

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



Хоанг Зыонг Хуан

Разработка содержания и технологии создания
электронных сельскохозяйственных карт
Северного Вьетнама на основе ГИС и ДЗЗ

25.00.33 – Картография

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор
Пластинин Леонид
Александрович

Иркутск – 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ПРИРОДНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА СЕВЕРНОГО ВЬЕТНАМА	9
1.1 Природные условия Северного Вьетнама	9
1.2 Социально-экономические условия Северного Вьетнама	13
1.3 Сельскохозяйственные ресурсы Северного Вьетнама	17
2 ОПЫТ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ И ОБЪЕКТОВ	21
2.1 Опыт создания сельскохозяйственных карт в России и во Вьетнаме	21
2.2 Классификация сельскохозяйственных карт	36
2.3 Способы картографического отображения на сельскохозяйственных картах ...	39
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ И ОБЪЕКТОВ	50
3.1 Источники для создания сельскохозяйственных карт	50
3.2 Технология обработки картографических источников	60
3.3 Технологическая схема создания сельскохозяйственных карт	78
4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КАРТ СЕВЕРНОГО ВЬЕТНАМА	87
4.1 Характеристика природных, социально-экономических условий и сельскохозяйственной структуры пригородной территории Ханоя	87
4.2 Геоинформационное картографирование сельскохозяйственных комплексов и объектов по данным ДЗЗ из космоса	90
4.3 Комплексная электронная сельскохозяйственная карта	108
4.4 Аналитические электронные сельскохозяйственные карты	112
4.5 Комплексная сельскохозяйственная Веб-карта пригородной территории Ханоя	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	126

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) АКТ ВНЕДРЕНИЯ.....	139
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) КОМПЛЕКСНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ КАРТА ПРИГОРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ХАНОЯ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ВЬЕТНАМ.....	140
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) КАРТА РИСОВЫХ ПОЛЕЙ ПРИГОРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ХАНОЯ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ВЬЕТНАМ.....	141
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (рекомендуемое) ОБРАЗЕЦ РЕДАКЦИОННО- ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	142

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В условиях глобализации экономических механизмов в сельском хозяйстве увеличивается роль продовольственных программ, нацеленных на решение проблем обеспечения населения продуктами питания, легкой и пищевой промышленности – сырьем. В развитых странах преобладает товарное сельское хозяйство. Традиционные формы сельского хозяйства представлены, в основном, в развивающихся странах. К таким регионам относят Юго-Восточную Азию, Латинскую Америку, Африку. В свою очередь 2 февраля 2012 г. в Социалистической Республике Вьетнам (далее Вьетнам) была принята Государственная стратегическая программа развития сельскохозяйственного производства до 2020 года и на перспективу до 2030 года (приказ Премьер-министра Вьетнама, 2012). В 2015 г. был утвержден план применения современных технологий для развития сельского хозяйства страны до 2020 года и на перспективу до 2030 года (приказ Премьер-министра Вьетнама, 2015). Одной из главных задач программы и плана является повышение продуктивности, качества и устойчивости сельскохозяйственной продукции с использованием современных технологий. Успешное решение такой задачи требует картографического обеспечения управления сельским хозяйством, которое может стать средством для отображения состояния и структуры сельскохозяйственного производства и результатов сельскохозяйственной инвентаризации.

В то же время, анализ материалов по сельскохозяйственному картографированию Вьетнама показал, что на сегодня в стране отсутствует комплексная сельскохозяйственная карта, которая отображала бы взаимосвязи сельскохозяйственных комплексов и объектов с природными и социально-экономическими условиями. Кроме того, в недостаточной мере представлены сельскохозяйственные карты аналитического типа, отображающие состав, структуру и состояние сельского хозяйства Вьетнама. Таким образом, разработка содержания и технологии создания сельскохозяйственных карт становятся особо актуальной задачей тематической картографии. Решение этой задачи требует разработки современной научно-

практической основы оптимального составления и оперативного обновления картографических произведений, а также создания актуализируемых баз данных в интересах управления сельскохозяйственной деятельностью.

Наиболее перспективным направлением тематического картографирования (в том числе сельскохозяйственного) является широкое применение технологий геоинформационных систем (ГИС) и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. В связи с этим, разработка и практическая реализация методов и технологий обработки материалов ДЗЗ и геоинформационного картографирования становятся ключевой при создании карт сельскохозяйственных объектов и комплексов.

Степень разработанности темы. Методы геоинформационного картографирования по данным ДЗЗ из космоса освещены в трудах многих российских и зарубежных ученых: Верещака Т. В., Книжникова Ю.Ф., Кравцовой В. И., Кринова Е. Л., Пластинина Л. А., Савиных В. П., Тикунова В. С., Hoang Thanh Tung, John A. Richards, Xiuping Jia и др. Методологию геоинформационного картографирования успешно развивают Батуев А. Р., Берлянт А. М., Бешенцев А. Н., Карпик А. П., Лисицкий Д. В., Тикунов В. С., Doan Van Diem и др. Теория и методы сельскохозяйственного картографирования рассмотрены в работах российских и зарубежных ученых: Левицкого И. Ю., Никишова В. М., Понькиной Е. В., Шоцкого В. П., Юровского Я. И., Duong Van Kham, Francis J. Pierce, Lam Dao Nguyen, Nguyen Duc Thuan, Nellis M.D., Shields J. A., Steven M. D. и др.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является обоснование разработки содержания и технологии создания комплексной и аналитических электронных сельскохозяйственных карт (КиАЭСК) на примере Северного Вьетнама. Исследование выполнено на пригородную территорию Ханоя – столицы Вьетнама, где сформировалась основная сельскохозяйственная деятельность Северного Вьетнама.

Для достижения поставленной цели решаются следующие *основные задачи*:

– оценить природные, социально-экономические условия и сельскохозяйственные ресурсы Северного Вьетнама для разработки содержания КиАЭСК;

- проанализировать опыт и методологию картографирования сельскохозяйственных комплексов и объектов;
- разработать тематическое содержание КиАЭСК и их легенды;
- разработать методику и технологию геоинформационного картографирования сельскохозяйственных комплексов и объектов по данным ДЗЗ из космоса;
- составить авторские оригиналы КиАЭСК;
- выполнить практическое внедрение в среде Интернет КиАЭСК.

Научная новизна состоит в следующем:

- сформулированы научно-технические особенности комплексного сельскохозяйственного картографирования;
- разработана методика геоинформационного картографирования сельскохозяйственных объектов и комплексов с использованием данных ДЗЗ из космоса;
- определено тематическое содержание КиАЭСК и их легенд;
- разработана технология создания КиАЭСК.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в методологическом обосновании создания КиАЭСК.

Практическая значимость. Созданные КиАЭСК могут использоваться при сельскохозяйственном планировании и землепользовании на территории, аналогичные по природным условиям Северному Вьетнаму. Также, результаты исследования найдут применение в исследовательских работах научных и образовательных учреждений, изучающих проблемы сельского хозяйства и сельскохозяйственного производства.

Результаты исследований использованы при разработке инженерно-хозяйственных карт сельскохозяйственного назначения в Обществе с ограниченной ответственностью научно-учебном и производственном картографическом центре «Сибэкокарта» и внедрены в учебный процесс Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНИТУ).

Исследования по обработке данных ДЗЗ, составлению цифровых слоев карт выполнены в программном обеспечении ArcGIS 10.1, ENVI 5.2, MapInfo Profes-

sional 12.5. В работе применены космические снимки спутников Landsat (периоды съемок 1993-2015 гг.), SPOT 5 (период съемки 2009 г.) и QuickBird (период съемки 2009 г.).

Методология и методы исследования. Методология исследования базируется на применении системного и комплексного подходов в картографическом моделировании сельскохозяйственных объектов. Диссертационное исследование основано на методах и технологиях геоинформационного картографирования, методах автоматизированной обработки и пространственного анализа данных ДЗЗ из космоса, опирается на изучении теоретико-методологической базы и опыта сельскохозяйственного картографирования российских и вьетнамских ученых. Используются картографические произведения, отражающие состояние и развитие сельского хозяйства, применены способы картографического отображения при составлении комплексных и аналитических карт сельского хозяйства.

В качестве картографической основы использованы цифровые топографические карты исследуемой территории масштаба 1:100 000.

Положения, выносимые на защиту:

- методика картографического моделирования сельскохозяйственных комплексов по результатам дешифрирования космических снимков является объективным методом сельскохозяйственного картографирования;
- разработанная технология создания КиАЭСК, основанная на принципе интеграции геоинформационных и дистанционных методов, наиболее эффективна при картографировании сельскохозяйственных объектов;
- комплексная сельскохозяйственная Веб-карта и серия аналитических сельскохозяйственных карт служат оптимальными инструментами управления сельскохозяйственной территорией в решении задач, связанных с оперативной инвентаризацией и оптимизацией сельскохозяйственной деятельности.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные положения работы докладывались: на Международном симпозиуме им. академика Усова М.А. студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2013); на VII школе-семинаре молодых ученых России «Проблемы устойчивого

развития региона» (Улан-Удэ, 2013); на ежегодном Международном научном конгрессе «Интерэкспо ГЕО–Сибирь – 2014, 2015, 2016» (Новосибирск, 2014-2016); на ежегодной региональной конференции «Игошинские чтения – 2013-2015» (Иркутск, 2013-2015); на ежегодной Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Геонауки – 2013-2015: актуальные проблемы изучения недр» (Иркутск, 2013-2015); на XVIII конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока с элементами научной школы «Развитие географических знаний: научный поиск и новые методы исследования» (Иркутск, 2014); на II Всероссийской молодежной научно-практической школе-конференции «Науки о Земле. Современное состояние» (Россия, Республика Хакасия, 2014); на Международной научно-технической конференции «Геодезия, картография, кадастр – современность и перспективы (Москва, 2014); на Всевьетнамской научно-практической конференции «ГИС-применение – 2014» (Вьетнам, 2014).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 5 статей опубликованы в журналах, входящих в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных для опубликования основных результатов диссертации.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы (110 наименований) и 4 приложений, содержит 146 страниц машинописного текста, включая 47 рисунков, 6 таблиц.

Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю, профессору, доктору технических наук, профессору кафедры маркшейдерского дела и геодезии (МДиГ) ИРНИТУ, Заслуженному работнику геодезии и картографии России Пластинину Л.А. за оказанную помощь и творческие консультации при подготовке диссертационной работы. За ценные советы и научные консультации автор признателен доктору технических наук, профессору кафедры МДиГ ИРНИТУ Ступину В.П. и кандидату географических наук, доценту кафедры МДиГ ИРНИТУ Олзоеву Б.Н.

1 ПРИРОДНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА СЕВЕРНОГО ВЬЕТНАМА

1.1 Природные условия Северного Вьетнама

Географическое положение. Социалистическая Республика Вьетнам расположена на востоке Индокитайского полуострова и простирается от 8°30' северной широты до 23°22' северной широты с юга на север и от 102°10' восточной долготы до 109°21' восточной долготы с запада на восток. На севере страна граничит с Китаем, на западе – с Лаосом и Камбоджой (рисунок 1) [15, 37]. Своими очертаниями Вьетнам напоминает латинскую букву S, длина которой составляет 1650 км, а ширина от 50 до 500 км. Кроме материковой части к территории Северного Вьетнама относятся континентальный шельф и большое количество больших и малых островов и архипелагов. На юге морская граница страны проходит по акватории Сиамского (Тайского) залива, а на востоке по водам Южно-Китайского моря и Тонкинского залива, в пределах которого сосредоточена большая часть (около 3000) островов. Общая протяженность границ Вьетнама достигает более 3700 км по суше и 3200 км по морскому побережью, а площадь – 329 314 км².

По особенностям природных условий Вьетнам можно разделить на три части: северную (35,2 % площади страны), центральную и южную.

Рельеф. Морфология и морфометрия рельефа Вьетнама определяются взаимодействием эндогенных и экзогенных геологических процессов и, в свою очередь, являются важнейшими ландшафтообразующими факторами, которые, в значительной мере, определяют природные и социально-экономические условия развития сельского хозяйства Вьетнама. Кроме того, рельеф земной поверхности в значительной степени определяется характером слагающих геологических пород. Так, известняковые массивы Северного Вьетнама, например Донгван, Куангиен, Бакшон в Бакбо, ряд массивов в Чунгбо, отличаются значительной (до 45° и

более) крутизной склонов, обусловленной процессом тропического карста. В целом, по морфологии земной поверхности в Северной части страны можно выделить три типа территорий: горные, предгорные и равнинные. Горная и предгорная части занимает 87,5 %, а равнинная часть – 12,5 % территории Северного Вьетнама [15, 37, 92, 94, 95].

Горная часть исследуемой территории включает горы и горные хребты с высотами более 1000 м. В горном хребте Хоанглиеншон (провинция Лаокай). Находится самая высокая вершина всего Вьетнама – гора Фансипан с отметкой 3143 м. Вторая по высоте гора с отметкой 2598 м также находится на исследуемой территории в хребте Чыонгшона, который граничит с Лаосом на протяжении 1300 км.



Рисунок 1 – Географическое положение Вьетнама

Предгорная часть под общим названием Чунгбо включает территории с абсолютными отметками от 200 до 1000 м представляет невысокие предгорья, горы и возвышенности, поднимающиеся среди окружающих равнин.

Равнинная часть занимает всего 12,5 % площади территории Северного Вьетнама, но именно здесь сосредоточена основная сельскохозяйственная деятельность региона. Территория представляет собой огромную (более 15 000 км²) плоскую низменную равнину, образованную дельтой Хонга (Красной реки), являющейся второй (после дельты Меконга) крупнейшей равниной страны. Именно здесь расположен город Ханой – столица Вьетнама и центр его политической, экономикой, научной и образовательной жизни.

Гидрография. Речная система Вьетнама хорошо развита, но отличается неравномерной густотой и водностью. На территории страны расположено более 2000 рек, причем, только в Северном Вьетнаме насчитывается более 1000 больших и малых рек. Реки на исследуемой территории в основном текут с северо-запада на юго-восток, согласно с простиранием горных хребтов и направлением главных тектонических линий [97].

Крупнейшая речная система Вьетнама, в целом, и Северного Вьетнама, в частности, принадлежит бассейну Красной реки и ее главного притока – реки Тхайбинь. Эта река протекает по территории трех государств: Китая, Лаоса и Вьетнама, а общая площадь ее водосбора составляет 160 000 км², из которых на долю Вьетнама приходится 87 840 км², и 510 км длины главного русла. В дельте Красной реки регулярно происходят наводнения, представляющие очень серьезную угрозу опасность для населения. В то же время Красная река служит источником воды для орошения рисовых полей и основным водным путем для транспортировки грузов [97].

В Северном Вьетнаме нет больших природных озер. Большая часть естественных водоемов представляет собой старицы на обширной плоской равнине дельты Красной реки. В приморской части территории между песчаными дюнами по берегам рек встречаются небольшие лагуны. В горной части исследуемой территории также встречаются озера, например, расположенное в старой провинции

Баккане тектоническое озеро Бабэ, которое считается самым живописным из горных озер Вьетнама [94, 97].

