

УДК 914

ПОСТСОВЕТСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ ПО ДАННЫМ СТАТИСТИКИ, КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ И НАБЛЮДЕНИЯМ АВТОРОВ

© 2021 г. А. А. Медведев^а, *, Т. Г. Нефедова^а, **

^аИнститут географии РАН, Москва, Россия

*e-mail: medvedev@igras.ru

**e-mail: trene12@igras.ru

Поступила в редакцию 01.09.2020 г.

После доработки 18.11.2020 г.

Принята к публикации 22.12.2020 г.

В статье рассматриваются основные тенденции пространственной организации животноводства в постсоветские годы на основе полимасштабного исследования регионов Центрального федерального округа России. Использование данных Росстата по муниципальным районам, топографических карт и дешифрирование космических снимков с разным разрешением позволили увидеть реальную картину организационных и пространственных изменений животноводства вплоть до состояния отдельных ферм. После катастрофического падения поголовья скота в 1990-х годах животноводство восстанавливается, частично меняя специализацию, организационную структуру и локализацию. При увеличении в последние годы производства мяса, в основном за счет свинины и птицы, поголовье крупного рогатого скота в большинстве районов продолжает сокращаться. При этом степень концентрации животноводства в сравнении с советским временем возросла. Избирательность восстановления животноводства делает его пространственно очаговым, оставляя огромные территории Нечерноземья заброшенными и постепенно зарастающими лесом. Для верификации статистической информации использованы данные дистанционного зондирования сверхвысокого разрешения о распределении производственной инфраструктуры животноводства и ее состоянии, примеры которых приведены на схемах и картах. Сравнение данных топографических карт конца 1980-х и современных космических снимков показало, что в регионах Центрального федерального округа было заброшено более 4 тыс. ферм, в то же время появилось много новых модернизированных предприятий. Карты, составленные по муниципальным районам, наглядно отражают современную пространственную структуру животноводства. Более подробно на примерах рассмотрена пространственная организация крупных агрохолдингов.

Ключевые слова: сельское хозяйство, животноводство, крупный рогатый скот, свиньи, молоко, фермы, депопуляция сельского населения, дистанционное зондирование, дешифрирование космических снимков, картографический метод

DOI: 10.31857/S2587556621020084

ВВЕДЕНИЕ И ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Новые рыночные условия по-разному отразились на аграрной экономике и развитии животноводства в разных районах России. После тяжелого кризиса 1990-х, при взлете курса доллара, производство мяса восстанавливается, и зависимость от импорта несколько снизилась (рис. 1), при том, что потребление мяса на душу населения увеличилось в 2018 г. до 73 кг.

То же произошло и с производством молока и молокопродуктов, серьезную конкуренцию которому составляет лишь импорт из Белоруссии. Од-

нако помимо физического наличия продуктов важна и их экономическая доступность. В России доля расходов на покупку продовольствия все еще составляет 30.2% (что выше, чем в странах ЕС в 2–3 раза), в том числе 16% – на продукцию животноводства. Региональные различия очень велики: от 24% в Москве до 45% в Смоленской области и 47% на Чукотке. Благодаря повышенной востребованности более дешевого мяса и относительно быстрому обороту инвестиций в России обеспечение мясом пошло по пути увеличения

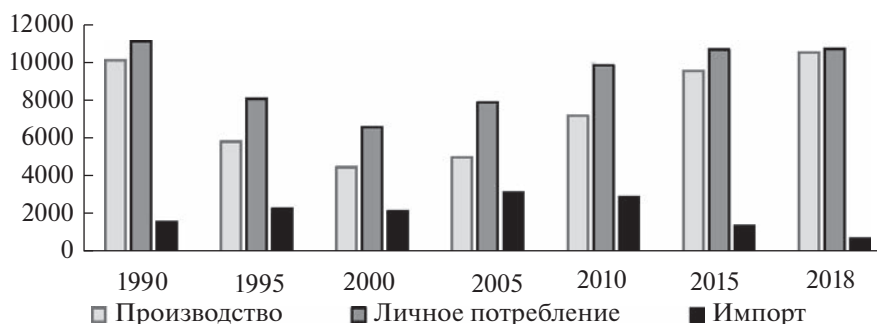


Рис. 1. Производство, потребление и импорт мяса в России с 1990 по 2018 г., тыс. т. Составлено по данным Росстата.



Рис. 2. Численность сельского населения (млн человек) и поголовье крупного рогатого скота (млн голов) в России в советское и постсоветское время.

Источник: Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2018 г. (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств). М.: ФСГС, 2019; Рынок мяса в России в 2018 году. <http://americanbeefclub.com/ru/about-club-ru/sobytiya/rynok-myasa-v-rossii-v-2018-godu/> (дата обращения 20.01.2020); Сельское хозяйство СССР. М.: Госкомстат СССР, 1988.

доли свинины (33% потребленного мяса) и птицы (46%)¹.

Поголовье крупного рогатого скота (КРС) увеличивалось во второй половине XX в., несмотря на сильное сокращение сельского населения. В постсоветский период произошло катастрофическое падение поголовья, особенно в 1990-е годы, опережающее депопуляцию населения (рис. 2) (Нефедова, 2013, 2017).

¹ Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2018 г. (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств). М.: ФСГС, 2019; Рынок мяса в России в 2018 году. <http://americanbeefclub.com/ru/about-club-ru/sobytiya/rynok-myasa-v-rossii-v-2018-godu/> (дата обращения 20.01.2020).

Последствия влияния рыночных условий на организацию животноводства велики. Закрытие или распад на мелкие хозяйства многих бывших колхозов и совхозов сопровождалось появлением новых производителей и модернизацией сохранившихся дееспособных предприятий. С 2000-х годов в России все большее значение в животноводстве приобретают крупные сельскохозяйственные структуры – агрохолдинги (Барсукова, 2016; Шагайда, Узун, 2019; Visser et al., 2014). Такие предприятия чаще сочетают полеводство с содержанием свиней или птицы и переработкой продукции. Но есть и те, что специализируются на содержании КРС (часто наряду с выращиванием свиней). Общий подъем отрасли в 2000-х годах

проходил на фоне сдвига производства в более южные регионы (Нефедова, 2017), в том числе и в пределах Центрального федерального округа (ЦФО), лучше обеспеченные природными и трудовыми ресурсами. Тем не менее поголовье КРС в стране в целом сокращалось, особенно быстро в сельскохозяйственных организациях, из-за большой трудоемкости, выбраковки низкопродуктивных животных, нехватки средств для модернизации предприятий и ее замедленной по сравнению с растениеводством, птицеводством и свиноводством окупаемости. При этом производительность скота резко возросла: средние надои молока от одной коровы увеличились с 2783 кг в год в 1990 г. и даже 2341 кг в 2000 г. до 5945 кг в 2018 г.²

Цель данной статьи – выявить основные тенденции пространственной организации животноводства в постсоветские годы на основе полимасштабного подхода. Исследование проводилось на территории Центрального федерального округа. Она обладает разнообразными природными предпосылками ведения сельского хозяйства от южной тайги до лесостепей, характеризуется наивысшей в России плотностью и разнообразием городов как потребителей продукции животноводства, однако испытала наиболее сильную и длительную депопуляцию сельского населения в XX в. (Иоффе, 1990; Нефедова, 2013).

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Противоречивые последствия организационно-экономических изменений влияют на пространственную организацию животноводческой отрасли, которую можно изучать разными методами: статистическими, картографическими, дистанционного зондирования. Статья опирается на данные Росстата по субъектам РФ и муниципальных районам, материалы Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. и на современные данные размещения животноводческих предприятий, полученные путем дешифрирования космических снимков высокого и сверхвысокого пространственного разрешения.

Технологии и методы дистанционного зондирования в многочисленных работах в основном нацелены на оценку и мониторинг использования земель в растениеводстве (Воронина, Мамаш, 2014; Михайленко, 2018), позволяя на основе современных систем автоматизированной обработки следить за сельскохозяйственными полями на обширной территории (Нефедова, Медведев, 2020; Якушев и др., 2018). Большинство методик автоматизированного дешифрирования дают возможность анализа урожайности культур или наблюдения за ходом роста растений (Буланов и др., 2019; Шульга и др., 2016). В данной статье ис-

пользуются в основном методы визуального дешифрирования, позволяющие дать экспертную оценку и идентифицировать инфраструктуру животноводческих предприятий. Это позволило увидеть реальную картину организационных и пространственных изменений отрасли вплоть до состояния отдельных ферм. Источником, важным для понимания происходящих процессов, послужило также экспедиционное обследование авторами некоторых из рассматриваемых районов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Упадок и возрождение животноводства в Центральном федеральном округе

Появление новых производителей в ЦФО было связано как с близостью к Москве с ее огромным потребительским рынком, так и с инвестициями ее пищевых предприятий, а порой и мэрии Москвы³ в сельское хозяйство Московской области и окружающих ее регионов. Это способствовало развитию технологически иного хозяйства, в том числе и в областях Нечерноземья со сложными природными условиями. Поэтому впечатление полного упадка при виде заросших полей и пастбищ и отсутствия пасущихся коров здесь обманчиво. Животноводство постепенно восстанавливается, хотя выборочно и на других принципах, без привычного массового выпаса скота. При этом доля неиспользуемых лугов и пастбищ выросла, зеркально отражая сжатие полеводства (Нефедова, Медведев, 2020).

