эффективность при обработке больших совокупностей объектов из-за простоты реализации. 2. Незначительные вычислительные затраты при формировании кластеров по сравнению с иерархическими методами.	1. Высокая чувствительность к выбору изначальных центров тяжести (алгоритм «K-means++» решает данную проблему). 2. Меньшая эффективность в случае кластеров неизотропной и разной формы, разного размера и плотности (концентрации точек внутри кластера). 3. Необходимость выбора числа кластеров.
К-медиан	1. Низкая чувствительность к выбросам.	1. Меньшая эффективность в случае кластеров неизотропной и разной формы, разного размера и плотности. 2. Необходимость выбора числа кластеров.
К-медоид	1. Низкая чувствительность к выбросам.	1. Меньшая эффективность при обработке больших совокупностей объектов, поскольку расчет медоида требует значительных вычислительных мощностей. 2. Меньшая эффективность в случае кластеров неизотропной и разной формы, разного размера и плотности. 3. Необходимость выбора числа кластеров.
Bisecting К-средних	1. Низкая чувствительность к выбору изначальных центров тяжести. 2. Существует возможность получить иерархическую структуру кластеров.	1. Меньшая эффективность в случае кластеров неизотропной и разной формы, разного размера и плотности. 2. Необходимость выбора числа кластеров.
MS	1. Обеспечивает надежные решения для многих задач компьютерного зрения.	1. Значительные вычислительные затраты при обработке больших совокупностей объектов с большим числом признаков.

Метод	Достоинства	Недостатки
1	2	3
	2. Позволяет получать стабильные результаты кластеризации, поскольку является детерминированным. 3. Отсутствует необходимость выбора числа кластеров.	2. Сложность подбора оптимальных параметров для получения необходимого числа кластеров.
DBSCAN	1. Достаточно высокая эффективность в случае наличия кластеров любой формы и большого размера. 2. Автоматическое выделение выбросов (объектов, не принадлежащих к какому-либо кластеру).	1. Неспособность выявлять кластеры с разной плотностью и вложенные кластеры в связи с использованием единого порогового значения плотности (как особого параметра, характерного методам кластеризации на основе оценки плотности объектов совокупности). 2. Сложность подбора оптимальных параметров для получения необходимого числа кластеров.
HDBSCAN	1. Высокая эффективность в случае наличия кластеров любой формы и большого размера, кластеров с разной плотностью и вложенных кластеров.	1. Сложность подбора оптимальных параметров для получения итоговой иерархии с необходимым числом кластеров.
OPTICS	1. Высокая эффективность в случае наличия кластеров любой формы и большого размера, кластеров с разной плотностью и вложенных кластеров.	1. Неспособность выявлять кластеры с разной плотностью в связи с использованием единого порогового значения плотности. 2. Сложность подбора оптимальных параметров для получения итоговой иерархии с необходимым числом кластеров.
AP	1. Отсутствует необходимость выбора числа кластеров. 2. Низкая чувствительность к инициализации алгоритма, что позволяет получать стабильные результаты. 3. Эффективен для задач разведочного кластерного анализа с использованием нестандартных мер сходства.	1. Значительные вычислительные затраты при построении сети в случае большой совокупности объектов. 2. Сложность подбора оптимальных параметров для получения необходимого числа кластеров.
SpC	1. Высокая эффективность в случае сложных форм кластеров (например, форма переплетенных спиралей). 2. Высокая эффективность при обработке больших совокупностей объектов (с некоторыми ограничениями).	1. Выбор графа сходства является нетривиальной задачей. В целом, подбор оптимальных параметров является сложным. 2. Результаты применения алгоритма могут быть нестабильны, особенно при выборе различных вариантов параметров для графов окрестностей.
BIRCH	1. Позволяет обрабатывать выбросы, поскольку в рамках алгоритма применяется процедура выявления и удаления выбросов, расположенных на узлах CF-дерева с аномально небольшим числом объектов. 2. Высокая эффективность при обработке больших совокупностей объектов.	1. Сложность подбора оптимальных параметров для получения требуемой кластерной структуры (например, такой структуры, в которой один кластер не включает практически все объекты). 2. Значительные вычислительные затраты при построении дерева в случае большой совокупности объектов.

Метод	Достоинства	Недостатки
1	2	3
GM	1. Высокая эффективность в случаях, когда не по всем объектам совокупности имеется информация о значениях определенных переменных. 2. Высокая эффективность в случае эллиптических форм кластеров разного размера	1. Низкая эффективность при обработке больших совокупностей объектов. 2. Низкая эффективность в случае, если точки данных коллинеарны (выстроены в прямую линию) или почти коллинеарны. 3. Высокая чувствительность к выбросам.

Источник: составлено автором на основе [261, 247, 235, 279, 237, 333, 327, 301, 271, 250, 335, 248]

ПРИЛОЖЕНИЕ Б



Рисунок Б.1 – Регионы Российской Федерации, относящиеся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции на момент 2017 г.