С другой стороны на равнинах находится много небольших искусственных прудов, а в горных районах расположены рукотворные водоемы, образованные при сооружении плотин ГЭС – водохранилища Тхакба, Хоабинь и др.

Южная часть Северного Вьетнама располагается на побережье Южно-Китайского моря. В прибрежной зоне разбросано множество небольших (до 0,5 км²) коралловых островов. Далее, на расстоянии 200–500 км от берега, расположены более крупные острова и их архипелаги. Острова и архипелаги Северного Вьетнама играют важную экономическую роль в развитии рыболовства и торговли с другими странами и имеют особый статус как военно-стратегические объекты [94, 97].

Растительность. На территории Северного Вьетнама развит густой растительный покров, состав и разнообразие которого определяется муссонным климатом региона с жарким дождливым летом и мягкой зимой, а также высотной поясностью [94, 97].

В горных районах сохранились массивы дикой растительности. В своей нижней части до высоты 600–700 м горы покрыты влажными тропическими или вечнозелеными лесами. Выше, до 1700–2000 м над уровнем моря, расположены широколиственные субтропические горные леса с подлеском из различных бамбуков, выше субтропических лесов появляются смешанные лиственные леса, где, помимо дубов, кленов, каштанов и тика, произрастает сосна и другие хвойные породы. В лесах Вьетнама обитают обезьяны, белки, тигры, леопарды, реже встречаются слоны, медведи и олени. Много разных птиц и рептилий (крокодилы, ящерицы, змеи).

Предгорные районы заняты, в основном, культурной растительностью: сахарным тростником, фруктовыми деревьями, цитрусовыми, бананами и ананасами, здесь также выращивают чай, кофе и другие культуры.

Равнины покрыты посевами сельскохозяйственных культур (в основном рисом), которые соседствуют с бамбуковыми и пальмовыми рощами и зарослями

жестких трав. На приливных прибрежных равнинах господствуют мангровые леса.

1.2 Социально-экономические условия Северного Вьетнама

Население. Население Вьетнама, по данным на ноябрь 2013 года, составляет 90 млн. чел. [51], из которых в Северном Вьетнаме проживает 31 947 500 чел. (35,5 % населения страны). Таким образом, исследуемый регион является самой густонаселенной территорией страны со средней плотностью населения 270 чел / кв. км. В то же время территория заселена весьма неравномерно: в горных районах плотность населения оставляет всего 10–20 чел / км², а на равнинных районах достигает 2000–3000 чел / км² [51, 95]. Большинство населения сосредоточено в городах, крупных поселках, вблизи торговых центров, главных дорог и по берегам крупных рек, которые являются основными путями сообщения.

Вьетнам – многонациональное государство, в стране насчитывается 54 национальности, из которых в Северном Вьетнаме проживает 30. У каждого народа имеется свой собственный язык, при этом 24 народности имеют свою письменность, а остальные владеют только разговорным языком. Самой многочисленной национальностью страны является Вьет (Кин), которые составляют 89 % населения и проживают, в основном, на равнинных и предгорных территориях [95].

Транспорт. В Северном Вьетнаме развит автомобильный, железнодорожный, водный и авиационный транспорт.

Наиболее распространен и востребован автомобильный транспорт, осуществляющий наибольший объем пассажирских и грузовых перевозок в стране. Дорожная сеть довольно густо покрывает территорию Вьетнама. Общая протяженность автомобильных дорог в стране составляет 222 179 км, из которых на долю Северного Вьетнама приходится 120 500 км. Существующая сеть автомобильных дорог включает шесть уровней: государственный (регулируемый на уровне государства), региональный (регулируемый на уровне регионов), провин-

циальный (на уровне провинций), городской (на уровне городов), сельский (на уровне сельских поселений). Указанные уровни различаются по количественным и качественным характеристикам дорог – количество полос, ширина и качество покрытия [51]. В настоящее время в Северном Вьетнаме, вместе с развитием экономики, дорожная сеть обеспечена современными технологиями и поддерживается в надлежащем состоянии. Дороги государственного назначения полностью покрыты хорошим асфальтом. Региональные, провинциальные и городские дороги также покрыты хорошим асфальтом или бетонным материалом. 40% сельских дорог покрыты бетоном, 60 % дорог – без покрытия [94].

Сеть железных дорог Вьетнама имеет общую протяженность около 2600 км и находится под управлением государственного предприятия «вьетнамские железные дороги». Главная железная дорога Ханой–Хошимин связывает север и юг Вьетнам и проходит вдоль морского побережья на протяжении 1726 км (66,38 % общей протяженности железных дорог). Система железных дорог Северного Вьетнама связывает Ханой с другими провинциями и Китаем и имеет общую длину 874 км.

В целом, по причине сложного горного рельефа и особенностей экономики Северного Вьетнама, система железных дорог на этой территории развита недостаточно, а ее подвижной состав в значительной степени изношен. По большей части железные дороги имеют метровую колею (1000 мм), а только на севере имеются участки дорог со стандартной (1435 мм) или совмещенной (1000 и 1435 мм) колеей [51, 94, 95].

Благодаря большой густоте гидросети, во Вьетнаме, особенно на его севере, хорошо развит внутренний речной транспорт, а также каботажные перевозки вблизи морского побережья. Общая длина водных сообщений по побережьям, рекам и каналам составляет 42 000 км. В Северном Вьетнаме основные водные сообщения проходят по Красной реке (543 км) и реке Да (541 км). В регионе действует более 20 портов, которые обслуживают 30 % общего грузового потока страны [51].

В настоящее время, в связи с требованиями развития экономики, международных сообщений, а также других целей, во Вьетнаме развивается авиационный транспорт. В стране имеется 27 основных гражданских аэропортов, из которых восемь аэропортов (один международный и семь внутренних) находятся на территории Северного Вьетнама. Крупнейшим из них является международный аэропорт Нобай (Ханой), который обеспечивает до 75 % международных пассажирских перевозок [51].

Промышленность. Основные отрасли промышленности Северного Вьетнама включают: энергетическую, горнодобывающую и машиностроение.

Благодаря развитой и устойчивой гидросети, в Северном Вьетнаме хорошо развита гидроэлектроэнергетика. На территории построено множество гидроэлектрических станций, которые полностью обеспечивают электричеством нужды государства, а также осуществляют экспорт электричества в Лаос и Камбоджу.

Вьетнам – страна богатая разнообразными полезными ископаемыми. На территории Северного Вьетнама расположено множество месторождений, главными из которых являются золото, каменный уголь, вольфрам, железная руда, цинк, свинец, бокситы, олово. Поэтому, а стране хорошо развита горнодобывающая промышленность и другие, связанные с ней отрасли – черная и цветная металлургия, промышленность стройматериалов и др.

Машиностроение является другой промышленной отраслью, которая имеет большое значение в индустриализации и модернизации северной территории страны. Главной задачей машиностроения является обеспечение сельскохозяйственного производства механическим оборудованием и транспортными машинами. В настоящее время в Северном Вьетнаме наметились сдвиги в других сферах машиностроения, таких как производство автомобилей, гидротехнического оборудования для теплоэлектростанций и вспомогательной промышленности. Особенно больших успехов Северный Вьетнам добился в области изготовления и экспорте механических изделий и комплексного механического оборудования, также в сфере повышения их конкурентоспособности на отечественном рынке.

Сельское хозяйство. Производство продуктов питания и сельскохозяйственного сырья во все времена оставалось важной национальной отраслью экономики Вьетнама, в котором около 60 % населения занимается только сельским хозяйством [95].

Сельскохозяйственное производство страны характеризуется наличием трех секторов: государственного, частного и коллективного.

Государственный сектор представлен госхозами и специализируется на производстве и экспорте технических культур, которые являются сырьем для промышленности.

Частный и коллективный сектора включают кооперативы, производственные бригады и другие формы организации труда, которые ориентированы, в основном на производство продовольствия.

Сельское хозяйство Северного Вьетнама включает три главные отрасли: земледелие, животноводство и рыболовство.

Земледелие является главной отраслью сельского хозяйства Северного Вьетнама. Основные сельскохозяйственные территории располагаются в дельте Красной реки, где большая часть обрабатываемых равнинных земель занята под поливной рис. В предгорьях и в холмистой местности выращивают суходольный рис. Рисовые насаждения прекрасно развиваются в жарком, влажном климате тропиков. В стране культивируют около 1500 сортов суходольного риса с белым, желтоватым, красновато-коричневым зерном, а также культивируется черный рис, который считается целебным зерном. Но самый уникальный сорт – плавающий рис, хорошо приспособленный к местным условиям. Он может расти и в диком состоянии на болотах и равнинных участках, глубоко затопленных дождевой водой. В зависимости от природных условий и качества земель на территории Северного Вьетнама снимается два урожая риса в год [54, 79, 95].

Кроме риса, в межгорных долинах и на плоскогорьях, где имеются плодородные земли, выращивают другие зерновые и кормовые культуры: кукурузу, маниок, сладкий картофель (батат) и др. В последнее время в этих районах также выращивают множество сортов бананов, апельсины, лимоны, манго, грейпфруты,

папайю, ананасы, кокосовые орехи, хлебное дерево и другие культуры, имеющие большое значение для экспорта.

На территориях северных плато выращивают технические культуры: сахарный тростник, кокосовые пальмы, каучуконосы, джут, хлопок, табак и чай. В большинстве случаев в земледелии используются ручной труд и примитивные орудия. Лишь 30 % земельных площадей обрабатывается с использованием машин [79].

Животноводство является второстепенной отраслью сельского хозяйства Северного Вьетнама. Однако в связи своей важности в жизни человека по обеспечению мясопродуктами и молочными продуктами животноводство эта отрасль также постепенно развивается. Отрасль животноводства включает скотоводство, свиноводство, птицеводство и пчеловодство. Для скотоводства наиболее благоприятны горные и предгорные районы, а свиноводство и птицеводство развиваются в равнинных районах.

Вьетнам имеет исключительно благоприятные условия для развития рыболовства и производства морепродуктов общая длина береговой линии страны составляет около 3260 км, из которых около 800 км приходится на Северный Вьетнам. Кроме того, на территории региона имеются густая система гидросети, которая также создает благоприятные условия для развития рыболовства. Отрасль рыболовства включает в себя различные виды рыбалки и аквакультуры (креветка белоногая), переработку и экспорт рыбопродуктов. Рост продуктивности морепродуктов страны непрерывно растет, причем средний темп роста составляет 9 % в год на протяжении последних 17 лет (1998–2015 гг.). В результате такого роста, в настоящее время Вьетнам является одним из пяти ведущих производителей и экспортеров морепродуктов мира [94, 97].

1.3 Сельскохозяйственные ресурсы Северного Вьетнама

Климатические ресурсы. Сельскохозяйственное производство, основным продуктом которого является растительность, находится в прямой зависимости от

климатических условий. Климат является главным фактором, который, совместно с другими природными факторами (рельеф, геологическое строение, грунтовые воды), непосредственно и постоянно влияет на развитие растений. Также следует иметь в виду, что в индустриальное время под влиянием промышленной деятельности климатические параметры могут изменяться. Поэтому изучение климатических условий для их оптимального использования в целях улучшения сельскохозяйственного производства всегда являлось и является важной задачей сельскохозяйственной деятельности государства. Для решения этих задач, в первую очередь, необходимо изучать взаимосвязи климата с другими факторами, влияющими на сельскохозяйственную деятельность. При этом климатические условия являются решающим фактором при выборе выращиваемых сельскохозяйственных культур на конкретной территории

Климатические условия влияют на процесс формирования почв. Под воздействием климатических факторов (освещение, температура, влажность, количество осадков) формируется структура, химический состав, физический состав почвы. Поэтому в различных климатических поясах формируются различные типы почв.

Основным фактором, влияющим на формирование растительного покрова, является климат [77]. Для севера Вьетнама характерен субтропический, муссонный климат с дождливым жарким летом и сырой относительно прохладной зимой. Средняя годовая температура здесь составляет 23 °С, минимальная 9° С и максимальная 38°. До 80 % осадков выпадает с мая по октябрь, а их среднегодовой количество достигает 1500-2000 мм. Влажность в летний сезон стабильно держится на уровне 80 %, а в зимний достигает 100 %. На побережье в июне–июле часто бывают тайфуны [97].

В целом по своим климатическим особенностям территория имеет достаточно благоприятные условия для развития сельскохозяйственного земледелия. Однако, в последние годы наблюдается тенденция к увеличению засушливости климата, что может привести к повышению цен на рис.

Водные ресурсы. Практика развития экономики Вьетнама показала, что водные ресурсы являются важным фактором в обеспечении продовольственной и энергетической безопасности страны, а также в деле индустриализации и модернизации страны. Именно благодаря наличию значительных и постоянных водных ресурсов, Вьетнам смог подняться на первое место в мире по объему экспорта риса [95].

В Северном Вьетнаме средний объем воды на человека составляет 12 000 куб. м/год. В зависимости от климата, рельефа и количества осадков водные ресурсы размещены неравномерно по своей территории, при этом территория дельты Красной реки занимает 19 % объема водных ресурсов страны [95].

70 % от общего объема потребляемой воды используются для выращивания поливного риса в дельте Красной реки. Водные ресурсы также являются определяющим фактором для повышения объема производства других сельскохозяйственных и технических культур: кукурузы, овощей, чая, кофе, черного перца, сахарного тростника, хлопка и др. [95].

Сельскохозяйственные земельные ресурсы. Земля является основным незаменимым фактором в процессе сельскохозяйственного производства и в хозяйственной деятельности в целом. Исторически, благодаря своим плодородным сельскохозяйственным землям, Вьетнам является аграрной страной. Поэтому страна достигла определенных успехов в сельскохозяйственном производстве. Но, по сравнению с ведущими аграрными странами Азии и мира, Вьетнам занимает не слишком высокое место в части вклада сельского хозяйства в экономику страны.

По статистическим данным на 2013 год, суммарная площадь сельскохозяйственных земель Северного Вьетнама составляет 2 366 300 га (около 23,13 % от общей площади сельскохозяйственных земель страны). Из них 1 220 000 га используются в сельскохозяйственной земледелии, 153 731 га в лесном хозяйстве и 190 300 га приходятся на водные поверхности (озера, реки, пруды), используемые для рыболовства. Сельскохозяйственные земли подразделяются на четыре основные группы: земли для выращивания однолетних насаждений, земли для выращи-

вания многолетних насаждений (исключая технические культуры), земли для выращивания кормовых культур, акватории для рыболовства [60].