В большинстве окружающих Москву регионов, в том числе и в Московской области, несмотря на конкуренцию других видов землепользования, это привело к восстановлению производства мяса после его спада в 1990-х годах (рис. 3). Ситуация в нечерноземной и южной черноземной частях ЦФО в целом похожа, только на юге восстановление идет активнее, хотя предприятия больше специализируются на свинине и птице. Безусловным лидером стала Белгородская область (18% общероссийского поголовья свиней), при этом 99% мяса производят крупные компании. С черноземными регионами помимо Московской области может конкурировать лишь Брянская, однако там иная специализация и иные технологии.

Производство молока уменьшилось особенно сильно и повсеместно. Восстановление идет го-

² Регионы России. М.: ФСГС, 2001, 2009, 2019.

³ В период правления Ю. Лужкова в Москве была принята целевая программа интеграции предприятий продовольственного комплекса Москвы с сельскохозяйственными, согласно которой московские холдинги на беспроцентные кредиты приобретали сельскохозяйственные предприятия или заключали с ними долгосрочные договора на поставку молочной или мясной продукции. Есть пример и целенаправленного создания мэрией Москвы крупного молочно-го комплекса в Калужской области – МосМедынагропром (Нефедова, 2013, с. 98–100).

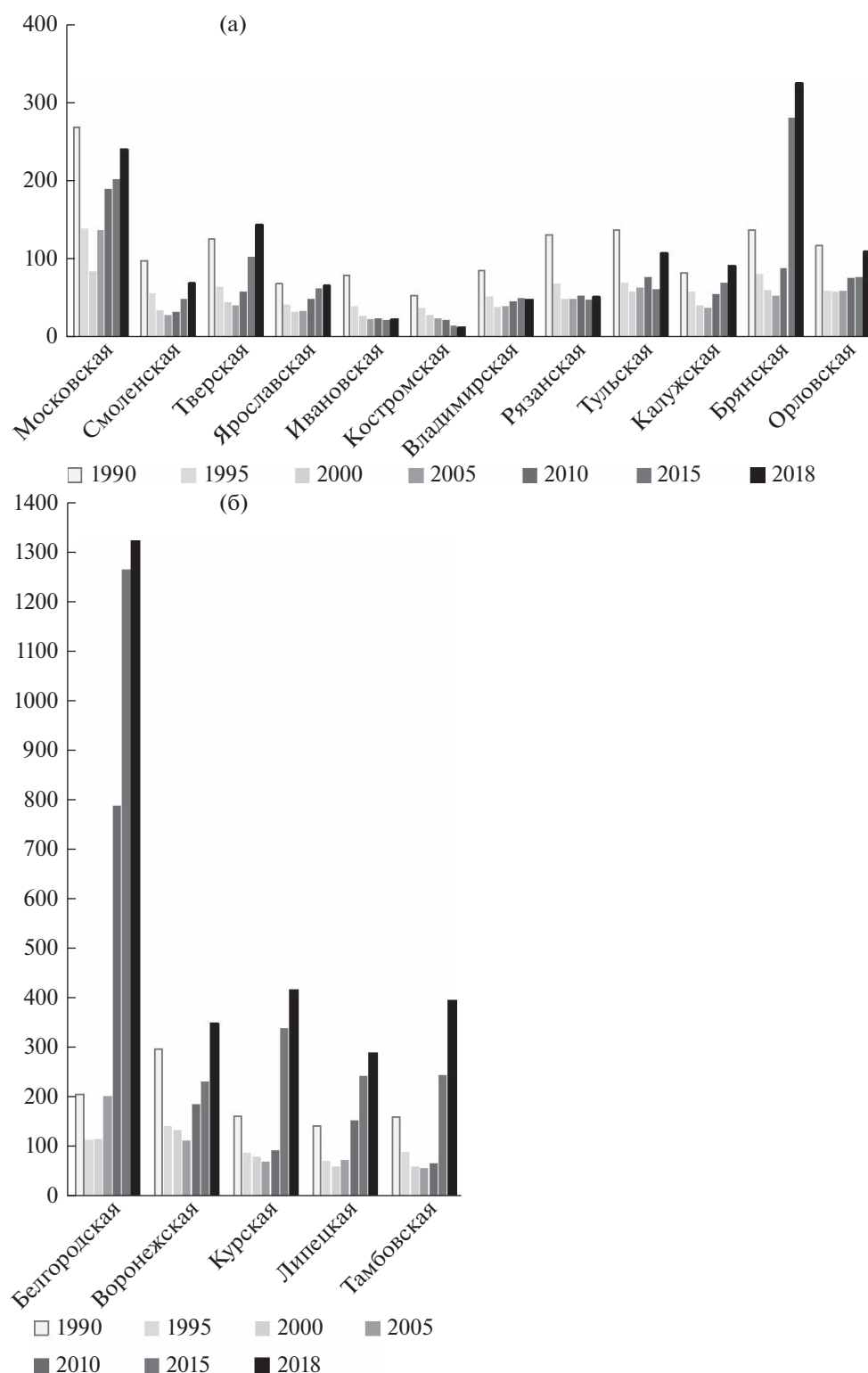


Рис. 3. Динамика производства мяса скота и птицы на убой в 1990–2018 гг. в ЦФО, тыс. т: (а) нечерноземные регионы, (б) черноземные регионы. *Источник:* Регионы России. М.: ФСГС, 2001, 2009, 2019.

раздо медленнее и лишь в избранных нечерноземных областях (Ярославской, Владимирской, Рязанской, Калужской), а также в Белгородской и Воронежской (рис. 4).

Несмотря на восстановительные процессы, сельские территории в нечерноземной части за пределами Московской области остаются весьма проблемными. Техническое оснащение агрохол-

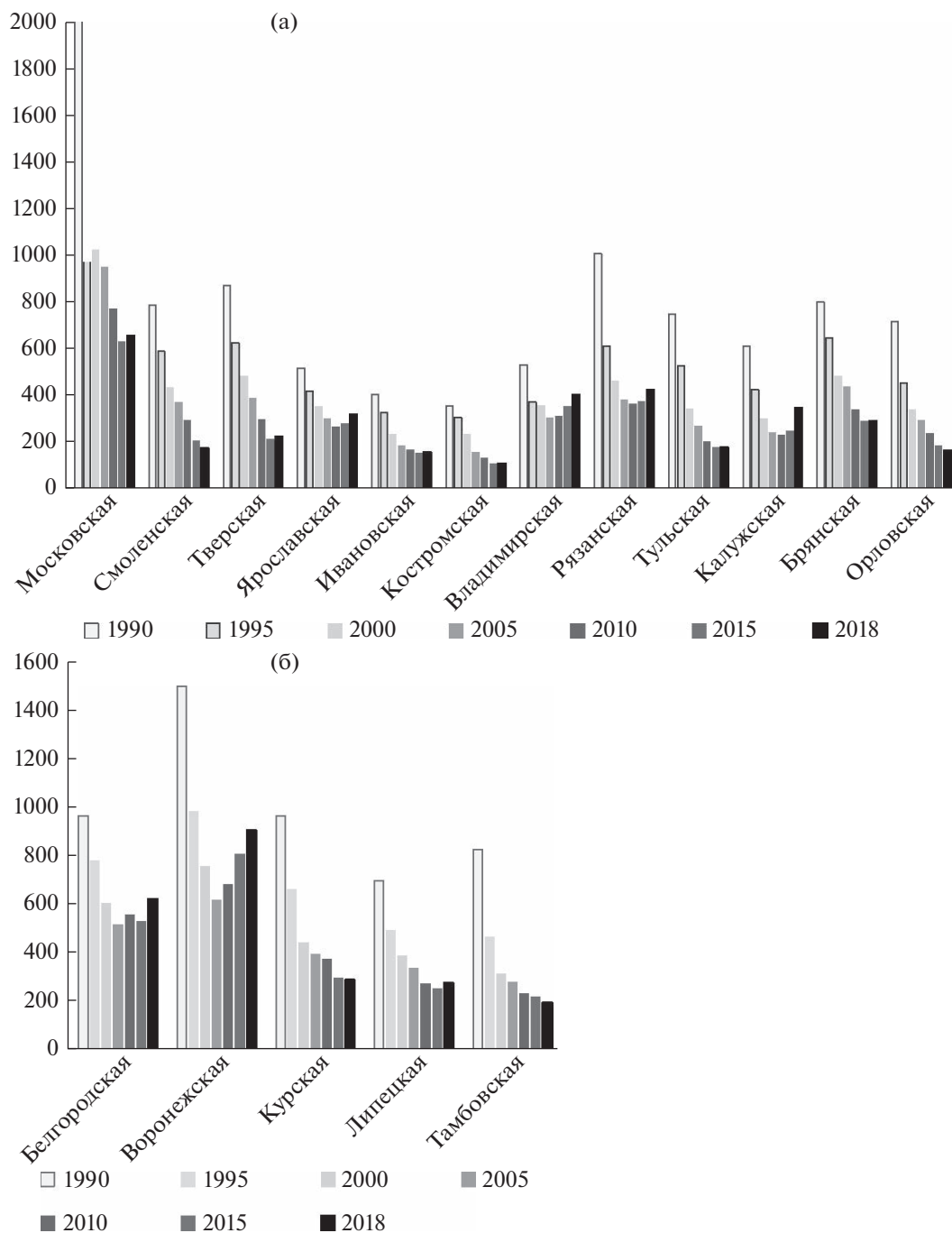


Рис. 4. Динамика производства молока в 1990–2018 гг. в ЦФО, тыс. т: (а) нечерноземные регионы, (б) черноземные регионы. *Источник:* Регионы России. М.: ФСГС, 2001, 2009, 2019.