Источник: разработано автором на основе [118]

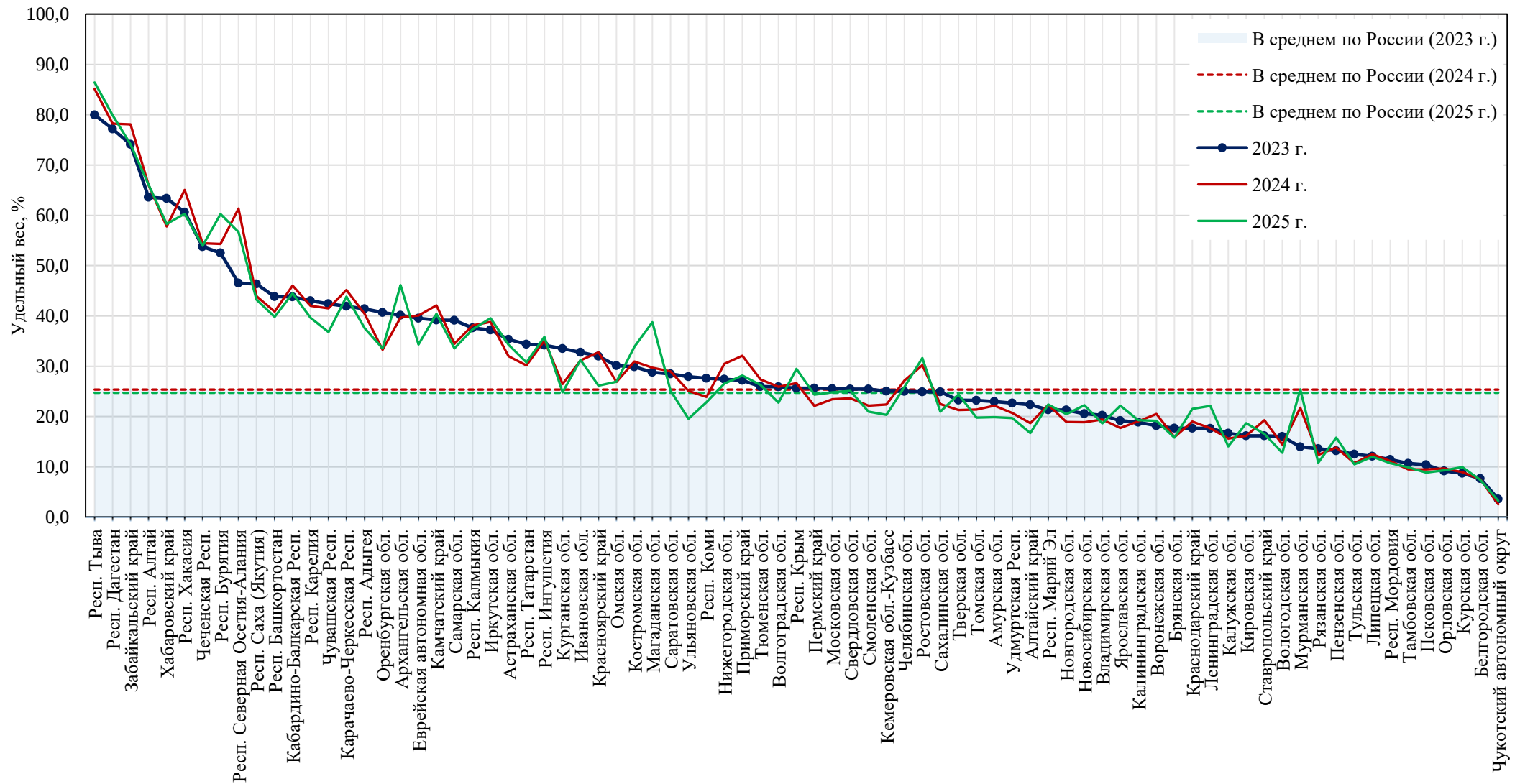


Рисунок Б.2 – Удельный вес хозяйств населения в производстве продукции сельского хозяйства в Регионах Российской Федерации в 2023-2025 гг.

Источник: разработано автором на основе [33]

Таблица Б.1 – Перечень регионов Российской Федерации, относящихся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции (на момент 2017 г. и 2023 г.)*

№ п/п	На момент 2017 г.	На момент 2023 г.
1.	Республика Алтай	Республика Алтай
2.	Республика Бурятия	Республика Бурятия
3.	Республика Дагестан	Республика Дагестан
4.	Республика Ингушетия	Республика Ингушетия
5.	Республика Калмыкия	Республика Калмыкия
6.	Карачаево-Черкесская Республика	Карачаево-Черкесская Республика
7.	Республика Карелия	Республика Карелия
8.	Республика Коми	Республика Коми
9.	Республика Саха (Якутия)	Республика Крым
10.	Республика Северная Осетия - Алания	Республика Мордовия
11.	Республика Тыва	Республика Саха (Якутия)
12.	Республика Хакасия	Республика Северная Осетия - Алания
13.	Чеченская Республика	Республика Тыва
14.	Забайкальский край	Республика Хакасия
15.	Камчатский край	Чеченская Республика
16.	Пермский край	Забайкальский край
17.	Приморский край	Камчатский край
18.	Хабаровский край	Пермский край
19.	Архангельская область	Приморский край
20.	Брянская область	Хабаровский край
21.	Владимирская область	Архангельская область
22.	Волгоградская область	Астраханская область
23.	Вологодская область	Волгоградская область
24.	Иркутская область	Ивановская область
25.	Кемеровская область	Кемеровская область - Кузбасс
26.	Ленинградская область	Ленинградская область
27.	Магаданская область	Магаданская область
28.	Мурманская область	Мурманская область
29.	Рязанская область	Новгородская область
30.	Сахалинская область	Псковская область
31.	Томская область	Саратовская область
32.	Город Севастополь	Сахалинская область
33.	Еврейская автономная область	Томская область
34.	Ненецкий автономный округ	Город Севастополь
35.	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	Еврейская автономная область
36.	Чукотский автономный округ	Ненецкий автономный округ
37.	Ямало-Ненецкий автономный округ	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра
38.	-	Чукотский автономный округ

*Полужирным шрифтом выделены регионы, присутствующие как в перечне от 2017 г., так и в перечне от 2023 г.