Сельскохозяйственные трудовые ресурсы. На 2013 г., в Северном Вьетнаме насчитывается 32 372 700 человек трудового возраста (от 15 до 60 лет), что составляет 60,2 % всего населения территории. Сельскохозяйственные трудовые ресурсы оцениваются по количеству населения, занимающегося сельским хозяйством. В Северном Вьетнаме 14 859 069 человек (45,9 % трудовых ресурсов территории), работают в сельскохозяйственном производстве (земледелие, животноводство и рыболовство). Эти ресурсы неравномерно размещены по территории страны и, по большей части, сосредоточены в равнинных предгорных и горных районах [51].

Выводы

Важнейшей составляющей экономики Северного Вьетнама является сельскохозяйственные ресурсы, основу которых образуют благоприятные климатические условия, богатые запасы воды, наличие больших площадей плодородных земель и огромный трудовой потенциал.

Анализ закономерностей и особенностей природных и социально-экономических условий и сельскохозяйственных ресурсов дает представление структуре и интенсивности сельскохозяйственного производства региона и позволяет выполнить районирование сельхозугодий и объектов в интересах их комплексного картографирования, выявления возможностей и приоритетов устойчивого развития региона.

2 ОПЫТ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ И ОБЪЕКТОВ

2.1 Опыт создания сельскохозяйственных карт в России и во Вьетнаме

Опыт создания сельскохозяйственных карт России

Уровень тематического картографирования определяется потребностями жизни общества, а также возможностями исходных данных и технологий. Изучение опыта прошлого позволяет лучше понять состояние, проблемы и тенденции развития современного сельскохозяйственного картографирования.

История составления сельскохозяйственных карт в России включает четыре этапа [29], которые кратко рассмотрены ниже.

Первый этап связан с появлением сельскохозяйственных карт и охватывает довоенные годы и первые годы после Великой Отечественной войны. Этот период характеризуется созданием теоретических основ картографирования сельского хозяйства, определением самого понятия «сельскохозяйственная карта», отработкой содержания карт, а также вопросов их составления и издания. При создании сельскохозяйственных карт были использованы результаты многолетних съемок и полевых обследований.

В результате были опубликованы научные статьи по сельскохозяйственному картографированию, созданы первые советские сельскохозяйственные карты и защищены диссертации по данной тематике. Первые сельскохозяйственные карты были включены в атлас «Хозяйственно-статистический атлас Европейской России», который содержал 15 карт отражающих размещение отраслей и культур сельского хозяйства, с учетом природных условий картографируемых территорий [71]. Например, диссертация Егорова А. И. была посвящена способам создания и использования сельскохозяйственной карты Каширского района Московской области, а Юровский Я. И. в своей диссертации осветил вопрос по комплексному картографированию территории колхозов [29]. В статьях Дмитриева П. П., Куро-

патенко Ф. К., Сильвестрова С. И., Январева Л. Ф. были рассмотрены вопросы общего сельскохозяйственного картографирования и создания сельскохозяйственных карт [14, 17, 53, 72, 73].

На этом этапе было издано большое количество сельскохозяйственных карт различной тематики: «Карта земледелия СССР» (1926 год); «Карта размещения посевов пшеницы» (1928 год); «Растениеводство СССР» (1932–1933 годы), последний капитальный картографический труд включал более 100 отраслевых сельскохозяйственных и оценочно-прогнозных карт. В 1933 году был создан «Атлас Московской области», который включал многочисленные карты посевов сельскохозяйственных культур и многих видов животноводства. В 1934 году был издан «Атлас Ленинградской области Карельской АССР», включающий более 50 карт земледелия и животноводства [71].

В результате указанных исследований был сделан важный вывод о том, что возможности картографического метода как инструмента управления и планирования сельскохозяйственной деятельности напрямую зависят от полноты и достоверности содержания карт, характеризующих состояние и условия развития сельского хозяйства.

Второй этап охватывает период с начала пятидесятых годов и до середины семидесятых. Он характеризуется дальнейшим развитием сельскохозяйственной картографии и становлением комплексного картографирования. Во многих работах этого периода широко освещены вопросы создания сельскохозяйственных атласов самых различных территорий – союзных республик, областей, районов и др. Среди работ этого периода можно выделить исследования Золовского А. П., Юровского Я. И., Галькова Ч. В. и др. [11, 12, 16, 17, 54, 71]. Особое внимание уделялось проблемам создания карт землепользования республик и областей, почвенных и агрохимических карт сельскохозяйственных предприятий, административных районов. Эти вопросы были освещены, например, в работах Никишова М. И., Шоцкого В. П., Юровского Я. И., Январева Л. Ф. и др. [29].

Особо следует отметить труды Никишова М. И. «Сельскохозяйственные карты и атласы» (1957 год) и «Составление и редактирование сельскохозяйствен-

ных карт и атласов» (1959 год) [33, 35], а также исследования Шоцкого В. П., в которых автор рассмотрел проблемы исследования сельскохозяйственного производства картографическими методами [67, 69, 70], и Золоского А. П., который разработал методику создания комплексных карт экономики сельского хозяйства [17].

В этот период по результатам обобщения агропочвенных материалов для каждого из административных районов были составлены почвенные карты, карты эродированных земель и карты химизации почв. На основе принципиально новой сельскохозяйственной типологии земель по природным показателям почв, пород, увлажнения и пр. была разработана и составлена карта сельскохозяйственных типов земель [29]. Указанные карты можно рассматривать как серии сельскохозяйственных карт административных районов. Такие серии карт давали агропроизводственную характеристику земель и служили основным инструментом для разработки и внедрения разнообразных практических результатов развития сельскохозяйственного производства административных районов.

В 1952 году была создана «Карта сельского хозяйства СССР» для средней школы в масштабе 1:5 000 000. В ней отображены сельскохозяйственные районы, основные отрасли сельского хозяйства, сельскохозяйственные культуры разных районов СССР. В 1953 году была выпущена серия отраслевых сельскохозяйственных карт в масштабах 1:6 000 000 – карты главных зерновых и технических культур и карта основных видов животноводства [71].

В 1958 году в СССР начались работы по созданию обзорно-справочных сельскохозяйственных карт областей, краев и республик СССР. Были изданы сельскохозяйственные карты Грузинской и Узбекской ССР, Краснодарского края, Омской, Московской, Воронежской, Новосибирской и др. областей [71].

В 1960 году был выпущен «Атлас сельского хозяйства СССР», который содержал более 300 страниц карт и состоял из восьми разделов: вводного, природных условий, общей характеристики сельского хозяйства, земледелия, животноводства Союзных республик и крупных экономических районов. На картах были отображены валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур, место

СССР в мировом сельскохозяйственном производстве. Атлас по полноте содержания имел большое научное и практическое значение, изданные карты Атласа сопровождалась комплексными и отраслевыми легендами [71].

В 1958–1968 годах в СССР было издано 30 комплексных региональных научно-справочных и школьно-краеведческих сельскохозяйственных атласов. Особо следует отметить богатое содержание «Атласа развития хозяйства и культуры СССР», который был выпущен в 1967 году и содержал 26 различных по тематике карт. В них был отображен процесс развития сельского хозяйства СССР и превращение его из отсталого и раздробленного, каким оно было до революции, в крупное и высокомеханизированное хозяйство [71].

Анализ территорий с использованием рассмотренных выше карт позволил выявить слабые места в организации отдельных хозяйств. В свою очередь, использование составленных карт на практике показало недостатки самих карт как инструментов эффективного управления и планирования развития территорий. На данном этапе развития сельскохозяйственного картографирования также была выявлена острая необходимость создания отраслевых сельскохозяйственных карт.

Третий этап сельскохозяйственного картографирования стал периодом развития комплексного картографирования и создания отраслевых сельскохозяйственных атласов и серий карт использования земель, растениеводства, зерноводства, технических культур, многолетних насаждений, животноводства и др. [29].

В процессе изучения истории и состояния картографирования сельскохозяйственных комплексов, объектов и явлений проводился обстоятельный анализ картографических произведений с целью определения их соответствия требованиям комплексного картографирования, их практического применения или возможности использования в качестве источников при сельскохозяйственном картографировании.

Четвертый этап связан с формированием нового подхода в сельскохозяйственном картографировании и характеризует качественно новое картографирование с использованием современных данных и технологий. На этом этапе оперативно развиваются методы ГИС и космические методы, которые служат инстру-

ментом и поставщиком исходных данных при создании карт. Автоматический метод создания карт постепенно заменяет традиционный метод, что позволяет ускорить процесс создания карт и повысить их точность. В результате содержание создаваемых карт становится более полноценным по охвату территории, разнообразию тематики и практическому использованию.

Результаты исследований по созданию современных инженерно-хозяйственных карт освещены в научно-исследовательских работах иркутских картографов Пластинина Л. А., Батуева А. Р., Коротного Л. М., Плюснина В. М., Ващука Л. Н. В период с 1995 по 2013 год под научной редакцией Пластинина Л. А. и Батуева А. Р. был создан ряд комплексных инженерно-хозяйственных карт (административно-хозяйственных, природохозяйственных, лесохозяйственных) на разные районы Иркутской области и Республики Бурятия в масштабах 1:100 000 – 1:200 000 [19, 20, 21].

Инженерно-хозяйственные карты создавались на точной топографической основе в масштабе 1: 200 000 с использованием лесотаксационных и отраслевых материалов, статистических данных и космических снимков. Основным достоинством этих карт является комплексность отображения:

- общегеографических элементов – рельефа, гидрографии, дорожной сети, населенных пунктов и т.д.;
- лесных комплексов выделенных по преобладающим породам;
- других природных ресурсов (сельскохозяйственных, водных, минеральных);
- хозяйственно-промышленных объектов (предприятий и организаций, в т.ч. лесхозов, леспромхозов и лесничеств);
- границ областных, краевых районных территорий, а также лесосырьевых баз леспромхозов и других арендаторов леса.

Инженерно-хозяйственные карты Иркутской области и Республики Бурятия предназначены для текущего и перспективного планирования и обустройства сырьевых баз, экономической ресурсной оценки лесных ресурсов территорий в целях их рационального использования и развития, организации лесохозяйствен-

ных противопожарных работ и лесоустройства, организации системы лесного мониторинга, экологического образования. Современные комплексные хозяйственные карты районов используются в планировании и ресурсной оценке территории, а так же при решении практических задач лесного и сельского хозяйства.

Лесные комплексы на картах изображаются цветным качественным фоном. На антропогенно-преобразованных участках (населенные пункты, пашни), или находящихся на начальной стадии восстановления (гари, вырубки) лесные комплексы не выделяются.

Изображение лесохозяйственных объектов раскрывает качественные и количественные характеристики лесных ресурсов, масштаб и интенсивность лесопользования, а также их пространственное размещение на территории участка картографирования. Начальные стадии восстановления лесов, нарушенных лесохозяйственной деятельностью показаны – коричневыми границами и знаками вырубок, гарей просек и геологические профилей на внутреннем белом фоне.

Другим важным элементом специального содержания карты является квартальная лесоустроительная сеть, привязанная к топографическим элементам карты и географическим координатам. Точная географическая привязка лесоустроительной сети – важнейший отличительный признак этого вида карт от ведомственных картографических материалов.

Неотъемлемой частью специального содержания карт являются хозяйственные объекты, сгруппированные в легенде по характеру использования природных ресурсов.

Сельскохозяйственные угодья изображаются желтым качественным фоном с коричневыми границами и значком того же цвета внутри выдела и подразделяются на пашни, сенокосы и пастбища. В качестве сельскохозяйственных объектов показываются животноводческие фермы с указанием их товарной направленности.

Водохозяйственные объекты включают объекты водного транспорта на озерах, водохранилищах и судоходных реках: пристани, причалы, остановочные

пункты, паромы, плотовые рейды, запаны и боны, маяки, основной и дополнительный судовой ход. Также в эту группу объектов включаются зоны затопления проектируемых водохранилищ.

Минерально-сырьевые ресурсы характеризуют контуры геологических запасов месторождений полезных ископаемых, а также горнодобывающие объекты (карьеры) с указанием добываемого минерального сырья.

Блок границ включает государственные, административные (субъектов Российской Федерации, районов, городских, поселковых и сельских администраций) и хозяйственные (держателей лесного фонда) границы.

В легенде карты, кроме условных обозначений элементов содержания, размещен список основных лесохозяйственных структур, ведущих свою деятельность на территории участка картографирования, а также список месторождений полезных ископаемых с указанием минерального сырья.

В качестве примера, на рисунках 2–5 представлены фрагменты и легенды административно-хозяйственной карты Черемховского района и электронной природохозяйственной карты Боханского района Иркутской области в масштабе 1:100 000 .

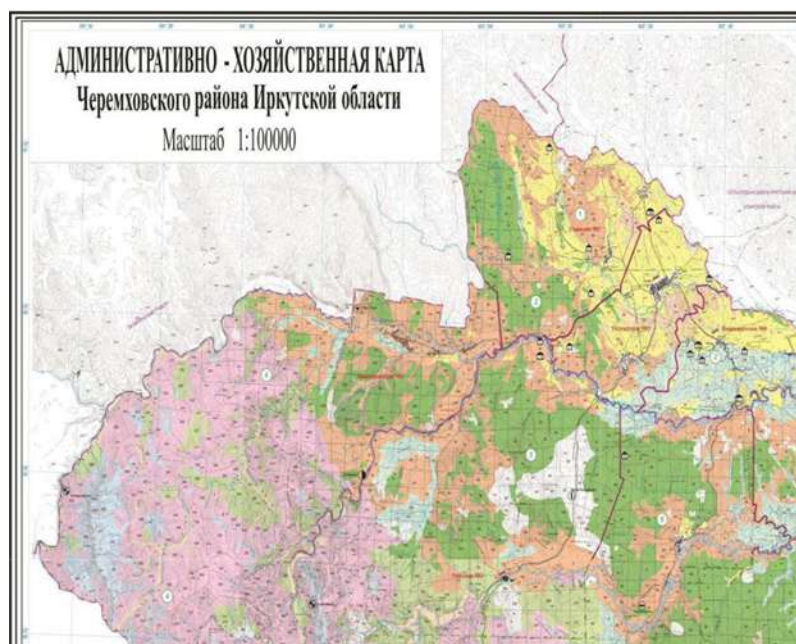


Рисунок 2 – Фрагмент административно-хозяйственной карты Черемховского района Иркутской области

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Общегеографические элементы

Населенные пункты
по типу поселения и числу жителей

Города
ЧЕРЕМХОВО от 50000 до 100000 жителей
СВИРСК от 10000 до 50000 жителей

Поселки городского типа
МИХАЙЛОВКА более 2000 жителей

Поселки сельского типа
 более 1000 жителей
 от 500 до 1000 жителей
 от 100 до 500 жителей
 менее 100 жителей

Отдельные дворы

Отдельные разрушенные строения

по административному значению

Административный центр муниципального образования 'Черемховский район'