дингов повышает продуктивность скота, производительность труда, позволяет вернуть в оборот часть заброшенных земель. Новые предприятия создают рабочие места, производство в них становится индустриальным с типичным наемным трудом, но они требуют куда меньше работников, чем бывшие колхозы (Нефедова, 2013). При неразвитости малого бизнеса это обостряет проблемы

сельской безработицы даже в районах, потерявших в XX в. большую часть населения, и пролонгирует миграции сельского населения в города. Все это требует, наряду с исследованием собственно сельского хозяйства, выявления связей трансформации отрасли с изменением динамики населения. Это позволяет понять, может ли животноводство служить одним из возможных локо-

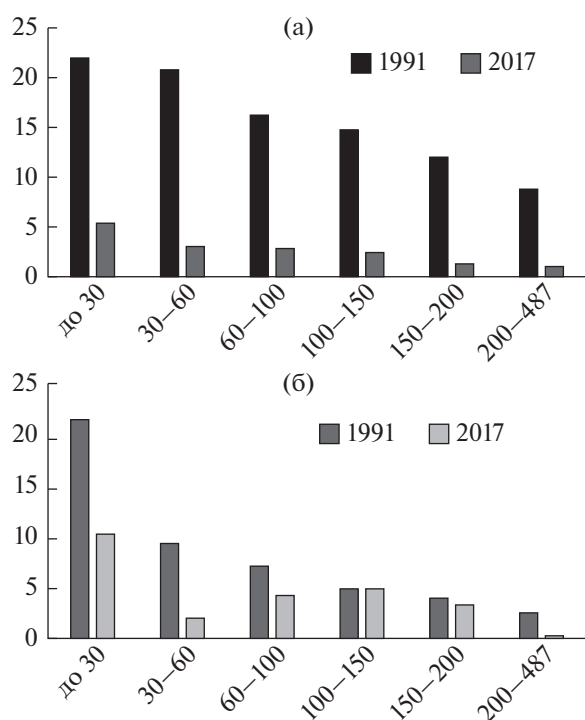


Рис. 5. Плотность поголовья КРС (а) и свиней (б) в 1991 и 2017 гг. в хозяйствах всех категорий (голов/км²) в муниципальных районах регионов Центральной России, окружающих Московскую область, по мере удаления от областных центров в км. *Источник:* данные Росстата.

мотивов развития сельской местности. Особенно это касается северной нечерноземной части ЦФО, которая рассмотрена более подробно.

Трансформация животноводства в староосвоенных нечерноземных регионах (от Смоленской и Калужской областей на юго-западе до Ярославской, Костромской и Ивановской на северо-востоке) отличается от трансформации в более южных регионах. Главной проблемой остается депопуляция сельского населения и повышенная доля населения старше трудоспособного возраста. Молодежь продолжает уезжать, подталкиваемая увеличивающейся безработицей, необустроенностью сельской местности и привлекательностью крупных городов и агломераций, особенно Московской. Поляризация сельского социального пространства между пригородами и периферией, характерная здесь еще в советское время (Иоффе, 1990; Иоффе, Нефедова, 2001; Мкртчян, 2019), усиливается.

Пригороды (муниципальные районы, центры которых удалены в среднем на 30 км от областных центров, составляющие менее 10% площади областей) — это территории, где численность сельского населения стабильна или растет (Нефедова, Медведев, 2020). Разница в его плотности внутри

областей между пригородами и удаленными районами достигает 10 раз. Вторые особенно пострадали от депопуляции в советское время, но и в постсоветское их потери составили 40–50% от числа жителей в 1990 г. Столь сильная дифференциация между муниципалитетами внутри регионов, которая значительно превышает межрегиональные различия, была и причиной, и следствием поляризации пространства экономического.

Пригороды и полупригороды (30–60 км от центров регионов) за пределами Московской области к концу советского времени концентрировали около половины поголовья КРС и треть поголовья свиней. Сейчас их экономическое доминирование не столь велико (рис. 5). Они все больше проигрывают территориям, примыкающим к Московскому региону как мощному рынку и источнику инвестиций или расположенным в более благоприятных природных условиях (Нефедова, Медведев, 2020). Кроме того, при принятии решений инвесторами о модернизации или создании новых предприятий большую роль при современных технологиях играет качество дорог.

Это не означает, что размещение животноводческих предприятий стало более равномерным. Степень концентрации производства возросла (рис. 6). Если в начале 1990-х годов три района-лидера внутри регионов (в среднем это около 10% муниципальных районов) концентрировали от 13 до 25% поголовья КРС, то в 2017 г. — 30–40%. Еще больше концентрация в свиноводстве: от 20–40% в 1991 г. до 45–90% в 2017 г. В некоторых районах абсолютно доминируют два-три крупных свиноводческих комплекса. Например, под Владимиром сосредоточено 85% поголовья свиней всей области, в пригороде Костромы — 71%, в Рязанской области 67% поголовья концентрируется в Сараевском районе, в Смоленской — 62% в Починковском районе (вместе с Вяземским и Руднянским — 92%).

Доля скота и свиней в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) населения Центральной России из-за сильных потерь трудоспособного населения невелика и сокращается даже в тех районах, где почти не осталось агропредприятий и нет иной официальной занятости. В пригородах в ЛПХ на 100 сельских жителей приходится всего 2 коровы, на периферии регионов — 6, соответственно свиней — 1 и 3. Это не помогает выживанию в сельской местности при отсутствии работы. Правда, многие пользуются возможностью заработков в соседней Московской агломерации, часто неофициальных, или у дачников, которые становятся новыми работодателями даже за пределами Московской области (Между домом..., 2016).

Таким образом, несмотря на то, что пригороды остаются более привлекательными для инвесторов, современные технологии и усиление концентрации

скота и птицы на крупных предприятиях способствуют очаговости и порой непредсказуемости внутрирегионального развития. Факторы размещения связаны, помимо возможностей сбыта и обеспеченности трудовыми ресурсами, и с отношениями с региональными и муниципальными властями. Хотя животноводческие комплексы частично восстанавливают и растениеводство для улучшения кормовой базы, в том числе и в периферийных районах, крупные агрохолдинги основную массу кормов, как правило, получают из южных регионов, часто в своих филиалах, где растениеводство более выгодно. Их новенькие корпуса остаются “соборами в пустыне” с руководителями в городах при преобладании вокруг заброшенных и зарастающих лесом полей. Работников, включая мигрантов из стран СНГ, они тоже завозят автобусами из других поселений.

Важным фактором стало усиление влияния менеджмента на низовом уровне, что характерно для периодов перемен. Лишь отдельные немногочисленные руководители бывших колхозов и совхозов смогли относительно успешно пережить сложный переходный период и сохранить самостоятельность и поголовье скота, вписавшись в новые условия, благодаря энтузиазму, жестким методам руководства и часто бывшим связям с районными и областными администрациями. Обычно это 2–3 предприятия в муниципальных районах из прежних 15–20 колхозов и совхозов. Такие предприятия, помимо агрохолдингов, формируют основной костяк современного сельского хозяйства. Их руководители – надежда и опора сельской местности, но их предпенсионный или пенсионный возраст и отъезд молодежи не позволяют надеяться на пролонгирование такого развития. Остальные предприятия Нечерноземья, не включенные в структуры агрохолдингов и не имеющие сильных руководителей, как правило, находятся в сложном положении: поголовье скота сокращается, его продуктивность низка, фермы в полуразрушенном состоянии, занятость уменьшается, зарплаты минимальны.

Фермеры и индивидуальные предприниматели в удаленных муниципальных районах содержат от 9 до 18% поголовья КРС. В пригородах, несмотря на близкий рынок сбыта, им трудно конкурировать с крупными предприятиями, хотя их численно больше, чем на периферии. Их участие ограничивается 4.5% поголовья КРС. Количество скота в таких небольших товарных хозяйствах колеблется от 1 до 7 коров на 100 сельских жителей района. Но они наряду с сохранившимися сельскохозяйственными организациями заметны и в сельской местности, и в малых городах, где в небольших магазинах продают сыры, молочные продукты местного производства, птицу. В последние годы все большую популярность у туристов и городских дачников приобретают пока еще

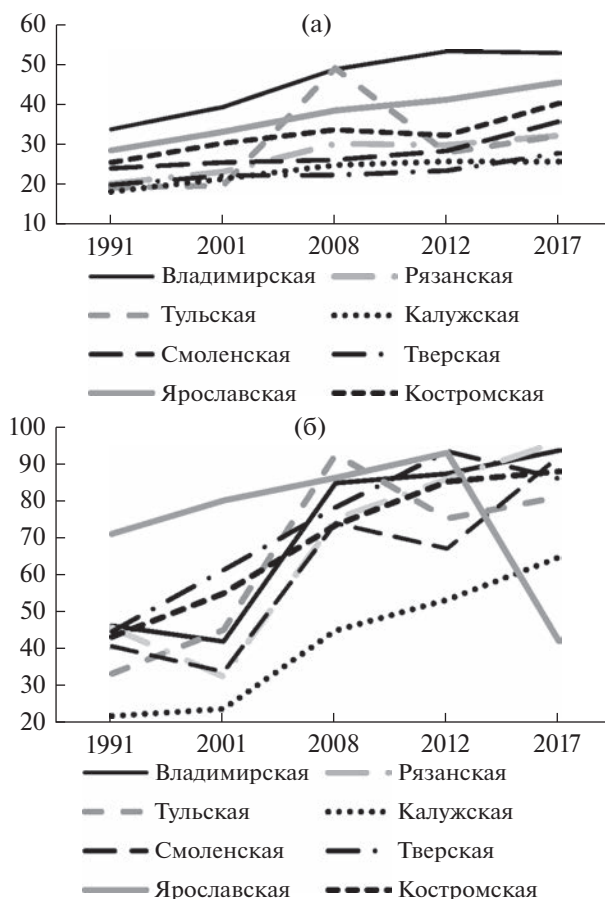


Рис. 6. Изменение степени концентрации поголовья КРС (а) и свиней (б) с 1991 по 2017 г. в хозяйствах всех категорий в трех первых по количеству поголовья муниципальных районах в регионах Центральной России, окружающих Московскую область, %. Источник: данные Росстата.