Источник: разработано автором на основе [146, 118]

ПРИЛОЖЕНИЕ В

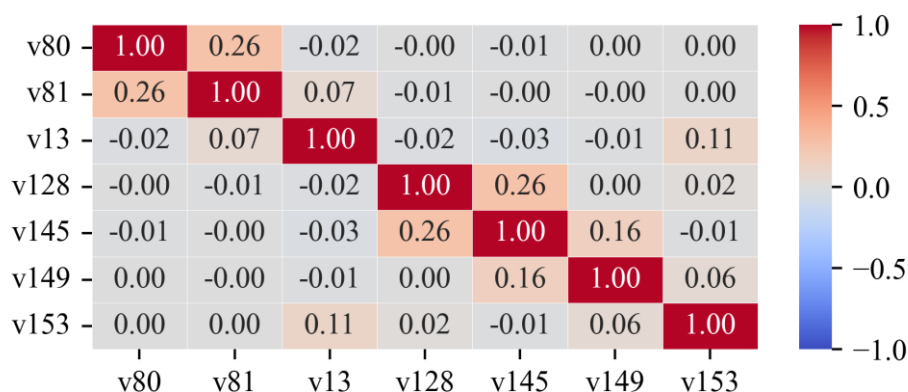


Рисунок В.1 – Матрица парных коэффициентов корреляции Пирсона между отобранными признаками ЛПХ района Астраханской области

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

Таблица В.1 – Дисперсионный анализ по результатам сформированных кластеров ЛПХ района Астраханской области на основе модели SOM

Признак	Число степеней свободы, df	Объем вариации, sum_sq	Дисперсия, mean_sq	Фактическое значение F-критерия Фишера	Фактический уровень значимости F-критерия, p-value
Площадь посевов с.-х. культур, м ² : картофель, v80	4	929,3	232,3	345,7	0,000
овощные и бахчевые культуры открытого грунта, v81	4	928,9	232,2	345,5	0,000
Площадь многолетних насаждений, м ² , v13	4	612,2	153,0	195,1	0,000
Поголовье с.-х. животных, голов: крупный рогатый скот, v128	4	826,0	206,5	291,4	0,000
ОВЦЫ, v145	4	795,5	198,9	276,4	0,000
КОЗЫ, v149	4	774,7	193,7	266,5	0,000
птица, v153	4	624,6	156,2	200,2	0,000

Источник: рассчитано автором по микроданным СХМП-2021

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Результаты типизации ЛПХ Астраханской области по микроданным СХМП-2021, проведенной на основе интегральных показателей, сформированных с использованием факторного анализа

Таблица Г.1 – Показатели центральной тенденции, вариации и формы распределения

Признак	Среднее значение, μ	Медиана, $x_{0,50}$	Коэффициент		
			вариации , V	асимметрии, S	эксцесса, EK
Площадь сельскохозяйственных угодий, а:					
Посевы – всего	851,56	56,0	15,3	52	4094
в т. ч.: картофель	132,61	-	32,4	94	11076
овощные и бахчевые	657,12	48,0	18,3	61	5411
кормовые культуры	38,35	-	45,1	52	2894
сенокосы	3593,63	-	20,6	66	6046
пастбища	4772,42	-	29,5	52	3189
многолетние насаждения	52,45	36,0	1,1	6	193
Поголовье сельскохозяйственных животных, голов:					
крупный рогатый скот	2,05	-	6,9	19	563
свиньи	0,03	-	10,9	23	907
овцы	2,52	-	14,3	36	1895
козы	0,12	-	19,5	43	2613
птица	2,75	-	3,1	7	110