Административные центры муниципальных образований 1-го уровня

Границы

Административные границы Иркутской области

Административные границы районов

Административные границы МО 1-го уровня

Граница г. Черемхово

Растительный покров и грунты

Поросль леса

Редкие леса

Кустарники

Небольшие площади леса

Луговая растительность

Моховая и лишайниковая растительность

Болота проходимые, заболоченные земли

Солончаки

Промышленные и социально-культурные объекты

Линии электропередач

Линии связи

Капитальные сооружения башенного типа

Заводские и другие трубы

Метеорологические станции

Загоны

Радио- и телевизионные мачты

Стадионы

Церкви. Памятники. Кладбища

Хозяйственные объекты

Лесохозяйственные объекты

Вырубленные леса

Горелые и сухостойные леса

Защитные лесонасаждения

Просеки и геологические профили

Границы и номера лесничеств

Границы и номера лесных кварталов

Пути сообщения и дорожные сооружения

Железные дороги, остановочные и обгонные пункты

Усовершенствованное шоссе, мосты, трубы водопропускные

Автомобильные дороги с покрытием

Автомобильные дороги без покрытия, мосты через незначительные препятствия

Грунтовые проселочные дороги

Полевые и лесные дороги

Зимние дороги

Выюжные тропы

Гидрография

а. Реки шириной более 60 м.
 б. Реки шириной от 10 до 60 м.
 в. Реки шириной менее 10 м.
 г. Реки и ручьи пересыхающие
 д. Направление течения
 е. Отметки урезов воды
 ж. Источники (ключи, родники)

л. Озера

м. Каналы

о. Броды

п. Плотины проезжие и непроезжие
 р. Паромы

Рельеф

Горизонтали и их подписи, отметки высот

а. Обрывы

б. Овраги

в. Скалы-останцы

г. Ямы

д. Каменные россыли

е. Кочковатые поверхности

Природные комплексы

Гольцовые и подгольцовые

Горные тундры с мохово-лишайниковым покровом на крутых каменистых склонах и кедровые редколесья с зарослями рододендрона золотистого, ольховника, болотами, высокотравными лужайками на выровненных поверхностях на горно-тундровых и гольцово-дерновых почвах

Кедровые и пихтово-кедровые леса горных склонов по брусничному, черничному, зеленомошному покрову на горных подзолистых почвах и подбурях (горно-лесные мерзлотно-болотные и горно-лесные перегнойные)

Вторичные на месте выруб и гарей осиново-березовые, лиственнично-осиновые и осиново-лиственничные леса с чернично-зеленомошным покровом на горных подзолистых почвах

Подгорно-таежные

Пихтово-кедровые леса по кустарничково-мелкотравно-зелено-мошному покрову на предгорных возвышенностях и подгорных равнинах в долине с примесью лиственницы смешанные кустарничковые травяные зеленомошные леса горных долин на подзолистых и дерново-подзолистых почвах (дерново-карбонатные оподзоленные и дерново-карбонатные выщелочные)

Подгорно-подтаежные

Осинные и лиственнично-осиновые леса подгорных равнин по брусничному и разнотравному покрову на дерново-подзолистых и дерново-карбонатных почвах

Вторичные на месте выруб и гарей березовые леса с примесью осины и молодой сосны по разнотравному покрову на дерново-подзолистых и дерново-лесных почвах

Кустарничковые, осоковые, моховые болота внутренних дельт в сочетании с осоковыми лугами и багульниково-моховыми сосняками на торфяно-болотных почвах

Сельскохозяйственные угодья и объекты

Пашни; Сенокосы и пастбища

Границы и номера землепользователей

Животноводческие фермы

Дачные и садовые участки

Фермерские хозяйства. Группы фермерских хозяйств

Минерально-сырьевые ресурсы и горно-добывающие объекты

Металлические полезные ископаемые	Неметаллические полезные ископаемые
Алюминий	Магнетит
Редкие металлы	Тальк
Золото	Исландский шпат
Горючие полезные ископаемые	Карбонатное сырье для производства цемента и извести
Каменный уголь	Цветные и поделочные камни
Места добычи	Керамические и огнеупорные глины

Савинское: Название месторождений

Рисунок 3 – Легенда административно-хозяйственной карты Черемховского района Иркутской области

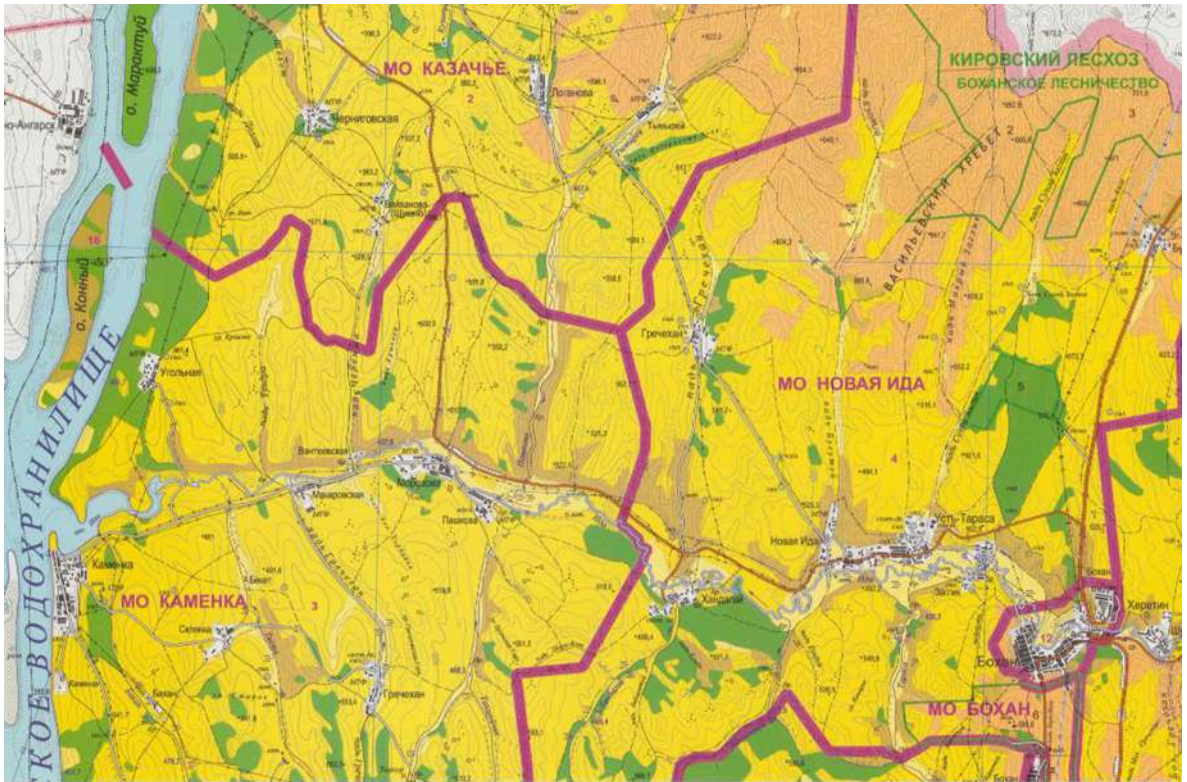


Рисунок 4 – Фрагмент электронной природохозяйственной карты Боханского района Иркутской области



Рисунок 5 – Легенда электронной природохозяйственной карты Боханского района Иркутской области

Опыт создания сельскохозяйственных карт Вьетнама

Социалистическая республика Вьетнам имеет долгую и непростую историю. С самого зарождения государственности и вплоть до 70-х годов XX века страна находилась в состоянии почти непрерывных войн. Весь этот период картографическая деятельность Вьетнама была направлена исключительно для военных целей, в частности, на создание топографических карт и специальных карты военного назначения. С середины 1975 г., после отражения американской агрессии и обретения свободы страны, главной задачей государства стало устранение последствий военных действий. Поэтому, в первые двадцать лет после окончания войны главной задачей картографической деятельности Вьетнама было составление и обновление топографических карт своей территории.

Сельскохозяйственное картографирование Вьетнама начинает свою историю только с 1995 года, когда в целях интенсификации сельского хозяйства страны приказом Министерства сельского хозяйства Вьетнама была поставлена конкретная задача обеспечения сельскохозяйственных структур специальной картографической продукцией.

Первым таким сельскохозяйственным картографическим продуктом стал «Атлас сельского хозяйства Вьетнама». Он был составлен Департаментом статистики сельского, лесного хозяйства и рыболовства Вьетнама и издан в 2001 году в электронном виде в масштабе 1:5 000 000 на вьетнамском и английском языках (рисунки 6, 7). По содержанию Атлас включал семь разделов: вводная часть, демография и инфраструктура, сельское хозяйство, лесное хозяйство и аквакультура, воспроизводство животных, фермерские хозяйства и кооперативы, доходы от сельского, лесного хозяйства и рыболовства. Всего Атлас включал 77 карт, созданных с применением различных способов картографического отображения на основе статистических материалов на 2001 год. Атлас стал важнейшим источником информации для научных исследований и образования в различных сферах деятельности [93].

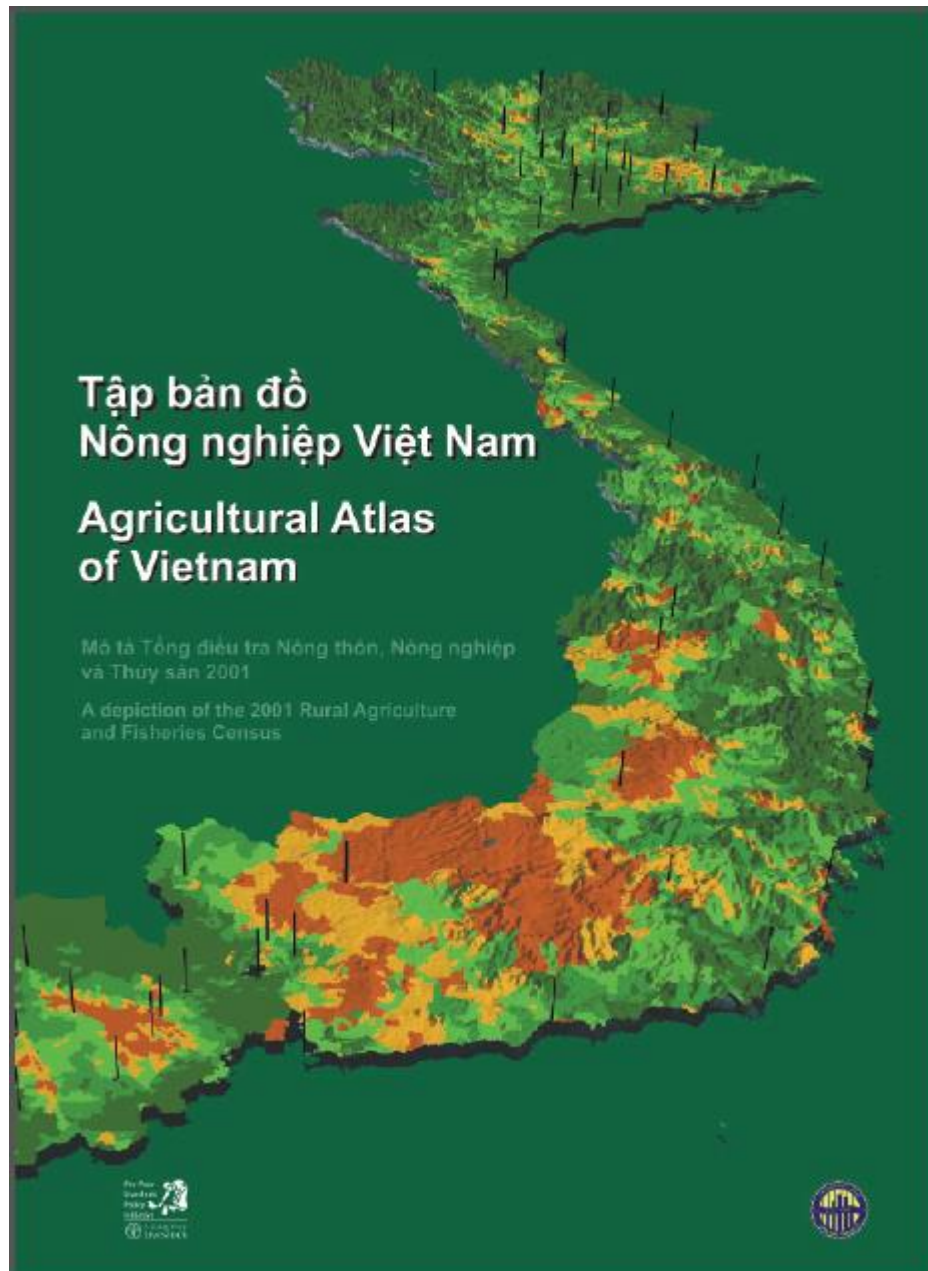


Рисунок 6 – Обложка Атласа сельского хозяйства Вьетнама

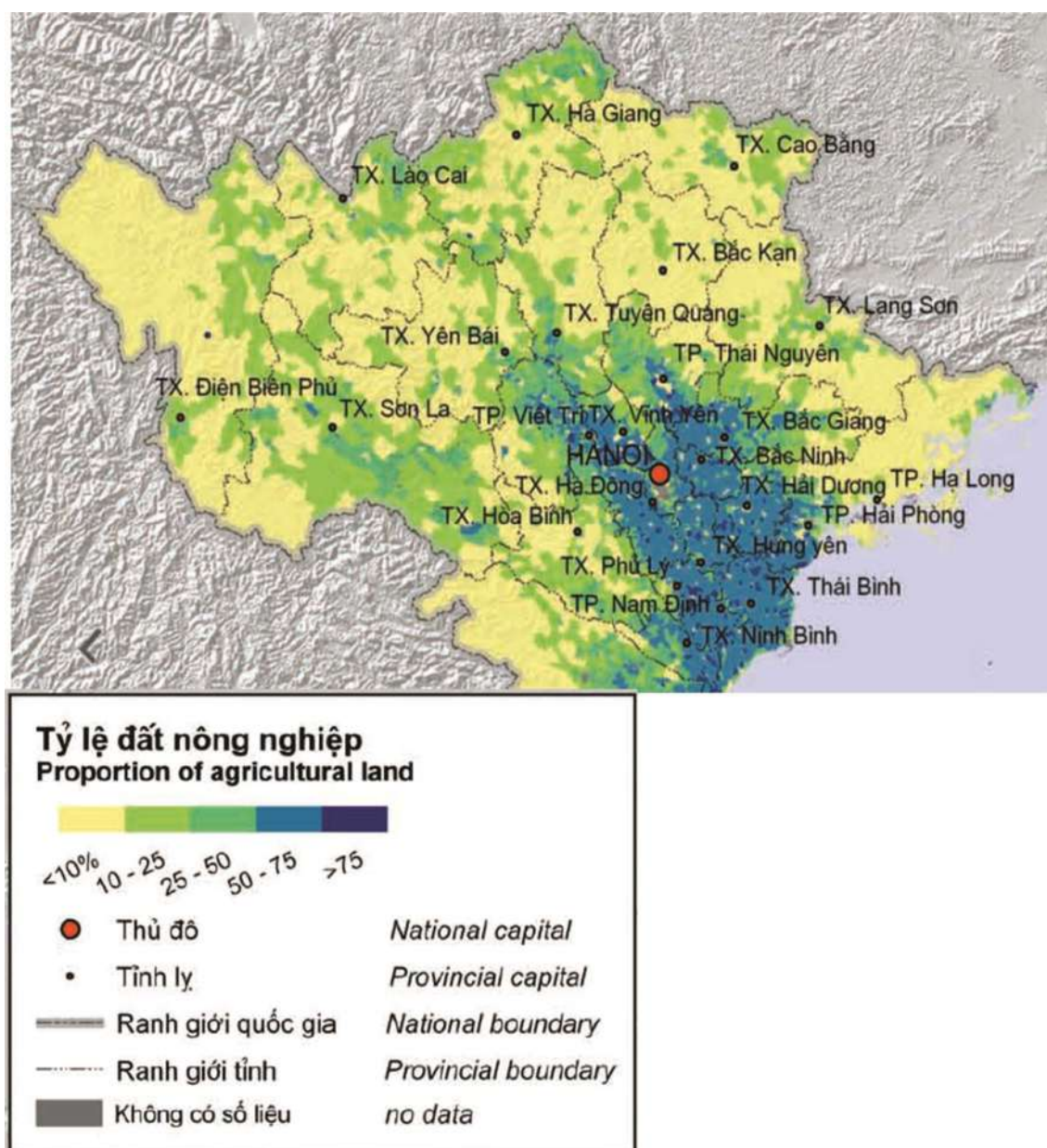


Рисунок 7 – Процент используемых сельскохозяйственных земель

Следующий Атлас сельского хозяйства Вьетнама был издан в 2007 году для обеспечения общей информацией о сельском хозяйстве страны, сельских провинциях и городах, и в целом был использован Министерством сельского хозяйства в целях развития сельских районов, для управления и планирования сельскохозяйственных работ в перспективе, а также для использования в других отраслях хозяйственной деятельности страны. В связи с изменением структуры хозяйства страны в 2008 году Министерство рыбного хозяйства было объединено с Мини-