единичные фермы, имеющие полурекреационное значение, с производством небольших партий свежей продукции и содержанием в вольерах разнообразных животных для показа туристам.

Что можно увидеть из космоса

Данные дистанционного зондирования десятилетиями использовались для дешифрирования и картографирования сельской местности, начиная с аэрофотосъемки, которая являлась основой для составления топографических карт и планов, и заканчивая спутниковыми снимками, являющимися основой для обновления карт разных масштабов. Идентификация животноводческой деятельности с помощью дистанционного зондирования сопряжена с проблемами, так как сам объект – скот – практически невозможно детектировать по снимкам. Поэтому методика основана на выявлении действующей инфраструктуры предприятий.

Животноводство в сельской местности, не считая крупных современных агрохолдингов без пастбищного выпаса скота и ЛПХ, — это прежде всего фермы предприятий, которые территориально привязаны к крупным селам и деревням. Скот выпасают, как правило недалеко, в нескольких километрах от фермы, которая имеет типичную инфраструктуру. Объекты инфраструктуры животноводства присутствуют на крупномасштабных топографических картах, поэтому такие карты служили первоисточником информации для дальнейших сопоставлений. На картах условными обозначениями отмечаются коровники, скотные дворы, силосные ямы, загоны для скота, водонапорные башни, мастерские для сельхозтехники. Поэтому задачей исследования была оцифровка в геоинформационном программном обеспечении перечисленных объектов с топографических карт.

Параллельно велась обработка данных дистанционного зондирования сверхвысокого разрешения. Использовались бесшовные мозаики космических снимков веб-сервисов Яндекс.Карты, GoogleMaps, BingMaps (Microsoft), ArcGIS.Imagery (ESRI). Обработка снимков проводилась на основе визуального дешифрирования: распознавание объектов инфраструктуры на основе ряда признаков объектов на снимках. Использовались прямые (геометрические, яркостные и структурные) и косвенные дешифровочные признаки. Например, фермы имеют форму прямоугольника, а группа из нескольких строений образует серию прямоугольных блоков. Иногда корпуса коровников связаны переходами (галереями), что формирует единое здание сложной конфигурации. Размер, форма и расположение четко выделяет их среди остальной застройки населенного пункта. Такие крупные строения детектируются на космических снимках даже 10-метрового пространственного разрешения. Важный признак животноводческих хозяйств — рисунок изображения, поскольку с функциональной принадлежностью связана определенная планировочная структура. В некоторых случаях по рисунку изображения можно определить специализацию животноводческого хозяйства.

Наличие хозяйственной деятельности на фермах в отличие от инфраструктуры и самих объектов застройки дешифрируется по косвенным признакам (Li, Li, 2017; Paudel et al., 2020; Shi et al., 2018; Zhang et al., 2014). Они основываются на поиске взаимосвязей и взаимообусловленности объектов, т.е. наличие одних определяет свойства или назначение других. Снимки сверхвысокого пространственного разрешения дают возможность определить загоны для скота, выгребные и силосные ямы, наличие сельхозтехники (Taylor, Lovell, 2012). Косвенным признаком деятельности служит состояние перечисленных объектов. Например, тип растительности выгребных ям

наиболее достоверно детектирует их состояние. Продукты жизнедеятельности КРС на работающих фермах угнетают растительность. Если деятельность прекращена, то выгребные ямы быстро зарастают обильной растительностью. Яркостные характеристики и вегетационные индексы такой растительности значительно отличаются от используемых выгребных ям. Силосные ямы при отсутствии деятельности также быстро зарастают растительностью. Вид загонов для скота также связан с деятельностью предприятий. Отсутствие растительности и четкие признаки перевыпаса скота могут говорить об активной животноводческой деятельности. Сельхозтехника, действующие объекты водообеспечения — хорошие признаки деятельности, т.е. наличия скота.

Следующим этапом после оцифровки топографических карт и дешифрирования космических снимков было сопоставление полученных данных (рис. 7).

Топографические карты, используемые в исследовании, создавались в 1990-х годах на основе аэрофотосъемки местности конца 1980-х—начала 1990-х. При сопоставлении их с современными данными дистанционного зондирования можно провести анализ почти 30 лет динамики числа и состояния ферм. Некоторые животноводческие фермы не детектируются по космическим снимкам (рис. 7 II.б), но еще пару десятилетий назад существовали и попали на топографическую карту (рис. 7 II.а). Эта картина более типична для нечерноземных регионов. Для южных регионов ЦФО характерна обратная ситуация, при которой в постсоветское время появились новые предприятия, не отмеченные на топокартах.

Картографирование состояния животноводства на сельскохозяйственных предприятиях проводилось на всей территории ЦФО для сравнения черноземных и нечерноземных регионов. На основе дешифрирования данных дистанционного зондирования (рис. 8 Ia) и оцифровки топографических карт (рис. 8 IIa) был создан геоинформационный слой с местами размещения современных и советских животноводческих ферм.

На период 2016–2018 гг. по снимкам в ЦФО выявлено 9717 объектов, а по топографическим картам — 10356. Казалось бы, небольшое уменьшение инфраструктуры, несмотря на катастрофическое уменьшение поголовья скота (см. рис. 2, 5). Однако полуавтоматизированное сопоставление результатов дешифрирования и оцифровки топокарт показало, что локализация только 6658 объектов на снимках совпадает с объектами на топокартах. Почти 4.5 тыс. объектов с топокарт никак не идентифицируются на снимках (рис. 9). Эти объекты разрушены и заросли растительностью, включая древесную, как показано на рисунке 7 II.б.



Рис. 7. Сопоставление топографических карт и данных дистанционного зондирования сверхвысокого разрешения. Составлено А.А. Медведевым.

Все приведенные данные расходятся со Всероссийской сельскохозяйственной переписью, которая фиксировала в ЦФО в 2016 г. 2375 сельскохозяйственных организаций, содержащих КРС, и 363 предприятия, содержащие свиней⁴. Это расхождение с официальными данными связано с тем, что при оцифровке топографических карт и дешифрировании космических снимков отмечались не предприятия в целом, а конкретные места локализации ферм или их групп. При этом в разных деревнях и даже в разных частях крупного населенного пункта может быть несколько ферм, хотя юридически (особенно после объединения колхозов) они представляют одно животноводческое предприятие. При дешифри-

ровании космических снимков также отдельно выделялись большие и сложные по строению здания ферм, хотя они порой располагались друг от друга через дорогу, и, скорее всего, представляли одно юридическое лицо.

Распределение предприятий по количеству скота приводится в табл. 1. На крупных предприятиях с более 3000 голов КРС содержится 40% поголовья. Еще треть КРС концентрируют предприятия с поголовьем от 1000 до 3000 на каждом. Такие хозяйства могут иметь несколько ферм. Особенно велика концентрация поголовья в крупнейших агрохолдингах, имеющих несколько ферм, как территориально сближенных, имеющих общую инфраструктуру, так и удаленных друг от друга, причем расположенных не только в данном муниципальном районе, но и в других районах. Кроме сельскохозяйственных организаций, 3748 индивидуальных предпринимателей и

⁴ Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 года. Т. 2. Предварительные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по субъектам РФ. М.: ИИЦ "Статистика России", 2017.