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

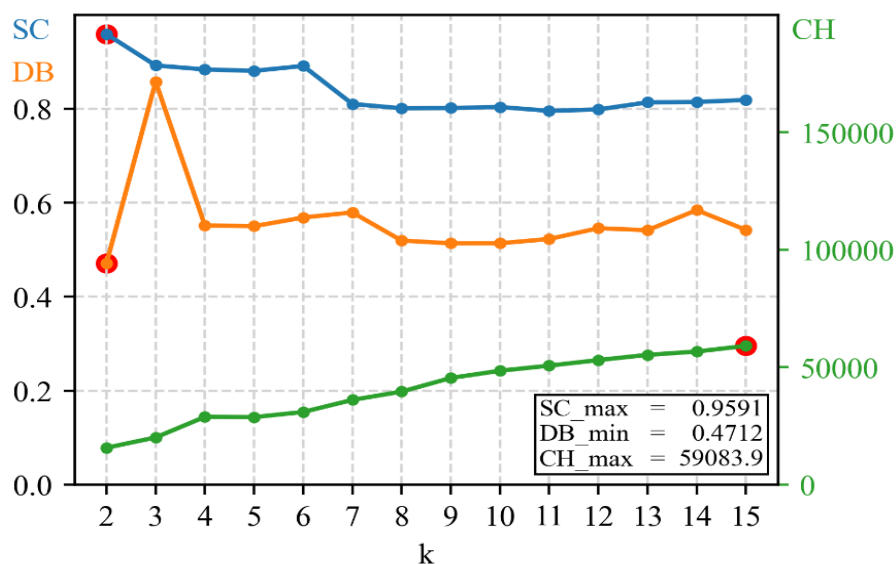
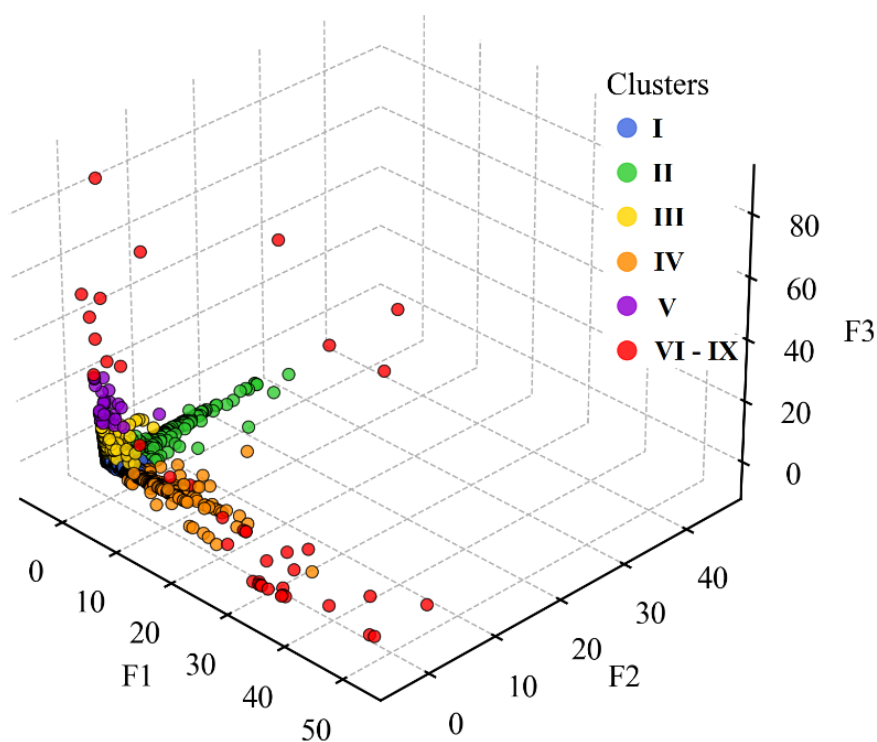
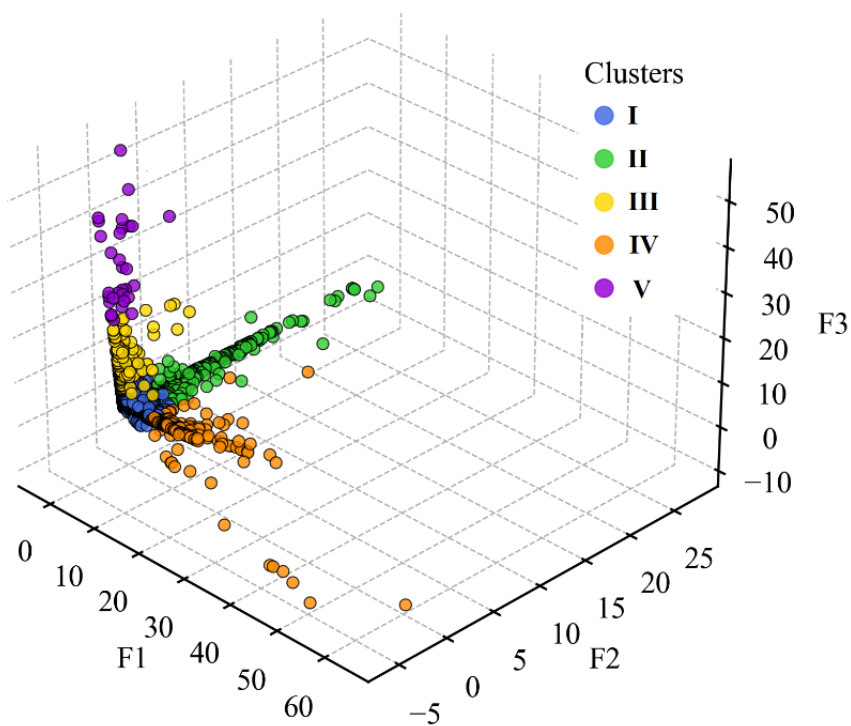


Рисунок Г.1 – Метрики SC, DB, CH при подборе числа кластеров k

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021



a)



б)

Рисунок Г.2 – Трехмерные точечные диаграммы значений факторов F1, F2, F3, визуализирующие результаты кластерного анализа:

а) с учетом кластеров VI-IX; б) без учета кластеров VI-IX

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Нейросетевой кластерный анализ ЛПХ Астраханской области по микроданным
СХМП-2021 и ВСХП-2016