стерством сельского хозяйства и развития сельских районов. В соответствии с общими требованиями управления хозяйством возникла необходимость обновления отраслевой информации, и отображения состояния каждой провинции во времени, близком к реальному. Поэтому, очередной Атлас сельского хозяйства был издан уже в 2008 году на основе Атласа 2007 года, в котором были обновлены и дополнены тематические карты по рыбному хозяйству, ирригации, лесному хозяйству.

Большая часть карт в Атласе 2008 года была составлена в масштабе 1:750 000. Для каждой провинции Вьетнама в Атласе были представлены административная карта, карта населения, карта структуры экономики, карта использования сельскохозяйственных земель, карта земледелия, карта разведения животных, карта лесного хозяйства, карта сети гидрографии и карта развития экономики сельского хозяйства [107].

Карты использования сельскохозяйственных земель были составлены по материалам полевых съемок. На ней отображены четырнадцать видов использования земель.

Шесть видов использования земель, представляющих земли сельскохозяйственного назначения отображены способом качественного фона. К ним относятся земли для выращивания риса, однолетних насаждений, многолетних насаждений, фруктов, для лугового поля и животноводства. Географическая основа карт включает гидрографию, дорожную сеть и административные центры. В качестве дополнительных данных на картах отображена диаграмма структуры использования земель по состоянию на 2008 год и таблица динамики использования сельскохозяйственных земель за период 2005–2008 годы и на перспективу до 2020 года (рисунок 8).

Другие карты были составлены способом картодиаграммы для каждого административного района, представленного на фоне общей карты использования сельскохозяйственных земель (рисунок 9).

IV. SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP

HÀ NỘI

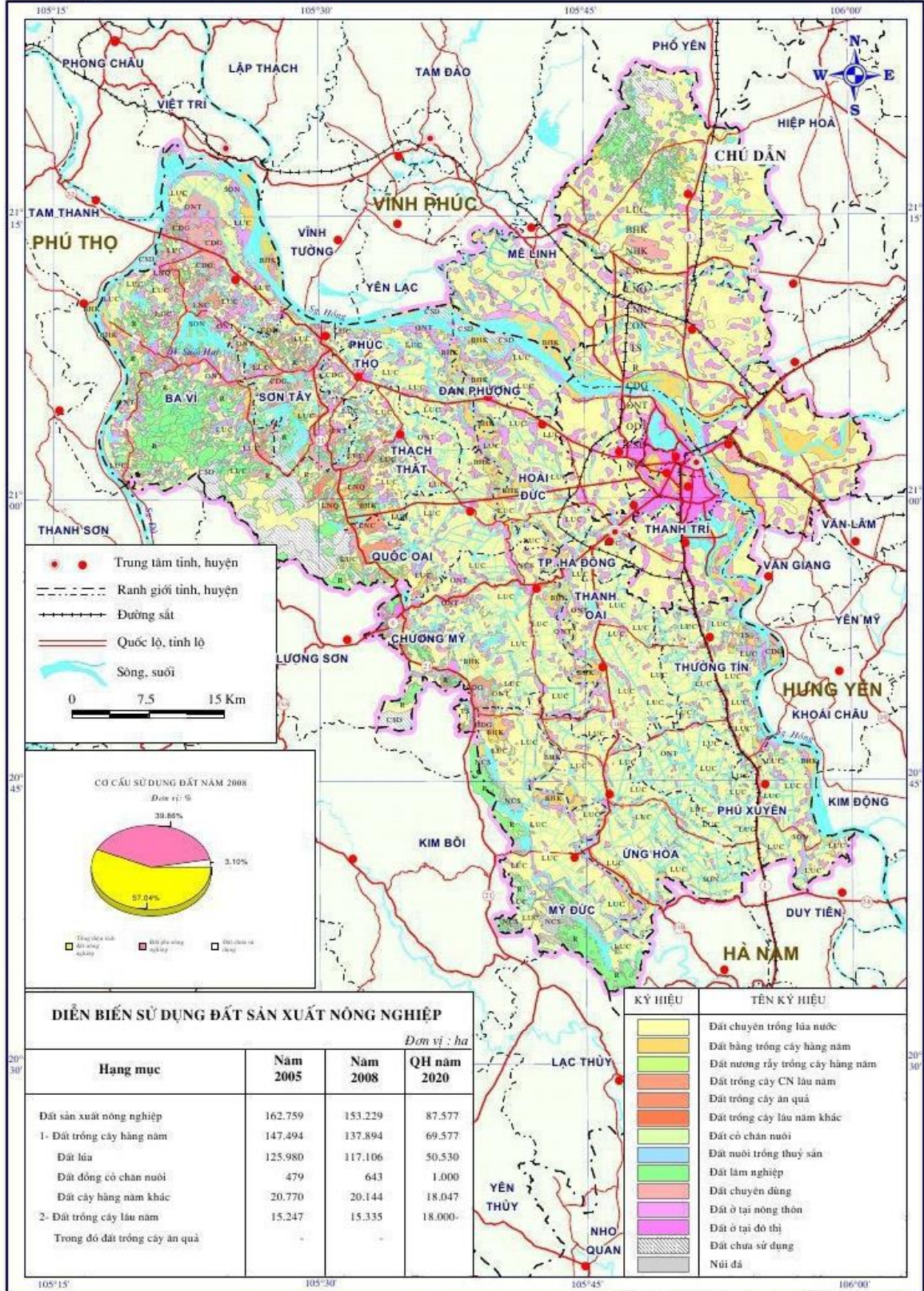


Рисунок 8 – Карта использования сельскохозяйственных земель пригородной территории Ханоя

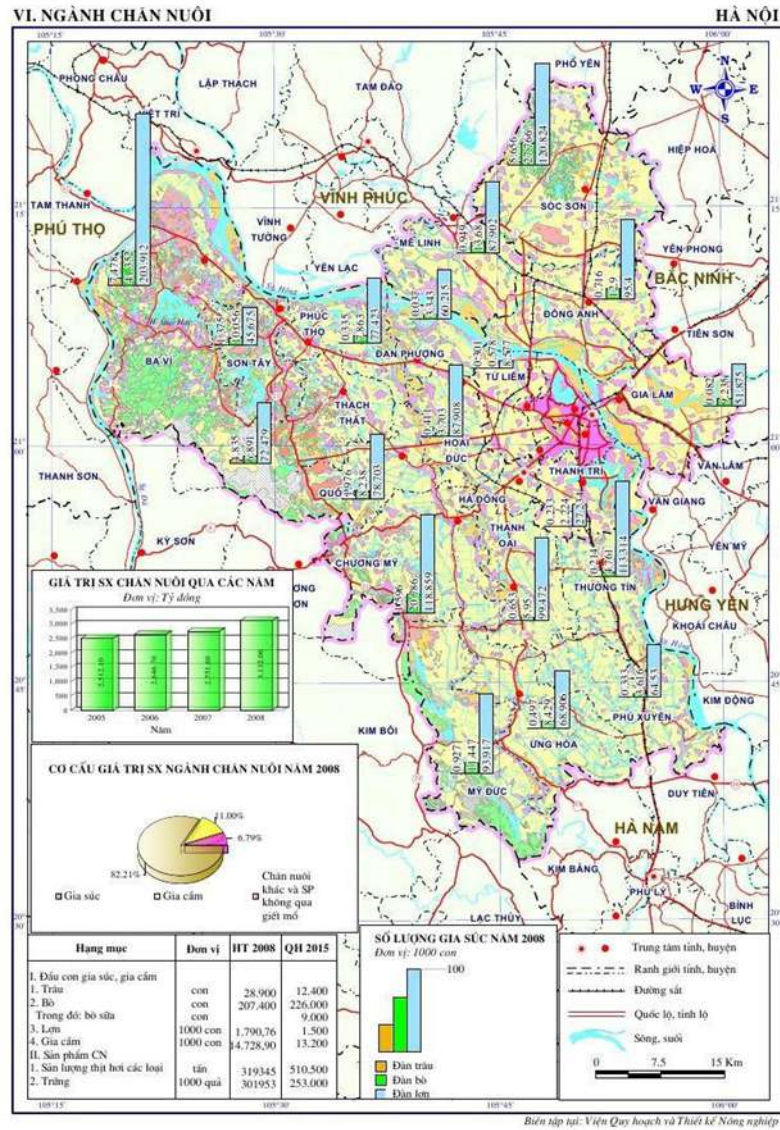


Рисунок 9 – Карта животноводства пригородной территории Ханоя

Анализ сельскохозяйственных карт Вьетнама и изучение опыта их использования показывает, что главным их недостатком является мелкомасштабность, отчего используемые способы отображения объектов и комплексов на этих картах недостаточно характеризуют состояние и особенности сельского хозяйства отдельных районов и территорий, что существенно снижает возможности использования этих карт в целях устойчивого развития сельского хозяйства страны.

В связи с этим во Вьетнаме назрела острая необходимость создания сельскохозяйственные карты в более крупных масштабах для детального и полноценного отображения характеристик и состояния сельского хозяйства районов страны. В наши дни, благодаря интенсивному развитию науки и техники, стало воз-

возможным использовать в этих целях новые технологии, которые позволяют создавать современные картографические произведения с более своевременной, подробной и точной информацией.

2.2 Классификация сельскохозяйственных карт

Для определения сущности, назначения и содержания сельскохозяйственных карт и в целях определения места сельскохозяйственных карт в системе тематической картографии, в первую очередь, необходимо проанализировать само понятие «сельскохозяйственная карта».

Одним из первых российских картографов Никишов М. И. сформулировал следующее определение сельскохозяйственной карты: – «Сельскохозяйственной обычно называют карту, в содержании которой главное значение имеют элементы сельскохозяйственного производства» [34, С. 6–7];

В дальнейшем он расширил свое определение и дал его в следующей редакции – «Сельскохозяйственной обычно называют карту, в которой основное содержание составляют элементы сельскохозяйственного производства, первичной переработки сельскохозяйственного сырья, торговли продуктами сельского хозяйства и их потребления» [36, С. 141–142].

Второе определение представляется более точным и емким, так как автор исходит в нем из самой сущности сельского хозяйства, представляющую собой совокупность всех отраслей сельскохозяйственной деятельности – земледелия, животноводства, отраслей промышленности по переработке сельскохозяйственной продукции. С другой стороны и это определение не лишено недостатков, например, в нем отсутствует характеристика важных для сельского хозяйства природных и социально-экономических условий территорий.

Этого недостаток устранен в определении Чижмакова А. Ф.: – «Карта или атлас сельского хозяйства дает наглядное представление о географическом размещении сельскохозяйственного производства, о природных условиях, показыва-

ет уровень развития и качественное различие отраслей сельского хозяйства» [66, С. 121].

Еще более полное понятие сельскохозяйственной карты сформулировал Юровский Я. И. – «Карта сельскохозяйственная – специальная географическая карта, отображающая размещение, состояние и перспективу сельскохозяйственного производства, а также экономического и организационно-технического условия ведения сельского хозяйства» [71, С. 128].

Проведенный анализ понятий сельскохозяйственной карты показывает, что они в той или иной степени должны одновременно отображать природные условия и ресурсы, население и экономику. Согласно с этим, с позиции классификации Берлянта А. М. нами были сформулирована классификация, в которой сельскохозяйственные карты входят в группу карт общественных явлений и относятся к картам хозяйства. На рисунке 10 показано место сельскохозяйственных карт в системе классификации тематических карт [5].