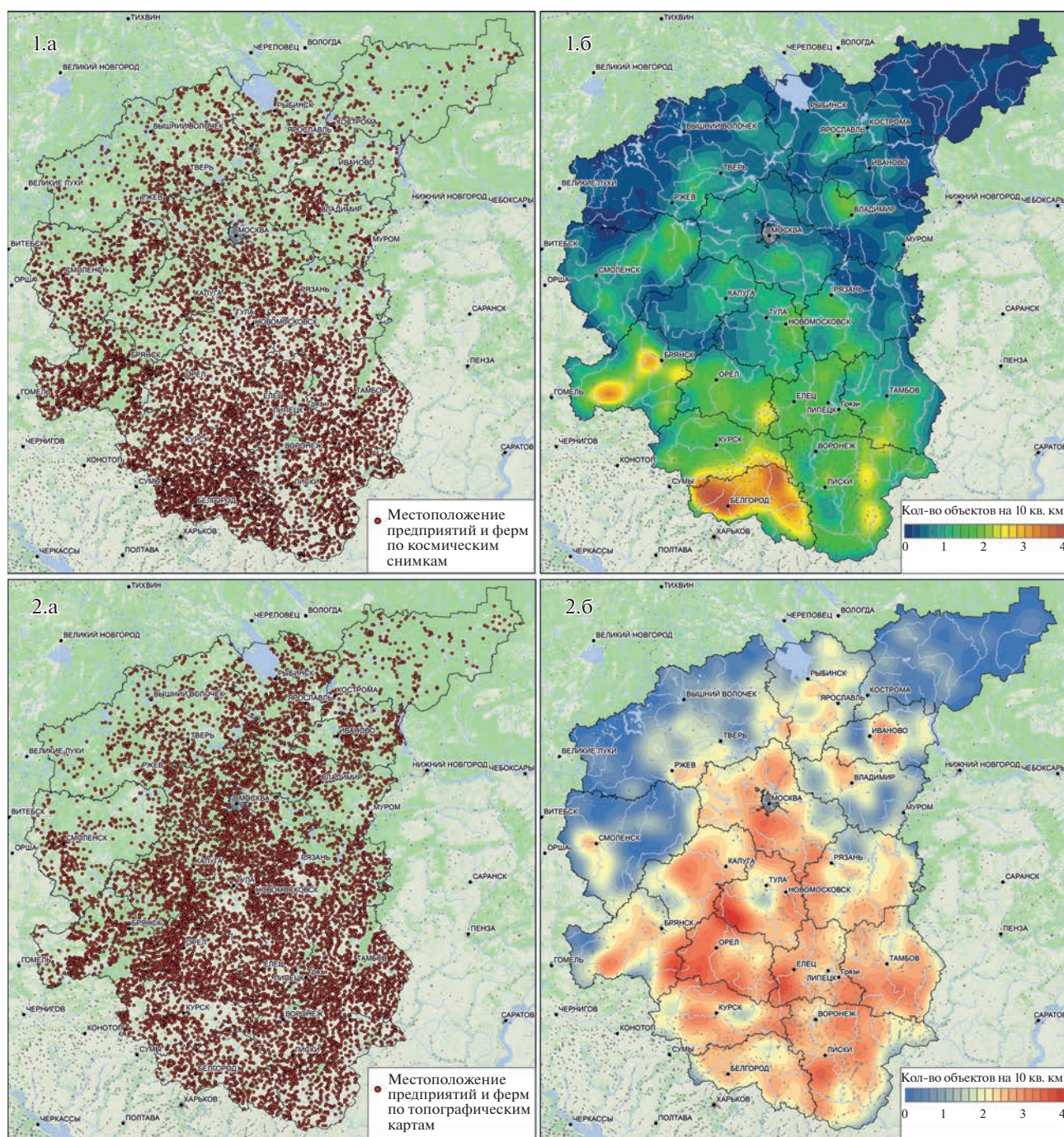


Рис. 8. Размещение животноводческих предприятий и ферм: I – по результатам дешифрирования космических снимков на 2016–2018 гг., II – по результатам оцифровки топографических карт конца 1980-х – начала 1990-х годов; а) локализация предприятий, б) плотность предприятий по муниципальным районам, ед./10 км². Составлено А.А. Медведевым.

фермеров, содержащих КРС и свиней, могут использовать фермы, бывшие колхозные или новые. Более того, экспедиционные обследования некоторых районов показали, что ремонтировать полуразрушенные фермы часто сложнее, чем построить небольшие новые рядом или в другом ме-

сте. Все это ведет к визуальному умножению объектов инфраструктуры, частично не действующей, при уменьшении поголовья скота.

Тем не менее при всех возможных искажениях сравнение современной ситуации и конца 1980-х годов показало, что количество ферм для скота

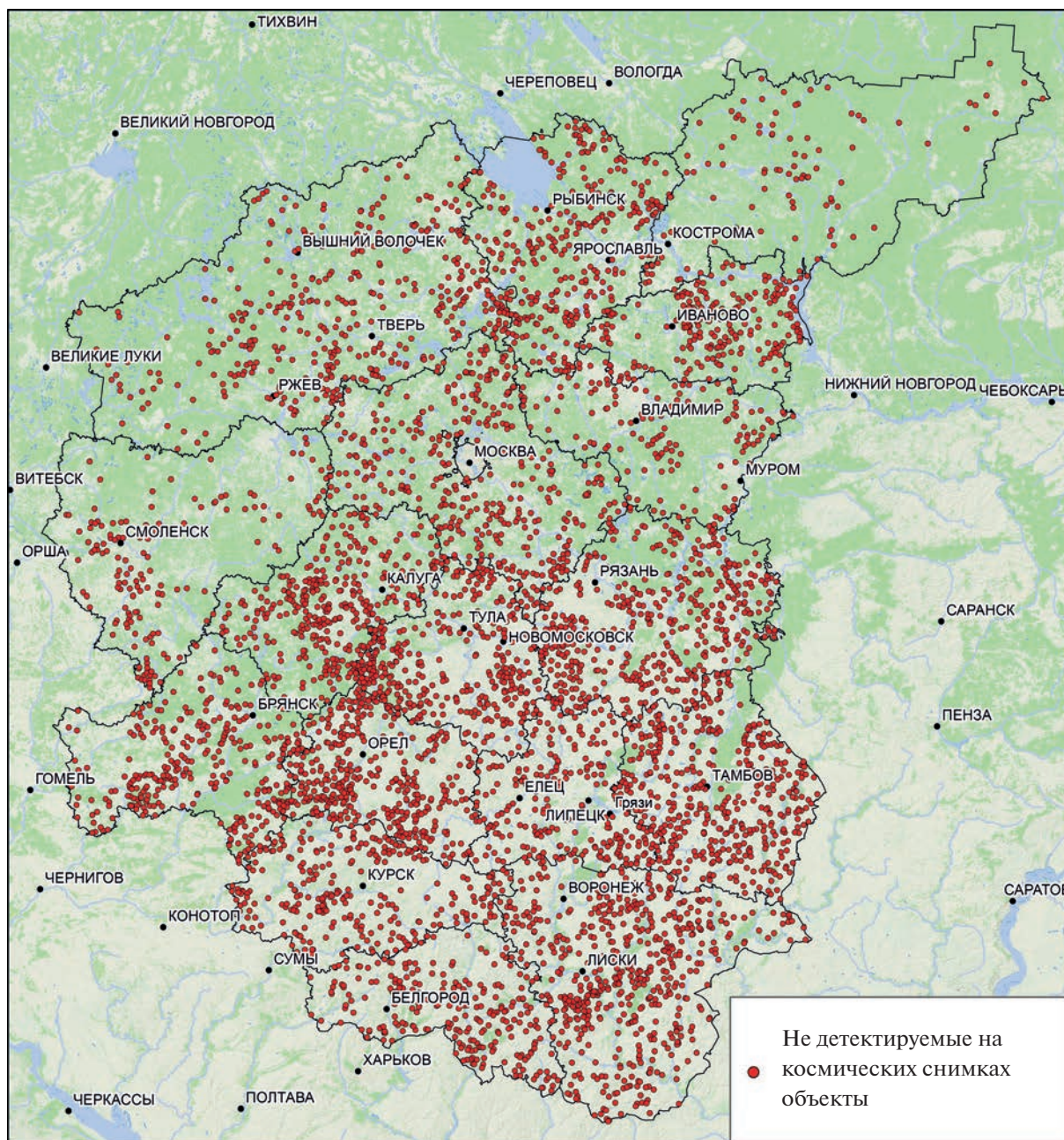


Рис. 9. Разрушенные предприятия и фермы. Составлено А.А. Медведевым.

сохранилось или увеличилось только в южных черноземных регионах ЦФО и в Брянской области. В остальных регионах, включая Московскую область, их стало меньше на 20–60% (см. рис. 8). Это наиболее характерно для удаленных периферийных районов, а также для наиболее дачных в Московской области и в ряде муниципальных районов, примыкающих к ней.

Для оценки состояния и детектирования хозяйственной деятельности выявленные по космическим снимкам и топокартам объекты были

классифицированы и каждому классу присвоен набор дешифровочных признаков (рис. 10). При распознавании объектов они были поделены на пять классов: 1 – полностью заброшенные с остатками зданий, заросшими выгребными ямами и угодьями; 2 – частично заброшенные с разрушенными крышами, заросшими выгонами для КРС; 3 – работающие фермы с целыми крышами, загонами для скота и действующими выгребными ямами, на которых нет растительности; 4 – фермы, перестроенные и обновленные (новая крыша, забор, техника, обустройство); 5 – современ-

Таблица 1. Распределение сельскохозяйственных организаций по численности поголовья КРС и свиней в ЦФО

КРС			Свиньи		
поголовье КРС в одной организации, тыс. голов	число организаций	доля в поголовье КРС ЦФО, %	поголовье свиней в одной организации, тыс. голов	число организаций	доля в поголовье свиней ЦФО, %
0	3468	0	0	5480	0
0–0.3	1034	4.8	0–0.5	190	0.2
0.3–1	752	20.4	0.5–1	16	0.1
1–3	270	34.4	1–10	45	1.8
3–5	65	11.1	10–25	28	4.8
>5	54	29.3	>25	84	93.0
Всего организаций с поголовьем	2375	100.0	Всего	363	100.00

Источник: Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 года. Т. 2. Предварительные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по субъектам РФ. М.: ИИЦ «Статистика России», 2017.

ные агрокомплексы. При классификации произведена повторная проверка всех объектов, что повышает достоверность результатов обработки. Наибольшую сложность при классификации результатов дешифрирования вызвали классы 1 и 2. В первом случае стояла задача распознать полностью заросшие развалины ферм и с помощью ярких характеристик растительности идентифицировать прямоугольную форму строений. Во втором случае проблемы были связаны с тем, что деятельность вблизи ферм частично сохранилась, и главным основанием выделения класса было состояние самих строений.

Результаты классификации были разделены на отдельные геоинформационные слои для последующего пространственного анализа в разрезе регионов и муниципальных образований. Полное и частичное забрасывание ферм (рис. 11а) наблюдается не только в Нечерноземье, но и в южных регионах ЦФО как в отдаленных районах областей, так и ближе к пригородам. Это говорит не только об уходе животноводства из районов с низкой плотностью населения, но и об активном обновлении инфраструктуры сохранившихся предприятий, порой со сменой локализации. Работают фермы бывших советских колхозов (рис. 11б) чаще находятся вблизи городов, на заселенных территориях с развитой дорожной инфраструктурой. А современные модернизированные предприятия (рис. 11в) и агрокомплексы (рис. 11г) помимо Московской области и некоторых пригородов областных центров (Твери, Костромы, Владимира, Белгорода, Липецка) часто локализованы и в районах второго, третьего порядка соседства с областными центрами. Также число действующих ферм повышено в районах, удаленных от областных центров, но приближен-

ных к границам Московской области, или недалеко от основных автотрасс.