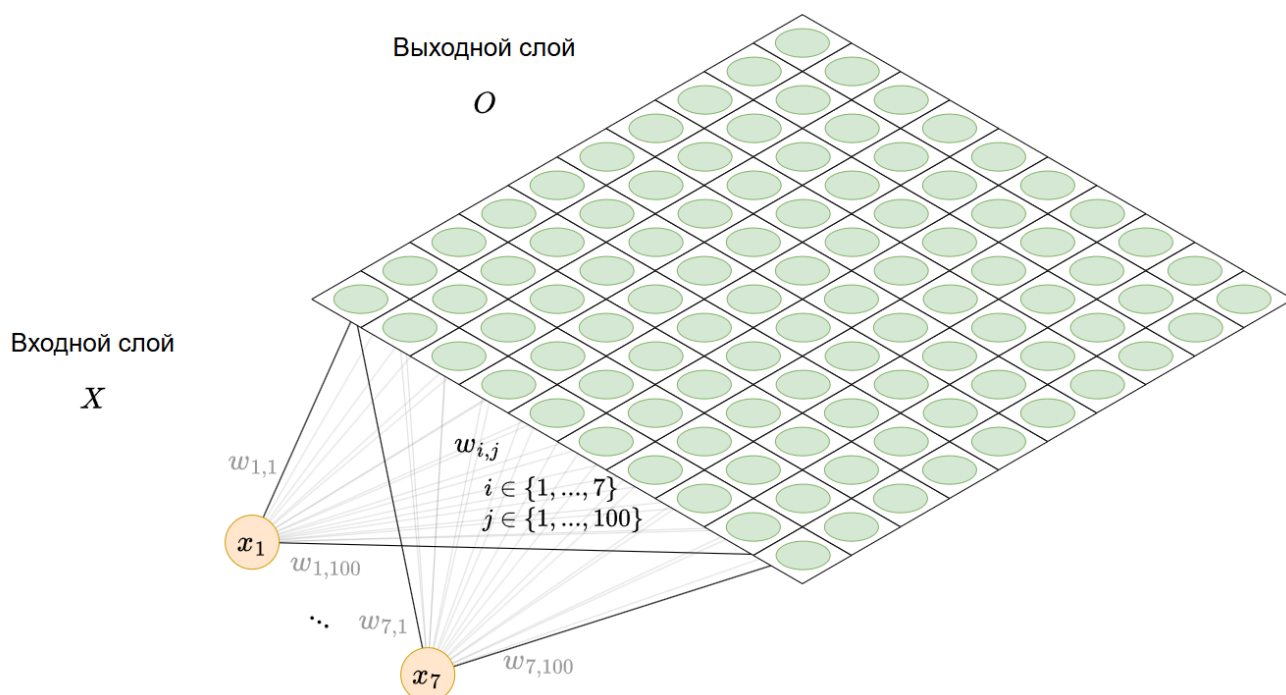


Рисунок Д.1 – Модель самоорганизующейся карты (SOM), используемая при выделении производственных типов ЛПХ района Астраханской области на основе 7 признаков

Источник: разработано автором на основе [215]

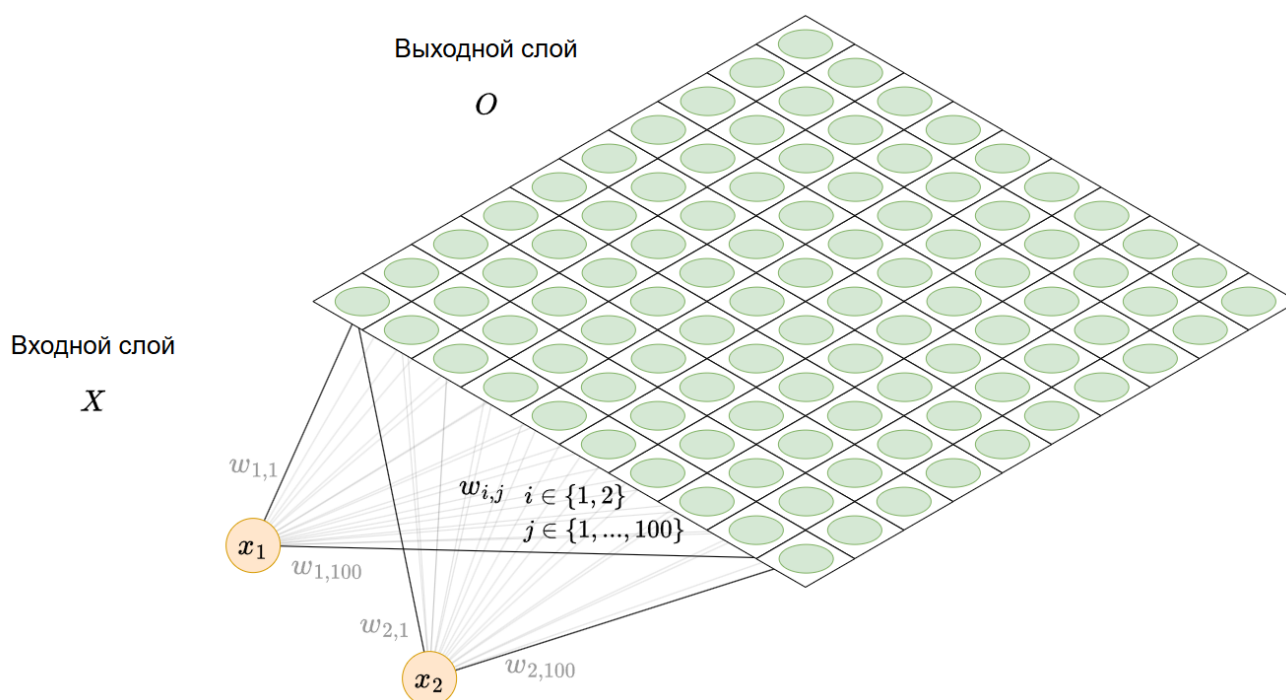


Рисунок Д.2 – Модель самоорганизующейся карты (SOM), используемая при выделении производственных типов ЛПХ Астраханской области на основе двух многомерных средних