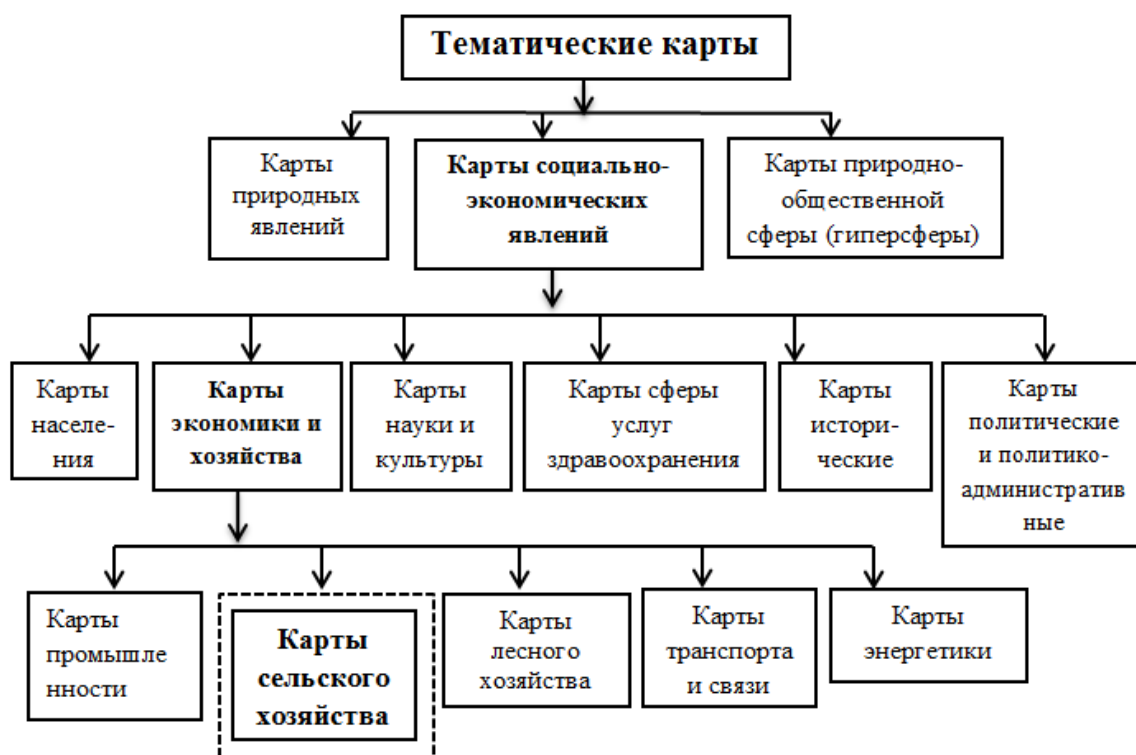


Рисунок 10 – Место сельскохозяйственных карт в системе классификации тематических карт по содержанию (по Берлянту А. М.) [5]

Очевидно, что классификация сельскохозяйственных карт позволяет устанавливать связи между картами разной тематики, характеризует унификацию их названий, структуру серий карт и атласов. Необходимость классификации карт обосновывается тем, что каждому классу и виду карт присущи, кроме общих, специфические принципы и методы составления и оформления, которые обусловлены картографическими явлениями и поставленными задачами [29].

Используемый нами вариант классификации сельскохозяйственных карт разработан Левицким И. Ю., который на основании анализа опыта существующих классификаций представил модель сельскохозяйственного производства, позволяющую выявить роль природных, социально-экономических условий и сельскохозяйственных ресурсов и учесть производительные силы, основные отрасли сельского хозяйства, а также уровень и эффективность интенсификации производства в их взаимодействии [30].

Рассмотрим вариант классификации сельскохозяйственных карт Северного Вьетнама с учетом принципиальных позиции классификации Левицкого И. Ю. (таблица 1).

Предлагаемая нами классификация представляет собой попытку учесть всё современное разнообразие сельскохозяйственных карт, удовлетворяя логическим требованиям последовательности перехода от общего к частному, четкого разграничения видов карт и обеспечения однозначности видов карт с определением их назначения, что позволяет объединить однотипные карты.

В ближайшем будущем, по мере развития науки и технологий в целом, и развития и совершенствования технологий сельскохозяйственного картографирования, в частности, будут появляться все новые и новые типы и виды карт. В связи с этим и классификация карт будет нуждаться в постоянном научном совершенствовании.

Таблица 1 – Классификация сельскохозяйственных карт по содержанию (по Левицкому И. Ю., 1975 год) [34]

1. КАРТЫ ПРИРОДНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	2. КАРТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
<p>А. КАРТЫ ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рельефа 3. Агроклиматические 4. Водных ресурсов 5. Агрочвенные 6. Растительного мира 7. Животного мира 8. Природного районирования для целей сельского хозяйства 9. Агрolandшафтов 	<p>А. КАРТЫ ОБЩЕЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сельскохозяйственного землепользования 2. Сельскохозяйственных трудовых ресурсов 3. Интенсификации сельского хозяйства и ее эффективности 4. Размещения производственных сельскохозяйственных предприятий, сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждений и учебных заведений, ветеринарных пунктов и учреждений 5. Типов сельскохозяйственного производства и сельскохозяйственных районов 6. Производственных и экономических связей
<p>Б. КАРТЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сельского населения 2. Производственных предприятий, обслуживающих сельское хозяйство 3. Транспортных условий 4. Торговли сельскохозяйственной продукцией 5. Обеспечения сельского населения школьными, культурно-бытовыми, медицинскими, торговыми и другими учреждениями 6. Районных планировок 	<p>Б. КАРТЫ ОТРАСЛЕЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА</p> <p><i>а) Земледелия</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Систем земледелия 2. Структуры посевных площадей 3. Сортового районирования 4. Агротехники <p><i>б) Животноводства</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Систем животноводства 2. Размещения животноводческих ферм 3. Типов скота, свиньей, птиц 4. Районирования по породному составу скота

2.3 Способы картографического отображения на сельскохозяйственных картах

Для отображения тематического содержания, явлений и объектов на сельскохозяйственных картах могут применяться все классические способы: изолиний, качественного фона, локализованных значков, ареалов, картограммы, картодиаграммы и др. В то же время, специфика и особенности многих сельскохозяйственных явлений, объектов и комплексов, которые должны быть отображены на сельскохозяйственных картах, не всегда позволяют использовать только стан-

дартные условные знаки. Появляется необходимость выбора особых способов отображения на сельскохозяйственных картах. Для определения возможностей различных способов картографирования сельскохозяйственного производства и осуществления выбора необходимых способов отображения объектов и комплексов на сельскохозяйственных картах, рассмотрим эти способы подробнее.

Способ изолиний представляет собой способ количественной характеристики явлений. Обычно изолинии строят путем интерполяции между точками с абсолютными значениями. Достоинство этого способа заключается в возможности определения величины или интенсивности картографируемого явления в любой точке карты, что улучшает ее читаемость.

Способ изолиний широко применяют на физико-географических картах (гипсометрических, климатических, геофизических и др.). В некоторых случаях применение этого способа возможно и на сельскохозяйственных картах (рисунок 11).

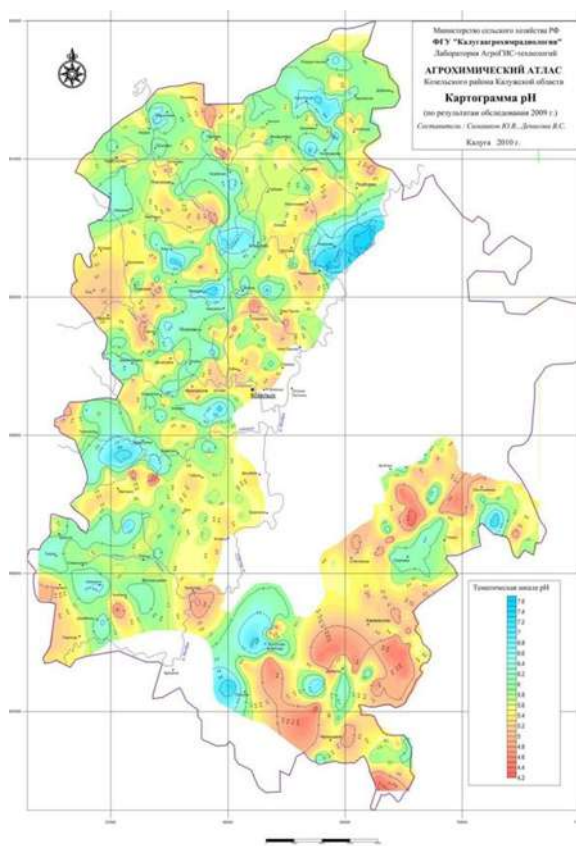


Рисунок 11 – Пример применения способа изолиний на карте распределения pH почвы (Симашков, Денисова 2009 год) [34]

Способ качественного фона самым тесным образом связан с классификационным подразделением территории, ее типологическим районированием и дифференциацией. Этот способ широко используется при составлении сельскохозяйственных карт, например, карт специализации сельского хозяйства, выделения районов разной производственной специализации, размещении сельскохозяйственных угодий и др. (рисунок 12) [2].

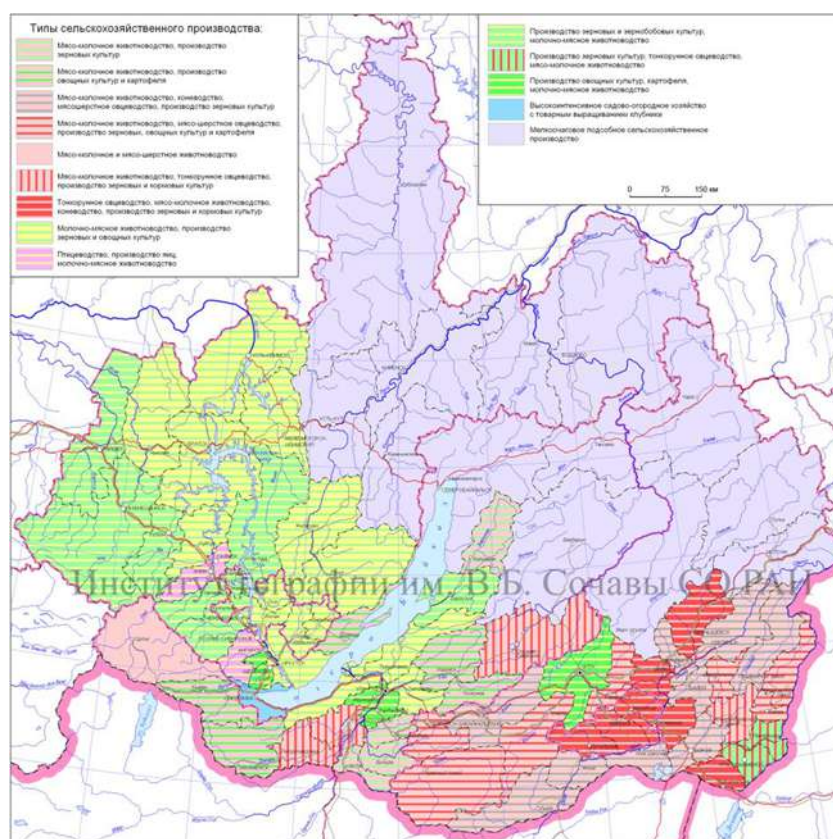


Рисунок 12 – Пример применения способа качественного фона на карте «Типы сельскохозяйственного производства»

В целом, способ качественного фона имеется в виду и широко применяется при следующих операциях сельскохозяйственного картографирования:

- при разработке классификаций изображаемых явлений;

– при подразделении картографируемой территории на качественно однородные участки и их нанесении на сельскохозяйственные карты на основании разработанной классификации;

– при окраске (штриховке) выделов сельскохозяйственных карт установленным цветом (штриховкой), в соответствии с принятой градацией согласно разработанной классификации.

Способ качественного фона нашел наиболее широкое применение при создании сельскохозяйственных карт Северного Вьетнама.

Способ ареалов заключается в выделении и отображении на карте области распространения какого-либо сплошного или рассредоточенного явления [48]. Способ ареалов, иногда называемый способом оконтуренных площадей или замкнутых кривых, применяется для отображения на карте явлений, которые не имеют повсеместного и равномерного распространения по территории (рисунок 13) [1].



Рисунок 13 – Пример применения способа ареалов на карте «Районирование и семеноводство»

Ареалы могут быть абсолютными и относительными. Ареал, который за пределами исследуемого явления не встречается, называется абсолютным, а ареалы наибольшего сосредоточения какого-либо явления называются относительным ареалом (например, ареалы наиболее густых посевов сельскохозяйственных культур).

При отображении различных явлений на картах способом ареалов его границы могут быть четкими и нечеткими в зависимости от характера явлений. При нанесении ареалов на карты используются различные графические приемы: выделение контура ареала сплошной или пунктирной линией, окраска ареала цветом, выделение ареала штриховкой, равномерное размещение в пределах ареала штриховых значков с указанием (или без указания) границ ареала, указание ареала подписью, указание ареала отдельным значком.

Способ ареалов широко применяется на сельскохозяйственных картах, например, на карте распространения какого-либо рода, вида или семейства растений или животных, на карте распространения отдельных сельскохозяйственных культур, на карте районирования сельского хозяйства и т. п. Чаще всего ареалы сочетают с другими способами картографического отображения (с точечным способом, со способом картодиаграмм), или используется в качестве дополнительного условного обозначения.

Точечный способ применяется для показа явлений, которые имеют массовое, но не сплошное распространение, с помощью множества точек, каждая из которых имеет определенный вес, т. е. обозначает число единиц картографируемого явления (рисунок 14) [1].

Точечный способ используется на сельскохозяйственных картах, например, на карте земледелия для показа размещения какой-нибудь культуры, карте размещения сельского населения, карте размещения растениеводства, либо животноводства и т. п. Такие карты хорошо передают реальные особенности картографируемого явления, в частности, его размещение, количество, локализации или концентрации. Величина точки может отображать количество картографируемого явления, а цвет или форма точки – качество картографируемого явления.



Рисунок 14 – Пример применения точечного способа на карте
«Дикие северные олени»

Существуют два вида точечного способа:

- способ равномерных точек, в котором точки располагаются равномерно в пределах картографируемого участка;
- способ локализованных точек, когда точки привязываются к географическому плану.

Точечный способ иногда также применяется при создании сельскохозяйственных карт, в зависимости от назначения и масштаба создаваемой карты, от характеристик картографируемых явлений и от детальности исходных данных.

Способ картограмм представляет собой особые приемы картографического отображения статистических данных. Способ картограмм применяется для показа на картах интенсивности картографируемого явления в пределах единиц территориального деления.

При отображении картографируемых явлений на картах способом картограмм используется исключительно для представления относительных показателей, например, плотности, процента, доли, отношения.

Способ картограмм нередко применяется и при создании сельскохозяйственных карт, например, при создании карт распределения посевных площадей, карт распространения сельскохозяйственных культур или животных и т.п. (рисунок 15) [2].