Агрохолдинги на космических снимках

Крупные агропромышленные холдинги (АХ), ставшие в 2000-х годах драйверами подъема сельскохозяйственного производства, в том числе животноводства, заслуживают отдельного рассмотрения. В 2016 г. по некоторым оценкам (Шагайда, Узун, 2019), доля АХ в производстве продукции сельскохозяйственных организаций достигла половины. Современная статистика не отражает реальную картину распространения и роли агропромышленных компаний, поскольку оперирует показателями низовых звеньев, сельскохозяйственных организаций в разрезе регионов. При этом главное в АХ – это объединение по вертикали в межрегиональные структуры крупных собственников, использующих земли обычно в разных регионах, при находящемся зачастую в городах управляющем менеджменте. Это сильно затрудняет изучение реального распределения их деятельности. Информации о точном количестве животноводческих ферм крупных агрохолдингов в открытом доступе также нет. На официальных сайтах компаний данные отсутствуют или представлены в общем виде, что не позволяет осуществить точную локализацию предприятий.

Использование данных дистанционного зондирования при картографировании АХ дает возможность не только определить локализацию, но и по набору дешифровочных признаков выявить специализацию того или иного комплекса. Дешифрировать по космическим снимкам крупные агрокомплексы даже проще, чем животноводческие предприятия, которые располагаются в фермах бывших колхозов и совхозов, так как подразделения АХ представляют собой достаточно большие

Класс объекта	Дешифровочные признаки	Примеры
Полностью заброшенные	Полностью заросшие растительностью (включая древесную), отсутствие транспортных путей	
Частично заброшенные	Частично разрушенная крыша, заросшие стоила и выгоны для скота, заросшие выгребные ямы	
Действующие	Наличие крыши, действующие транспортные пути, действующие выгребные ямы, сельскохозяйственная техника	
Действующие, модернизированные	Модернизированные постройки, действующие транспортные пути, сельскохозяйственная техника, ограждения по периметру	
Агрокомплексы	Комплекс зданий с развитой инфраструктурой, сельскохозяйственная техника, наличие автономного водо- и электроснабжения	

Рис. 10. Эталоны дешифрирования для классификации животноводческих предприятий. Составлено А.А. Медведевым.

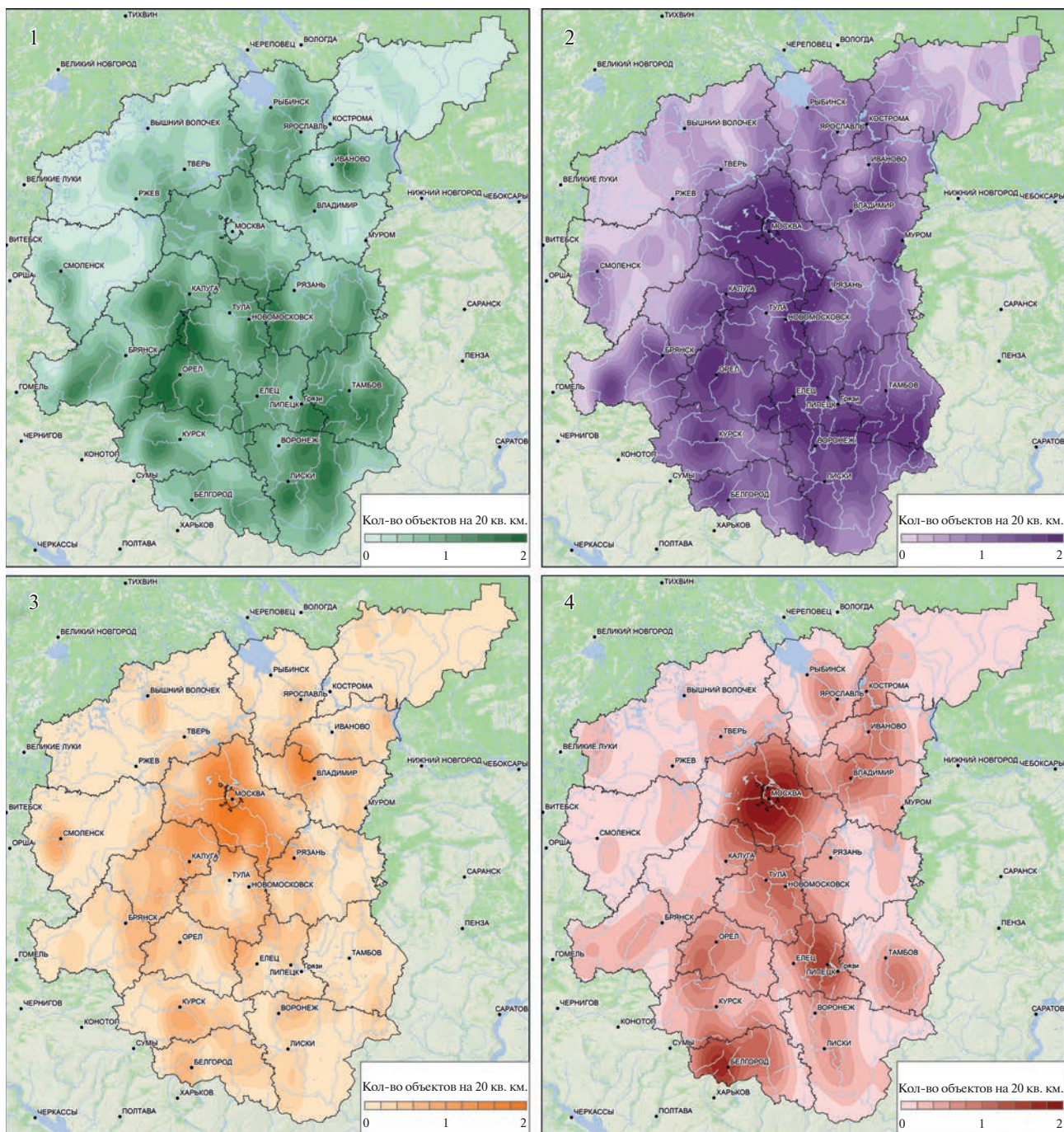


Рис. 11. Плотность предприятий животноводства и ферм (ед./10 км²), определенная на основе использования космических снимков: (а) полностью и частично заброшенные; (б) действующие; (в) действующие, модернизированные; (г) агрокомплексы. Составлено А.А. Медведевым.

объекты с абсолютно автономной инфраструктурой. Хотя для более четкого определения специализации требуются данные космической съемки сверхвысокого разрешения, большую часть АХ можно распознать по снимкам высокого и среднего пространственного разрешения.

Автономная инфраструктура АХ хорошо дешифрируется и состоит из системы водообеспечения (водонапорные башни), очистных сооружений (отстойники при свинокомплексах), системы энергообеспечения (электрические подстанции), загонов для скота, помещений и площадок для



Рис. 12. Предприятия агрохолдингов: (а) свиноводческий комплекс, (б) предприятие растениеводства, (в) птицеводческий комплекс, (г) ферма по разведению крупного рогатого скота. Составлено А.А. Медведевым.

сельхозтехники, административных зданий (рис. 12). Все эти объекты компактно расположены в пределах сравнительно небольшой территории.

Ряд дешифровочных признаков при распознавании объектов инфраструктуры агрокомплексов четко указывает на специализацию отдельных подразделений АХ. Так, для свиноводческих ферм характерно размещение рядом с фермой отстойников (полей фильтрации – рис. 12а), для ферм по разведению КРС (рис. 12г) характерно наличие серии загонов с кормовыми площадками и развитой дорожной инфраструктурой. Растениеводческие подразделения достаточно четко выделяются по обилию сельхозтехники (рис. 12б) и помещениям для хранения зерна. Результаты дешифрирования также прошли выборочную проверку на корректность идентификации специализации предприятий по данным сайтов агрохолдингов и аудита предприятий.

Отдельно стоит отметить еще один типичный признак подразделений АХ, который хорошо распознается на снимках – собственная транспортная инфраструктура и логистическая модель рас-

положения предприятий. Все они находятся вблизи или на небольшом удалении от федеральных и региональных трасс. Чаще всего подразделения развивают в районе собственную дорожную сеть, которая имеет связь со всеми используемыми землями и обязательно примыкает к дорогам общего назначения.

Приведем пример анализа размещения предприятий агрохолдингов “Авангард-Агро” и “Мираторг” (рис. 13). Эти компании уже много лет осуществляют экспансию в нечерноземные регионы. При этом наблюдается изменение специализации предприятий при смене физико-географических условий – от растениеводства и свиноводства в южных регионах ЦФО до ферм КРС с небольшими кормовыми угодьями в Нечерноземье.