Источник: разработано автором на основе [215]

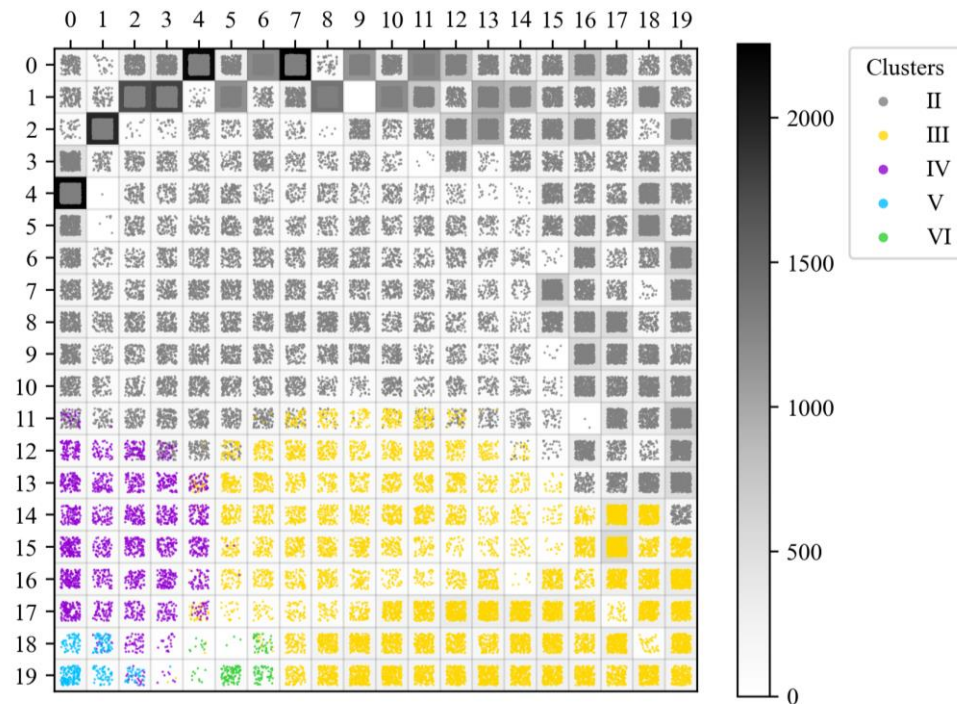


Рисунок Д.3 – График матрицы частот по Модели SOM, визуализирующий число ЛПХ Астраханской области, отображенных на каждую из ячеек самоорганизующейся карты

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

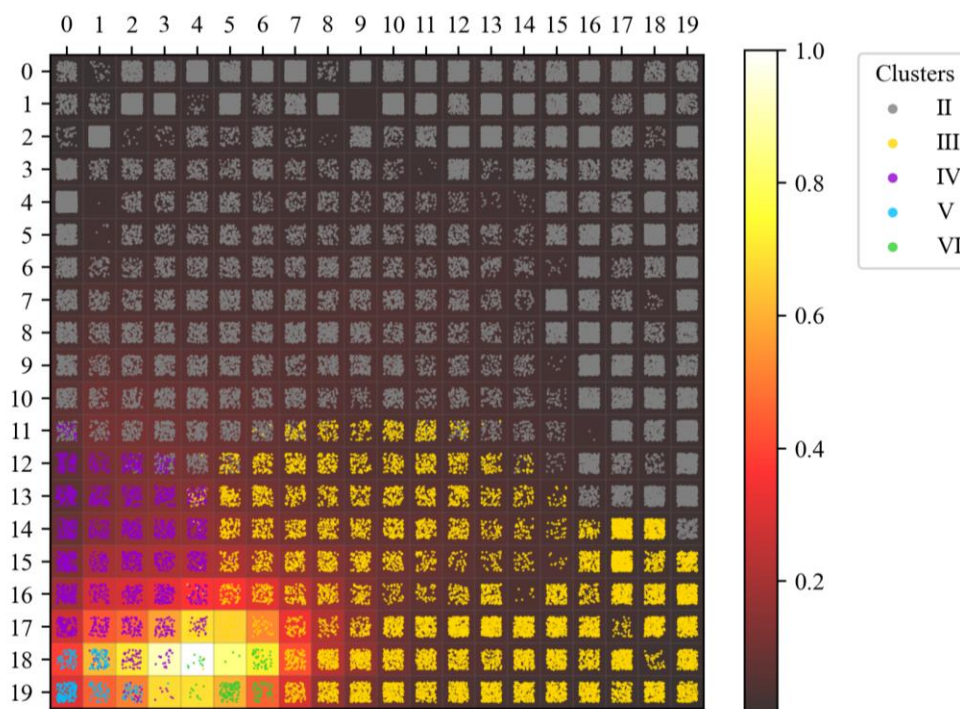


Рисунок Д.4 – График матрицы расстояний по модели SOM, визуализирующий величину функции расстояния между нейронами (ячейками самоорганизующейся карты), демонстрирующий наибольший уровень различий между ЛПХ Астраханской области определенных ячеек (светлые ячейки)