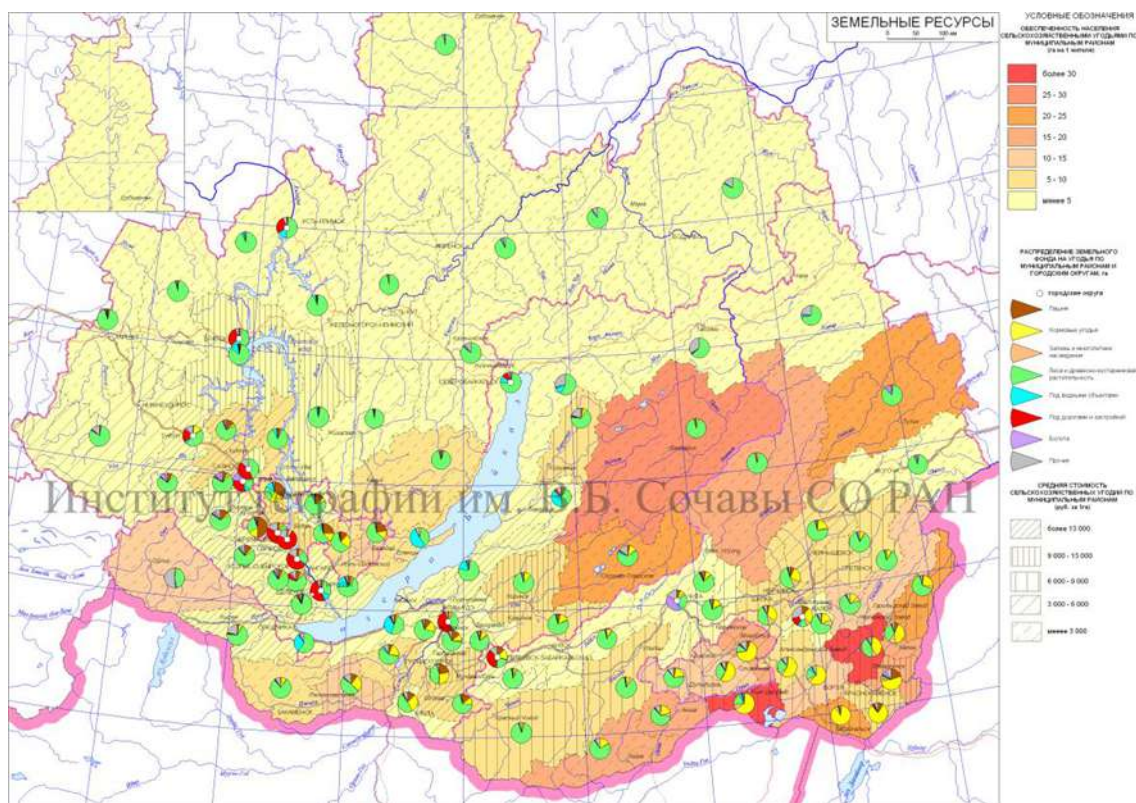


Рисунок 15 – Пример применения способа картограмм на карте
«Земельные ресурсы»

Способа картограмм передает не геопривязанное положение какого-либо объекта, а распространение его относительных показателей в сетке территориальных границ. В связи с этим, чем мельче территориальные ячейки, тем точнее карта, которая составлена по этому способу. Способ картограмм хорошо сочетается с другими способами (точечным способом, способом картодиаграмм). Поэтому, он нередко находит применение при создании сельскохозяйственных карт, в том числе широко использован автором при создании сельскохозяйственных карт Северного Вьетнама.

Способ картодиаграммы. Картодиаграммой называют способ отображения на карте распространения какого-либо картографируемого явления с помощью диаграмм, размещенных внутри единиц территориального деления [48]. Этот способ используется для показа абсолютных статистических показателей, которые получают непосредственно из статистических данных (таблиц, отчетов и пр.) и не требуют проведения никаких дополнительных вычислений.

При составлении сельскохозяйственных карт способом картодиаграммы обычно используют следующие статистические данные:

- статистическая таблица (абсолютный показатель картографируемого явления);
- границы территориального деления (границы административного деления территории), к которым относятся статистические данные.

Способом картодиаграмм отображает размещение и величину того или иного явления диаграммными знаками – столбиками, кругами, квадратами, кубами, шарами, помещенными внутри границ административных единиц (рисунок 16) [2]. При этом каждая диаграмма на карте своей величиной передает суммарное значение картографируемого явления и не привязывается к конкретной точке местности. Благодаря этому способ картодиаграммы позволяют наглядно сравнивать значения абсолютного статистического показателя в различных административных единицах.

Способ картодиаграмм широко используется в сельскохозяйственной картографии, для наглядного отображения различных статистических показателей сельского хозяйства. Этот способ хорошо сочетается со многими другими способами картографического отображения, особенно с ареалами, изолиниями и картограммами. Поэтому он широко применен автором при составлении сельскохозяйственных карт Северного Вьетнама.

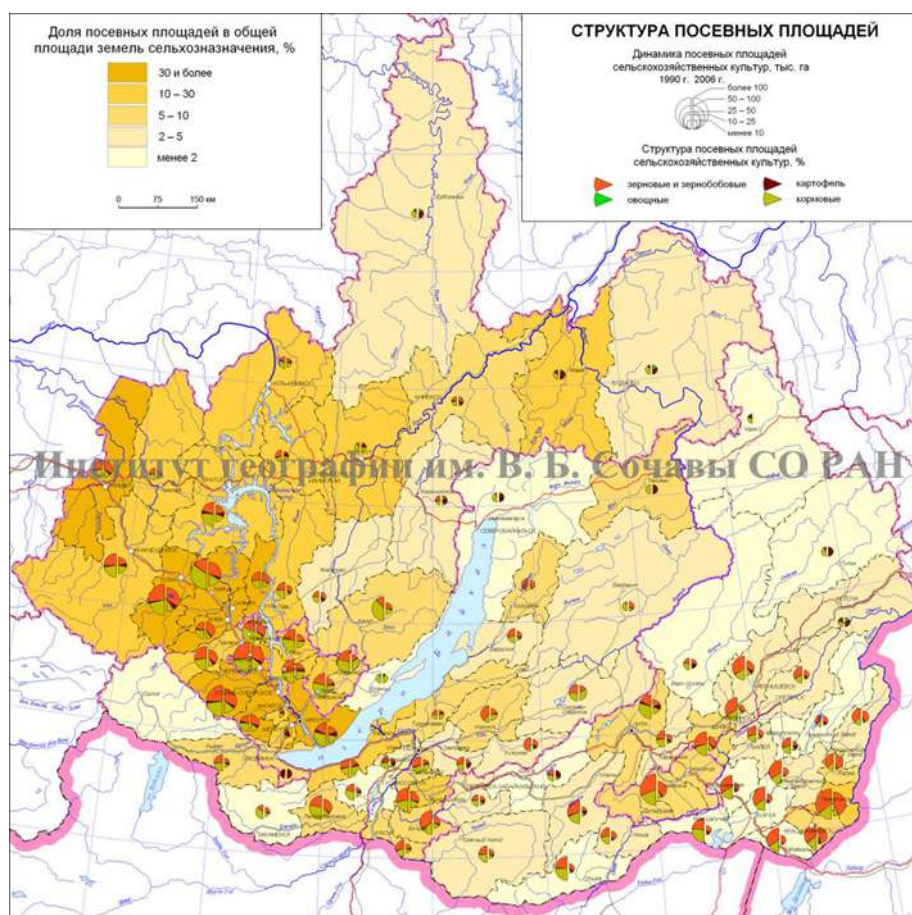


Рисунок 16 – Пример применения способа картодиаграммы на карте «Структура посевных площадей»

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что выбор того или иного способа отображения зависит от особенностей картографируемых явлений, объектов и комплексов, а также от характера их размещения или распространения по территории. Чаще всего на сельскохозяйственных картах показываются комплексы явлений, которые тесно связаны между собой. Для отображения таких явлений на карте необходимо комбинировать или сочетать практически все рассмотренные способы отображения.

Выводы

Изучение истории создания сельскохозяйственных карт России и Вьетнама показало, что в России накоплен богатый опыт теоретических, методических и технологических разработок составления, редактирования и использования сель-

скохозяйственных карт и атласов. Многие проблемы комплексного сельскохозяйственного картографирования были успешно сформулированы и освещены в научных трудах, начиная с 30-годов XX века и до современности. Вьетнам не имеет такой долгой истории развития науки и техники, поэтому вопросы по его сельскохозяйственному картографированию страны еще недостаточно полно разработаны и освещены в исследованиях вьетнамских ученых. Анализ накопленного опыта ранее проведенных работ по сельскохозяйственному картографированию позволяет яснее и глубже понять проблемы, цели, задачи и тенденции развития современных сельскохозяйственных исследований в Северном Вьетнаме.

Очевидна безусловная актуальность скорейшего решения проблем сельскохозяйственного картографирования для становления картографической науки Вьетнама, в целом, а также для развития экономики сельского хозяйства, в частности. Также очевидно, что только современные ГИС-технологии и использование данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса дают возможность автоматизировать создание сельскохозяйственной картографической продукции, добиться ускорения процесса их составления и уменьшения финансовых затрат.

Определение места сельскохозяйственных карт в общей системе тематических карт, позволяет устанавливать тесноту связей между различными хозяйственными отраслями, и конкретизировать их совместные злободневные задачи. Научная классификация уровней сельскохозяйственного картографирования позволяет также определить виды и типы сельскохозяйственных карт, выполнить унификацию их названий, а также установить связи между различными видами и типами карт. Предложенная классификация сельскохозяйственных карт позволяет ранжировать каждый вид и тип карт, выбрать специальные методы их создания и использования. Предложенная автором классификация сельскохозяйственных карт является обоснованием создания новых видов и типов карт, с учетом современных задач сельскохозяйственного производства Вьетнама.

Сельскохозяйственные карты являются особым видом карт, на которых отображаются множество объектов, комплексов и явлений сельскохозяйственной

деятельности и условий их развития. Соответственно, для реального отображения сельскохозяйственных комплексов, объектов и явлений требуется оптимальное сочетание условных обозначений и способов их отображения. Автором предлагается такая система способов отображения, которая в значительной степени основана, с одной стороны, на использовании традиционных способов и знаков, а с другой стороны предполагает сочетания новых способов отображения. Указанная система учитывает специфику сельскохозяйственного производства Вьетнама, многоукладность его организации, периодичность (многократность) сбора урожаев в течение года.

Таким образом, к особенностям комплексного тематического картографирования относят:

- совместное отображение природных, социально-экономических и сельскохозяйственных ресурсов;
- сельскохозяйственные комплексы содержат объекты и условия сельскохозяйственного производства и управления;
- интеграционная функция комплексной сельскохозяйственной карты является ключевой в развитии отраслей сельского хозяйства;
- формирование инвентаризационной составляющей комплексной сельскохозяйственной карты служит источником для создания аналитических сельскохозяйственных карт;
- среднемасштабность комплексной сельскохозяйственной карты позволяет решать задачи планирования, инвентаризации и управления сельскохозяйственной деятельностью.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ И ОБЪЕКТОВ

3.1 Источники для создания сельскохозяйственных карт

Топографические карты. Топографические карты дают представление об окружающем нас мире и позволяют ориентироваться в нем, показывая все видимые элементы местности с одинаковой подробностью. На них отображаются рельеф, гидрография, растительность, почвы и грунты, населенные пункты, дорожная сеть, социально-экономические и другие объекты, что позволяет комплексно оценивать территорию.

В настоящее время территория Вьетнама полностью покрыта крупномасштабными топографическими картами 1:50 000, среднемасштабными топографическими картами (1:100 000–1:250 000) и обзорно-топографическими картами (1:500 000–1:1 000 000) [9, 15].

Цифровые топографические карты появились во Вьетнаме только в начале 90-х годов с началом применения новых геодезических приборов – электронных тахеометров с программным пакетом для обработки измерительных данных. Таким образом, практически все первых цифровых карт были созданы методом тахеометрической съемки [91].

Однако уже с 1996 года, когда в стране была внедрена технология использования данных ДЗЗ, количество составленных цифровых карт резко возросло [91]. Главной особенностью этой технологии является высокая степень автоматизации отдельных процессов, а ее основное достоинство заключается в оперативности и экономической выгоде при создании цифровых карт.

В настоящее время во Вьетнаме все топографические карты масштабов от 1:50 000 до 1:1000 000 оцифрованы и являются незаменимой основой для создания разных тематических карт, в т. ч. сельскохозяйственных карт, на которых

природные, социально-экономические комплексы и объекты относят к обязательным элементам.

Космические снимки. В настоящее время космические технологии в картографии находят самое широкое применение во всем мире. Многие страны используют данные ДЗЗ из космоса для решения многих важных задач в экономической, научной и практической деятельности.

С 1979 года Вьетнам приступил к освоению методов ДЗЗ, и в течение десятилетия (1980–1990 годы) были реализованы и освоены многие исследовательские методики и технологии обработки и использования космических данных для изучения и картографирования территории страны. В первое пятилетие (1990–1995 годы) Вьетнам добился значительных успехов в практическом применении космических технологий в технике, науке и экономике. Развитие технологий ДЗЗ из космоса осуществлялось в основном на базе использования космических съемок, выполненных с зарубежных спутников США, СССР, Франции и др.: метеорологические съемки (NOAA, GMS), оптико-электронные (сканерные) съемки (LANDSAT, SPOT, KFA–100, ADEOS), радиолокационные съемки (RADARSAT, ERS) и др. [82, 83, 98].

Для развития космических технологий и создания базы данных ДЗЗ из космоса в конце 1980 года в Ханое был создан «Государственный Центр дистанционного зондирования земли». Основная задача Центра заключалась в создании и обновлении топографических карт различных масштабов территорий Вьетнама (включая сушу и море). С развитием технологий ДЗЗ из космоса в компетенции Центра были также включены задачи геологического, географического, геоэкологического, экономического картографирования и других видов картографирования [108].

Применение технологий обработки данных ДЗЗ из космоса для исследования и развития сельского хозяйства страны началось только в 2005 году с работ Lam Dao Nguyen и его коллег по теме «Применение радиолокационных данных со спутника ERS2-SAR для мониторинга развития риса» [88–90]. Работы были выполнены на территорию дельты реки Меконг (Южный Вьетнам). Авторы успешно

осуществили исследование зависимости значения NDVI от процесса развития риса в целях создания карт структуры посевов и прогноза урожайности риса.

В последние годы и другие вьетнамские исследователи получили успешные результаты при использовании данных ДЗЗ из космоса и ГИС-технологий для изучения проблем выращивания риса в разных районах страны. Среди этих авторов: Duong Van Kham, Lam Dao Nguyen, Bui Duc Giang, Hoang Thi Phung. Основные снимки, используемые в работах этих авторов, получены со спутников Landsat TM/ETM+, MODIS, SPOT 4,5, Terra SAR-X, ERS2-SAR [78, 83, 88–90].

В целом, космические снимки нередко используются в качестве определения содержания будущей карты. При выборе наиболее оптимальных видов космических снимков для решения конкретных задач учитываются разные их параметры: площадь охвата снимка, пространственное разрешение, временное разрешение, спектральные диапазоны снимка и др.

Кроме основного вида снимков, в зависимости от содержания, тематики, назначения и масштаба создаваемой карты, для получения наиболее полной и достоверной информации об исследуемых объектах и комплексах, могут использоваться дополнительные космические снимки.

Пространственное разрешение исходных снимков имеет большое значение для определения масштаба создаваемой карты. В работах Tobler Waldo (1987 год) и Rajinder Nagi (2010 год) дана формула для определения масштаба создаваемой карты по пространственному разрешению снимка (формула (1)) [106,109]:

$$M = \text{пространственное разрешение} \times 2 \times 1000. \quad (1)$$

Так же в работе по классификатору тематических задач оценки природных ресурсов и окружающей среды, решаемых с использованием материалов дистанционного зондирования Земли (выпуск ООО «Байкальский центр», 2008 г.), приведен анализ требуемых характеристик материалов ДЗЗ из космоса для решения конкретной задачи сельскохозяйственного картографирования. В результате по снимкам с разрешением 30 м можно создать карты масштаба 1:200 000, а по

снимкам с разрешением 15 м можно составлять карты масштаба 1:50 000 (таблица 2) [23].