“Авангард-Агро” имеет более 450 тыс. га земли (в том числе 365 тыс. га в собственности) в Воронежской, Орловской, Курской, Тульской, Липецкой и Белгородской областях. Он включает 51 предприятие, на которых работают около 5 тыс. человек. Главное направление деятельности – растениеводческое. Однако посевы пшени-

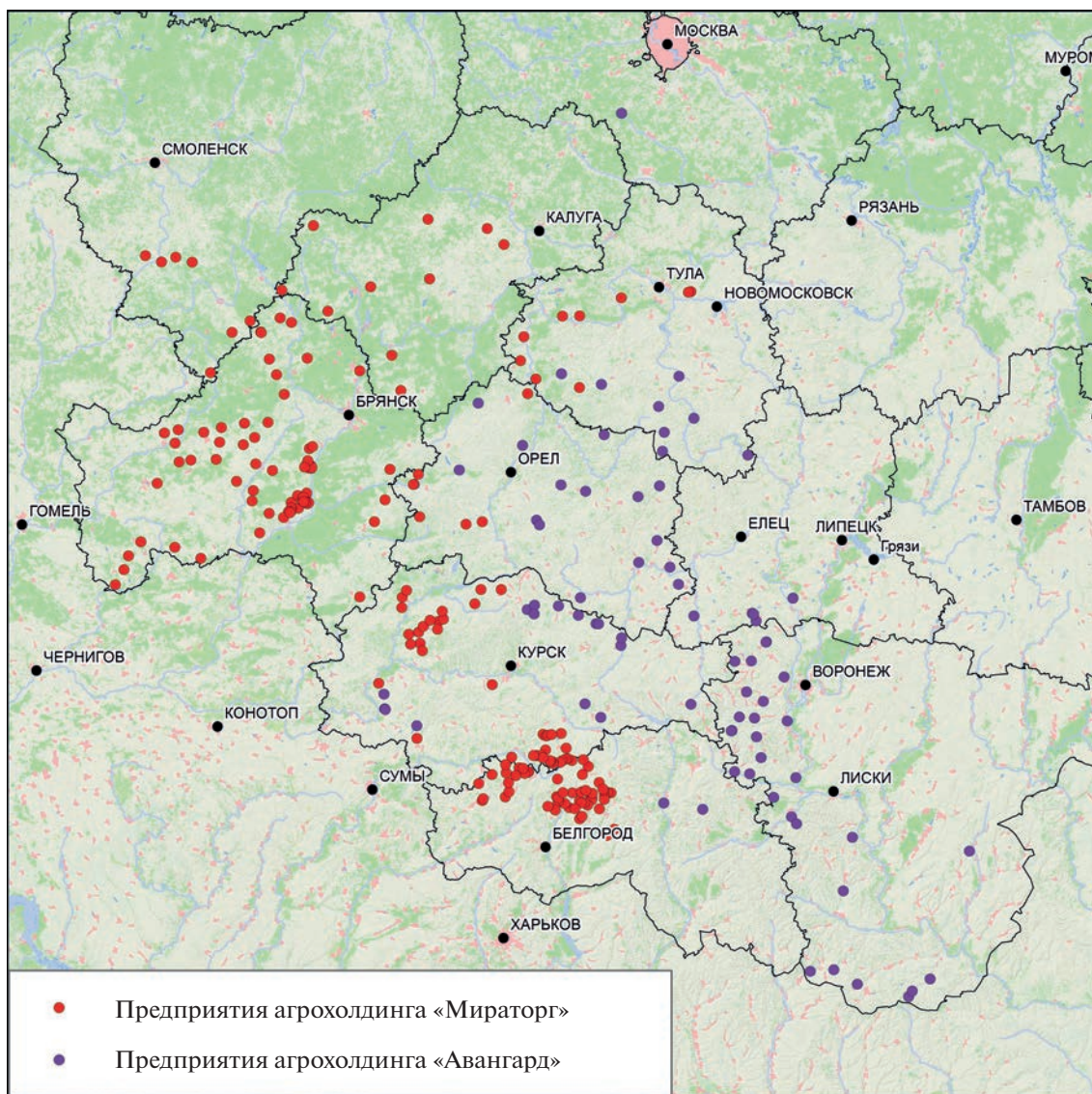


Рис. 13. Локализация подразделений агрохолдингов “Мираторг” и “Авангард-Агро”. Составлено А.А. Медведевым.

цы, ячменя, кукурузы на 250 тыс. га дают возможность заниматься и животноводством с производством молока и бычков на убой. Более известен “Мираторг” как ведущий производитель мяса на российском рынке (в 2018 г. — 423 тыс. т свинины, более 108 тыс. т говядины и 113 тыс. т птицы). Основные предприятия по производству собственных кормов расположены в Белгородской и Брянской областях. Крупнейшее в мире поголовье КРС мясной породы Блэк Ангус содержится в Брянской, Калининградской, Смоленской, Калужской, Орловской и Тульской областях. Свиноводческие фермы мощностью 3.4 млн голов расположены в Белгородской и Курской областях, птицефермы — в Брянской. Агрохолдинг включает крупнейший в России завод по глубокой переработке мяса в Брянской области, завод

по переработке свинины в Белгородской, распределительные и торговые предприятия.

Ключевые предприятия меньших по размеру агрохолдингов в большей мере тяготеют к пригородам крупных городов, особенно к Московской области, хотя их подразделения могут располагаться и в более удаленных районах. Главное, чтобы была надежная транспортная связь с городами. Почти все современные АХ строят новые фермы и развивают собственную инфраструктуру, а не используют ресурсы бывших колхозов и совхозов, как это делают небольшие производители. Поэтому даже в Московской области новейшие корпуса агрокомплексов за высокими заборами находятся недалеко от полуразрушенных старых ферм, используемыми частными предпринимателями. И в более удаленных районах

приобретение московским или региональным агрохолдингом местного предприятия, как правило, сопровождается постройкой или кардинальной модернизацией одного-двух зданий и забрасыванием остальных ферм, расположенных в разных деревнях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разные методы исследования, примененные в данной статье (анализ муниципальной статистики, использование топографических карт, дешифрирование космических снимков), показывают похожие результаты. После катастрофического падения поголовья скота в 1990-х годах современное животноводство восстанавливается, частично меняя специализацию, организационную структуру и локализацию.

Наиболее активно восстановление идет в южных регионах ЦФО. В северных нечерноземных регионах в целом сохраняется пригородная локализации (особенно в Московской области и рядом с ней). Однако крупные модернизированные предприятия, в том числе подразделения агрохолдингов, постепенно вытесняются из более плотно заселенных и рекреационных районов вблизи больших городов. При этом они используют преимущества современных технологий производства и организации труда и ориентируются на транспортную инфраструктуру.

Несмотря на то, что агрохолдингам и другим модернизированным предприятиям во многом удалось решить проблемы снабжения городов продовольствием, их воздействие на сельскую местность неоднозначно. Сравнение данных топографических карт конца 1980-х годов и современных космических снимков показало, что в регионах ЦФО было заброшено более 4 тыс. ферм. Новые корпуса крупных предприятий, особенно часто в северной нечерноземной части ЦФО, стоят окруженные заброшенными фермами и полями, постепенно зарастающими лесом (Нефедова, Медведев, 2020).

Предприятиям, сумевшим вписаться в новые рыночные условия, при иной производственной организации и механизации требуется гораздо меньшее число работников, чем советским колхозам и совхозам, и более высокий уровень их профессиональной подготовки. Такие предприятия зачастую привлекают мигрантов из ближнего зарубежья на черновые работы. Поэтому восстановление производства не означает сохранения занятости местного населения. Особенно это касается агрохолдингов, руководство которых, как правило, находится в городах и в отличие от руководителей бывших колхозов и совхозов мало заботится об окружающей предприятия местности и населении. Более того, по сравнению с крупны-

ми предприятиями более мелкие часто оказываются неконкурентоспособными, что ведет к их банкротству и переходу земель к агрокомплексам. Все это уменьшает вариативность сельского хозяйства. Поэтому его восстановление не способствует уменьшению безработицы. Миграции в города и депопуляция сельской местности за пределами пригородов продолжаются.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа проводилась в Институте географии РАН в рамках проекта Российского научного фонда № 19-17-00174 “Развитие районов старого освоения в условиях социально-экономической поляризации и сжатия освоенного пространства Европейской России”.

FUNDING

The study was carried out in the Institute of Geography RAS within the framework of Russian Science Foundation project no. 19-17-00174 (“Early Developed Regions under Socioeconomic Polarization and Shrinkage of Active Space in European Russia”).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барсукова С.Ю.* Дилемма “фермеры – агрохолдинги” в контексте импортозамещения // *Общественные науки и современность.* 2016. № 5. С. 63–74.
- Буланов К.А., Денисов П.В., Лупян Е.А., Мартыанов А.С., Серета И.И., Трошко К.А., Толтин В.А., Барталев С.А., Хвостиков С.А.* Блок работы с данными дистанционного зондирования Земли Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения // *Совр. проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2019. Т. 16. № 3. С. 171–182.
- Воронина П.В., Мамаш Е.А.* Классификация тематических задач мониторинга сельского хозяйства с использованием данных дистанционного зондирования MODIS // *Вычислительные технологии.* 2014. Т. 19. № 3. С. 76–102.
- Иоффе Г.В.* Сельское хозяйство Нечерноземья: Территориальные проблемы. М.: Наука, 1990. 164 с.
- Иоффе Г.В., Нефедова Т.Г.* Центр и периферия в сельском хозяйстве российских регионов // *Проблемы прогнозирования.* 2001. № 6. С. 100–110.
- Между домом и... домом. Возвратная пространственная мобильность населения России / Ред. Т.Г. Нефедовой, К.В. Аверкиевой, А.Г. Махровой. М.: Новый Хронограф, 2016. 504 с. <http://ekonom.igras.ru/data/bhah2016.pdf>
- Мкрчан Н.В.* Миграции в сельской местности России: территориальные различия // *Население и экономика.* 2019. № 1(3). С. 39–52.
- Михайленко И.М.* Развитие методов и средств применения данных дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве // *Тенденции развития науки и образования.* 2018. Т. 41. Ч. 3. С. 70–83.