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

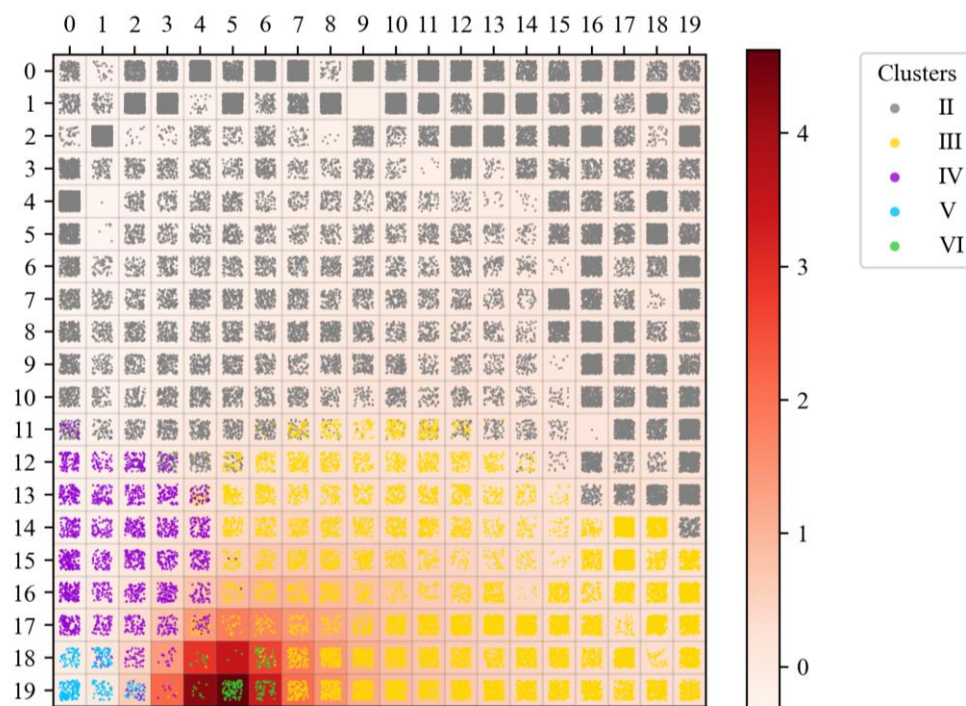


Рисунок Д.5 – График матрицы усредненных значений интегрального показателя ММ1 по модели SOM, отражающего размеры площадей посевов сельскохозяйственных культур ЛПХ Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

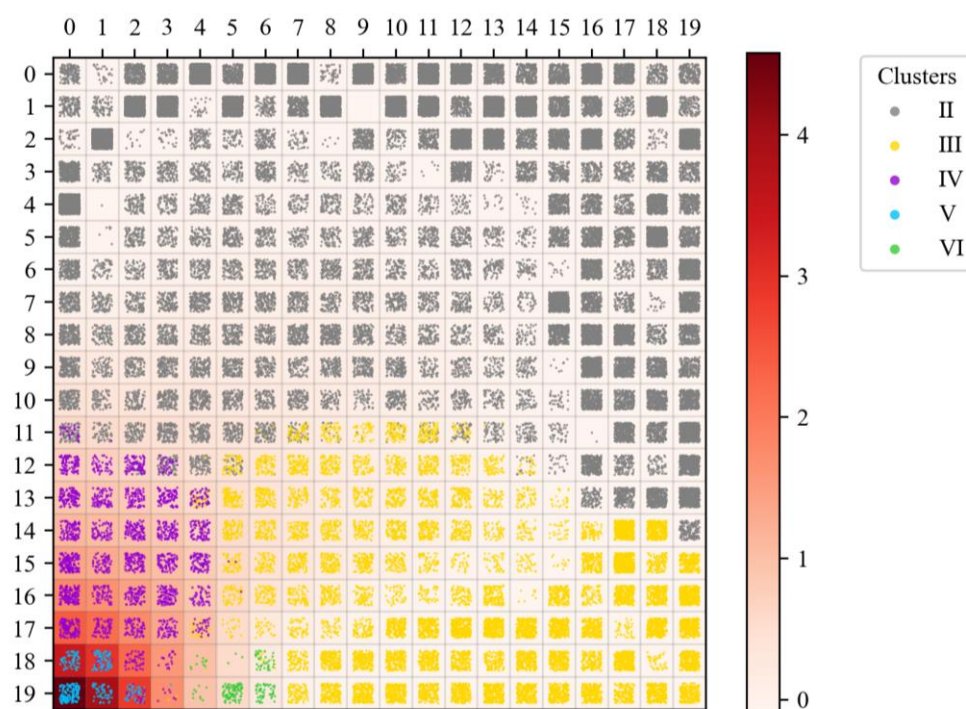


Рисунок Д.6 – График матрицы усредненных значений интегрального показателя ММ2 по модели SOM, отражающего наличие поголовья сельскохозяйственных животных ЛПХ Астраханской области