- Нефедова Т.Г.* Десять актуальных вопросов о сельской России: ответы географа. М.: URSS-ЛЕНАНД, 2013. 456 с.
- Нефедова Т.Г.* Двадцать пять лет постсоветскому сельскому хозяйству России: географические тенденции и противоречия // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. № 5. С. 7–18.
- Нефедова Т.Г., Медведев А.А.* Сжатие освоенного пространства в центральной части Европейской России: динамика населения и использования земель в сельской местности // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020. Т. 84. № 5. С. 1–16.
- Шагайда Н.И., Узун В.Я.* Драйверы роста и структурных сдвигов в сельском хозяйстве России / Научн. докл. РАНХиГС. М.: Издат. дом “Дело”, 2019. № 4(19). 96 с.
- Шульга Е.Ф., Куприянов А.О., Хлюстов В.К., Балабанов В.И., Зейлигер А.М.* Управление сельхозпредприятием с использованием космических средств навигации (ГЛОНАСС) и дистанционного зондирования Земли. М.: ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. 286 с.
- Якушев В.П., Якушев В.В., Конев А.В., Матвеев Д.А., Часовских С.В.* О совершенствовании реализации агротехнологических решений в точном земледелии // Вестн. рос. сельскохоз. науки. 2018. № 1. С. 13–17.
- Li S., Li X.* Global understanding of farmland abandonment: a review and prospects // J. Geogr. Sci. 2017. V. 27. № 9. P. 1123–1150. <https://doi.org/10.1007/s11442-017-1426-0>
- Paudel B., Wu X., Zhang Y., Rai R., Liu L., Zhang B., Khanal N., Koirala H., Nepal P.* Farmland abandonment and its determinants in the different ecological villages of the Koshi River Basin, Central Himalayas: Synergy of high-resolution remote sensing and social surveys // Env. Res. 2020. V. 188. 109711. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109711>
- Shi T., Li X., Xin L., Xu X.* The spatial distribution of farmland abandonment and its influential factors at the township level: a case study in the mountainous area of China // Land Use Pol. 2018. V. 70. P. 510–520. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.039>
- Taylor J.R., Lovell S.T.* Mapping public and private spaces of urban agriculture in Chicago through the analysis of high-resolution aerial images in Google Earth // Landsc. Urban Plan. 2012. V. 108. № 1. P. 57–70. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.08.001>
- Zhang Y., Li X., Song W.* Determinants of cropland abandonment at the parcel, household and village levels in mountain areas of China: a multi-level analysis // Land Use Pol. 2014. V. 41. P. 186–192. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.05.011>
- Visser A., Spoor M., Mamonova N.* Is Russia the emerging global “breadbasket”? Re-cultivation, agrohholdings and grain production // Europe-Asia Stud. 2014. № 66(10). P. 1589–1610.

Post-Soviet Transformation of Animal Husbandry in Central Russia According to Statistics, Satellite Images Data and Authors’ Observations

A. A. Medvedev^{1,*} and T. G. Nefedova^{1,**}

¹*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**e-mail: medvedev@igras.ru*

***e-mail: trene12@igras.ru*

The article discusses the main trends in the spatial organization of animal husbandry in the post-Soviet years with the help of a multi-scale study of the regions in the Central Federal District of Russia. The use of Rosstat data for municipal districts, topographic maps, and interpretation of satellite images with different resolutions allowed us to reveal the real picture of organizational and spatial changes in animal husbandry up to the conditions of individual farms. After a catastrophic decline in livestock numbers in the 1990s, animal husbandry is recovering, partially changing its specialization, organizational structure, and localization. If meat production has grown up in recent years, mainly due to pork and poultry, the number of cattle in many areas continues to decline. At the same time, the degree of animal husbandry concentration has increased in comparison with the Soviet time. The selectivity of the sector’s restoration makes it spatially focal, leaving vast Non-Chernozem lands abandoned and gradually overgrown with forest. To verify statistical information, ultra-high-resolution remote sensing data on the distribution of livestock farms and its infrastructure and condition are used, with some examples given in diagrams and maps. A comparison of the data from topographic maps of the late 1980s and contemporary satellite images showed that over 4000 farms were abandoned in the regions of the Central Federal District. At the same time, many new modernized enterprises appeared. Maps compiled by municipal districts clearly reflect the current spatial structure of animal husbandry. The spatial organization of large agricultural holdings is studied in more detail using examples.

Keywords: agriculture, animal husbandry, cattle, pigs, milk, farms, rural depopulation, remote sensing, decoding of satellite images, cartographic method

REFERENCES

- Barsukova S.Yu. Dilemma “farmers – agricultural holdings” in the context of import substitution. *Obshchestvennye Nauki i Sovremennost'*, 2016, no. 5, pp. 63–74. (In Russ.).
- Bulanov K.A., Denisov P.V., Lupian E.A., Mart'yanov A.S., Sereda I.I., Troshko K.A., Tolpin V.A., Bartalev S.A., Khvostikov S.A. Remote sensing unit of Integrated Federal Information System on agricultural lands. *Sovr. Probl. Distantionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa*, 2019, vol. 16, no. 3, pp. 171–182. (In Russ.).
- Voronina P.V., Mamash E.A. Classification of thematic problems of agricultural monitoring using MODIS remote sensing data. In *Vychislitel'nye Tekhnologii*, 2014, vol. 19, no. 3, pp. 76–102. (In Russ.).
- Ioffe G.V. *Sel'skoe khozyaistvo Nechernozem'ya: territorial'nye problemy* [Agriculture of the Non-Chernozem Region: Spatial Problems]. Moscow: Nauka Publ., 1990. 164 p.
- Ioffe G.V., Nefedova T.G. Center and periphery in agriculture of Russian regions. *Probl. Prognozirovaniya*, 2001, no. 6, pp. 100–110. (In Russ.).
- Mezdu domom i ... domom. Vozvratnaya prostranstvennaya mobil'nost naseleniya Rossii* [Between Home and ... Home. Return Spatial Mobility of Population in Russia]. Nefedova T.G., Averkieva K.V., Makhrova A.G., Eds. Moscow: Novyi Khronograf Publ., 2016. 504 p.
- Mkrtychyan N.V. Migration in rural areas of Russia: territorial differences. *Population and Economics*, 2019, vol. 3, no. 1, pp. 39–52. doi 10.3897/popecon.3.e34780
- Mikhailenko I.M. Development of methods and means of applying remote sensing data in agriculture. *Tendentsii Razvitiya Nauki i Obrazovaniya*, 2018, vol. 41-3, pp. 70–83. (In Russ.).
- Nefedova T.G. *Desyat' aktual'nykh voprosov o selskoi Rossii. Orvety geografa* [Ten Topical Issues about Rural Russia. A Geographer's Viewpoint] Moscow: URSS Publ., 2014. 452 p.
- Nefedova T.G. Twenty-five years of Russia's post-Soviet agriculture: Geographical trends and contradictions. *Reg. Res. Russ.*, 2017, no. 7, pp. 311–321. doi 10.1134/S2079970517040074
- Nefedova T.G., Medvedev A.A. Shrinkage of the developed space in Central Russia: Population dynamics and land use in rural areas. *Reg. Res. Rus.*, 2020, vol. 10, no. 4, pp. 549–561.
- Shagaida N.I., Uzun V.Ya. *Draivery rosta i strukturnye sdvigi v sel'skom khozyaistve Rossii* [Drivers of Growth and Structural Shifts in Russian Agriculture]. M.: Delo Publ., 2019. 96 p.
- Shul'ga E.F., Kupriyanov A.O., Khlyustov V.K., Balabanov V.I., Zeiliger A.M. *Upravlenie selkhozpredpriyatiem s ispolzovaniem kosmicheskikh sredstv navigatsii (GLONASS) i distantsionnogo zondirovaniya Zemli* [Management of Agricultural Enterprises Using Space Navigation (GLONASS) and Remote Sensing of the Earth]. M.: FGBOU RGAU-MSKhA im. K.A. Timiryazeva, 2016. 286 p.
- Yakushev V.P., Yakushev V.V., Konev A.V., Matvienko D.A., Chasovskikh S.V. On improving the implementation of agrotechnological solutions in precision agriculture. *Vestn. Ross. S-kh. Nauki*, 2018, no. 1, pp. 13–17. (In Russ.).
- Li S., Li X. Global understanding of farmland abandonment: a review and prospects. *J. Geogr. Sci.*, 2017, vol. 27, no. 9, pp. 1123–1150. doi 10.1007/s11442-017-1426-0
- Paudel B., Wu X., Zhang Y., Rai R., Liu L., Zhang B., Khanal N., Koirala H., Nepal P. Farmland abandonment and its determinants in the different ecological villages of the Koshi River Basin, Central Himalayas: Synergy of high-resolution remote sensing and social surveys. *Environ. Res.*, 2020, vol. 188, 109711. doi 10.1016/j.envres.2020.109711
- Shi T., Li X., Xin L., Xu X. The spatial distribution of farmland abandonment and its influential factors at the township level: A case study in the mountainous area of China. *Land Use Policy*, 2018, vol. 70, pp. 510–520. doi 10.1016/j.landusepol.2017.10.039
- Taylor J.R., Lovell S.T. Mapping public and private spaces of urban agriculture in Chicago through the analysis of high-resolution aerial images in Google Earth. *Landsc. Urban Plan.*, 2012, vol. 108, no. 1, pp. 57–70. doi 10.1016/j.landurbplan.2012.08.001
- Zhang Y., Li X., Song W. Determinants of cropland abandonment at the parcel, household and village levels in mountain areas of China: A multi-level analysis. *Land Use Policy*, 2014, vol. 41, pp. 186–192. doi 10.1016/j.landusepol.2014.05.011
- Visser A., Spoor M., Mamonova N. Is Russia the emerging global “breadbasket”? Re-cultivation, agrohholdings and grain production. *Europe-Asia Studies*, 2014, vol. 66, no. 10, pp. 1589–1610.