Источник: разработано автором по микроданным СХМП-2021

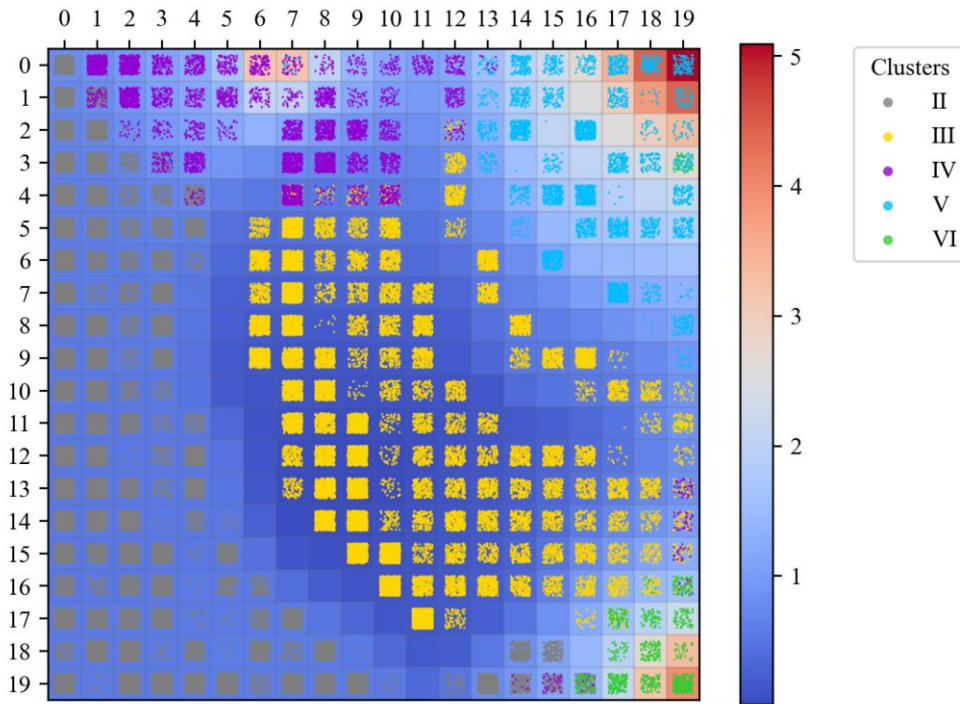


Рисунок Д.7 – График матрицы активации по модели *SOM*, визуализирующий расположение ЛПХ Астраханской области на самоорганизующейся карте и принадлежность хозяйств к кластерам, выявленным на основе метода *K-средних*

Источник: разработано автором по микроданным ВСХП-2016.

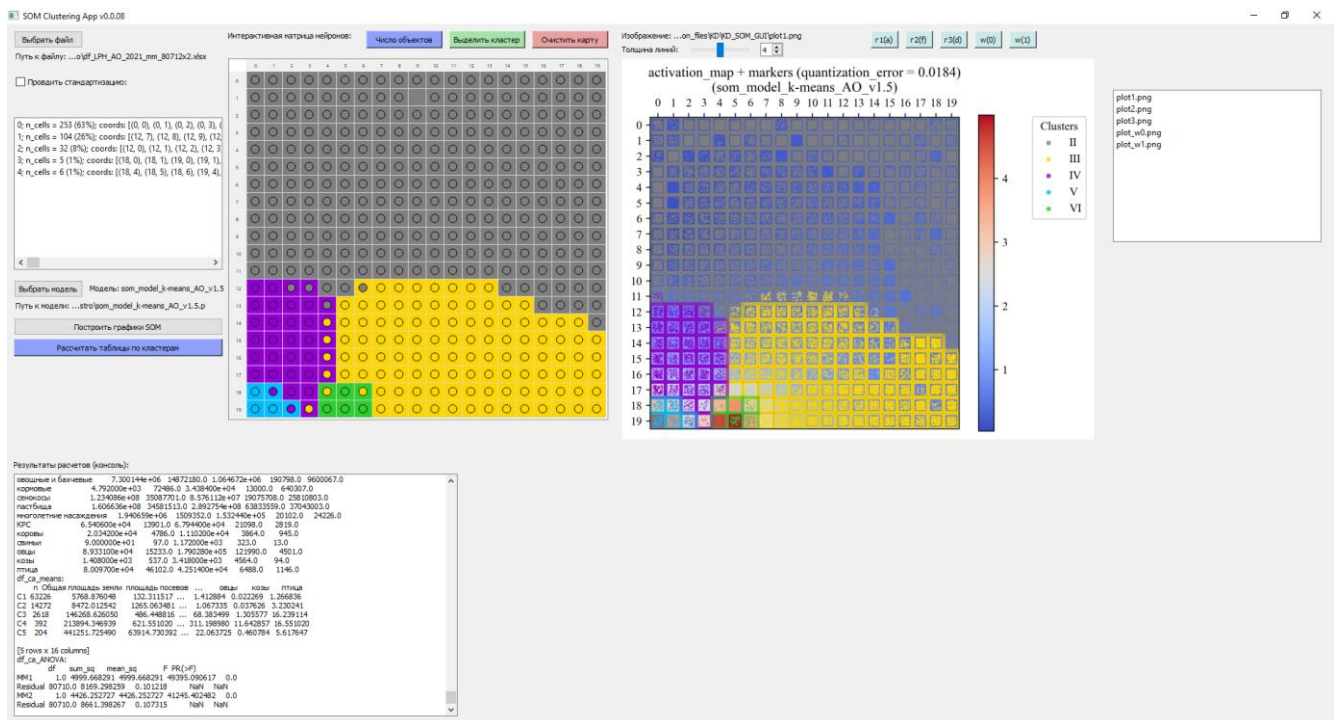


Рисунок Д.8 – Окно разработанного программного обеспечения для уточнения границ кластеров ЛПХ с использованием модели самоорганизующейся карты

Источник: разработано автором