Таблица 2 – Характеристики тематических задач оценки природных ресурсов и окружающей среды, решаемых с использованием материалов ДЗЗ

Наименование задачи	Тематическая карта (схема)	Картируемые слои	Уровень и масштаб	Разрешение, м
Идентификация и учет площадей посевов сельскохозяйственных культур	Сельскохозяйственных угодий, размещения посевных площадей сельскохозяйственных культур	Сельскохозяйственные угодья, сельскохозяйственные культуры, посевные площади	Основной-200 Детальный-50 Детальный-10	30 5-15 1-4
Определение площадей паров	Размещения посевных площадей	Площади размещения паров	Основной-200 Детальный-50	30 5-15
Определение площади пастбищ	Сельскохозяйственных угодий	Площади пастбищ	Основной-200 Детальный-50 Детальный-10	30 5-15 1-4
Оценка площади уборки урожая сельскохозяйственных культур	Размещения посевных площадей, сельскохозяйственных культур, состояния посевов сельскохозяйственных культур		Основной-200 Детальный-50 Детальный-10	30 5-15 1-4

Таким образом, для создания сельскохозяйственных карт среднего масштаба вполне возможно использовать сканерные космические снимки со спутников LANDSAT (TM, ETM+, OLI). Эти снимки имеют ряд преимуществ: оперативность, детальность, большой охват территории, возможность передачи информации в реальном режиме времени и регулярная повторяемость наблюдений. Кроме того, снимки со спутников LANDSAT доступны на сайте Интернета, а их пространственное разрешение 15 м, 30 м удовлетворяет требованиям для создания сельскохозяйственных карт среднего масштаба. В качестве дополнительных кос-

мических снимков используются снимки со спутника SPOT 5 (2009 год) с разрешением 10 м и снимки со спутника Quickbird (2009 г.) с разрешением 2,5 м.

Данные ДЗЗ становятся незаменимыми для наблюдения за динамикой развития сельскохозяйственных культур, растений и прогнозирования урожайности. Тематическая обработка данных ДЗЗ позволяет совершенствовать управление сельскохозяйственной деятельностью.

Агроклиматические карты. Агроклиматические карты отображают климатические условия в их взаимодействии с объектами и процессами сельскохозяйственного производства. Они характеризуют комплекс агроклиматических ресурсов какой-либо территории, климатические условия произрастания отдельных культур и другие процессы.

Климат и сельское хозяйство тесно связаны между собой, поскольку вегетационный период растений всегда зависит от температуры и влажности воздуха. В зависимости от природных и климатических факторов была составлена карта климатического районирования Вьетнама, которая состоит из семи районов (рисунок 17) [77]. Эти районы отличаются друг от друга сельскохозяйственными и климатическими характеристиками.

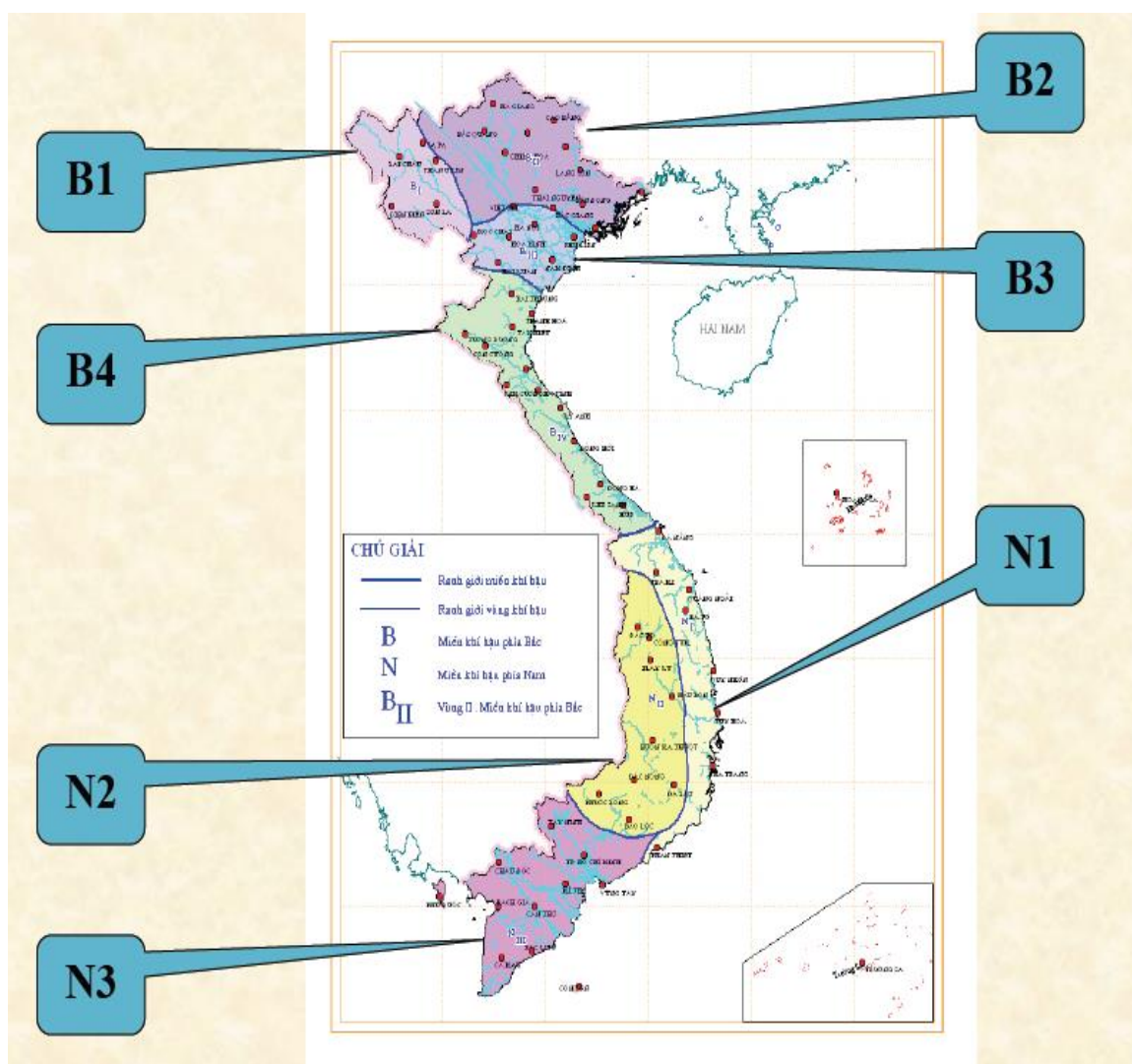


Рисунок 17 – Карта агроклиматического районирования Вьетнама

Район В 1 – «Северо-западный» по географическому положению характеризуется субтропическим климатом, умеренным в горах, с прохладной зимой и теплым летом. Плотность населения района относительно низкая, большинство жителей занимаются лесным хозяйством, у жителей мало опыта работы в сельском хозяйстве. Здесь выращивают, в основном, технические культуры: чай, бетель, арахис, табак, сою. Кроме этих культур в районе выращивают фруктовые деревья и лекарственные растения.

Район В 2 – «Северо-восточный» по географическому положению имеет субтропический климат, а в горах умеренный, с теплым летом и прохладной зимой. В районе выращивают рис на террасах или небольших полях, расположен-

ных в долинах между гор и холмов; эта культура занимает около 80 % продовольственного потенциала района. Район также является крупнейшим чайным производителем страны, а на границе с Китаем выращивают фрукты: сливы, персики, абрикосы, груши, и т. д. В холодный период здесь выращивают зимние овощи, цветы. Особенностью района является круглогодичное производство семян.

Район В 3 – «Дельта Красной реки имеет самую высокую плотность населения в стране. В городах расположены сельскохозяйственные предприятия, которые занимаются пищевой переработкой. В дельте выращивают различные сорта риса (площадь рисовых насаждений в дельте Красной реки составляет 14 % площади риса всей страны). Кроме риса в районе круглый год выращивают различные зерновые и технические культуры, фруктовые деревья и овощи.

Район В 4 – «Центральное побережье», страдающее от летнего восточного муссона в зимний период и жаркого сухого западного ветра (ветер Лаос) летом. При таком географическом положении в районе часто происходят стихийные бедствия – ураганы, наводнения и песчаные бури. Поэтому сельское хозяйство района сосредоточено на специализации многолетних технических культур (кофе, каучук) и однолетних технических культур (арахис, сахарный тростник, табак). Площадь для выращивания риса относительно мала, однако производство риса здесь достаточно, чтобы обеспечить потребности жителей района.

Район N 1 – «Центральный южный», в котором преобладает тропический муссонный климат; время года делится на два сезона – дождливый и сухой. Район имеет суровые погодные условия, часто случаются наводнения, оползни и цунами. В районе есть небольшие, но плодородные равнины, пригодные для выращивания риса. Кроме риса район специализируется на выращивании многолетних (кокос) и однолетних (сахарный тростник, табак) технических культур.

Район N 2 – «Таингуен» граничит с Камбоджой и имеет тропический саванный климат. Здесь выделяется два сезона года – дождливый (с мая до конца октября) и сухой (с ноября по апрель). В зависимости от высоты климат меняется: на плато с высотой 400–500 м климат относительно прохладный и дождливый, а на высоте более 1000 м – прохладно круглый год. В районе сохраняется традици-

онное сельское хозяйство, и действуют совхозы, которые ориентированы на выращивание технических культур: кофе, каучук, чай, шелковица, перец.

Район N 3 – «Дельта реки Меконг», который представляет собой самую обширную и плодородную равнину страны. Для района характерен экваториальный климат с дождливой и жаркой погодой, что создает благоприятные условия для развития продуктивного сельского хозяйства, особенно рисоводства и выращивания других продовольственных культур. В районе производят много качественных сортов риса, а также фруктовые деревья, плоды которых известны в мире (дракон, ананас, манго, грейпфрут, кокос). Хотя площадь риса района занимает только около 20 % площади риса всей страны, однако по объему дает 50 % продукции страны и является самым крупным районом экспорта риса Вьетнама.

Изучение агроклиматических условий страны дает правильное представление о сельскохозяйственных особенностях различных районов. Поэтому агроклиматические карты являются незаменимым источником при создании сельскохозяйственных карт.

Тематические карты растительности. В зависимости от климата и других природных условий страны, на территории Вьетнама произрастают разнообразные типы растительности. Они включают многие виды деревьев (более 1000), посеы риса, зерновых и технических культур, различных кустарников, трав и т. д. На большей части страны растительность обычно вегетирует круглый год, без зимнего перерыва, а в самых засушливых районах развитие ее замедляется на два-три сухих месяца в году [97].

Леса Вьетнама разнообразны, однако в ненарушенном виде встречается только в горных районах. Это, в основном, влажные вечнозеленые тропические леса, а на юге страны, где количество осадков меньше – саванны и редкостойные тропические леса. В нетронутых лесах произрастают различные ценные породы: красное, черное, розовое, железное, эбеновое, коричное дерево, а в нарушенных лесах преобладают вторичные быстрорастущие малоценные породы (бамбуковый лес).

Посевы риса во Вьетнаме располагаются в большинстве своем на равнинах (дельты рек Красной, Меконг и др.), а в горных районах рис выращивается на террасах. В стране имеется много сортов риса, которые различаются условиями произрастания, качеством и урожайностью зерна.

На карте растительности Северного Вьетнама показаны основные типы растительности, которые располагаются по этой территории (рисунок 18).

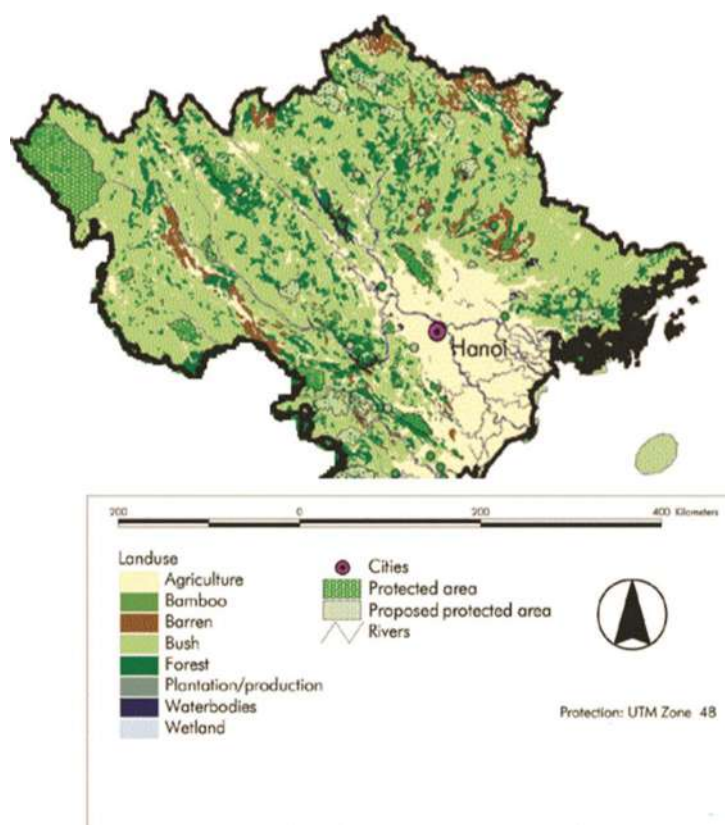


Рисунок 18 – Карта растительности Северного Вьетнама

Карта растительности является одним из источников для создания сельскохозяйственных карт страны. Проведенный анализ этой карты дает первое представление о сельскохозяйственных районах исследуемой территории. Так, эта карта наглядно показывает, что сельское хозяйство Северного Вьетнама развивается, в основном, в центральной и юго-восточной частях, а на территориях, которые граничат с Лаосом, Камбоджой и Китаем преобладает лесное хозяйство.

Статистические материалы. Для создания сельскохозяйственных карт широко используются статистические материалы. Основным источником поступления информации является официальная статистика, состоящая из данных о государственных ресурсах и дающая представление о текущем состоянии отраслей сельского хозяйства страны.

Во Вьетнаме все статистические данные отрасли сельского хозяйства принадлежат Департаменту статистики. Наибольший объем детальной информации могут представить статистические данные по всей стране, по регионам и по провинциям. На этом уровне можно получить первичные отчетные данные по всем направлениям сельского хозяйства.

С 1999 году до настоящего времени все данные Департамента статистики Вьетнама сохраняются в электронном виде и публикуются на своем официальном сайте. Типы статистических данных включают: таблицы, графики и текстовые данные. Они приспособлены для машинной обработки информации и создания тематических и территориальных баз данных [107].

Структура статистических данных отрасли сельского хозяйства представлена на рисунке 19.

При анализе статистических данных сельского хозяйства конкретной территории дается представление о сельскохозяйственном производстве, о росте развития его экономики и о структуре сельскохозяйственной деятельности данной территории. Кроме того, статистические данные дают информацию и показатели для составления базы данных отраслей сельского хозяйства.

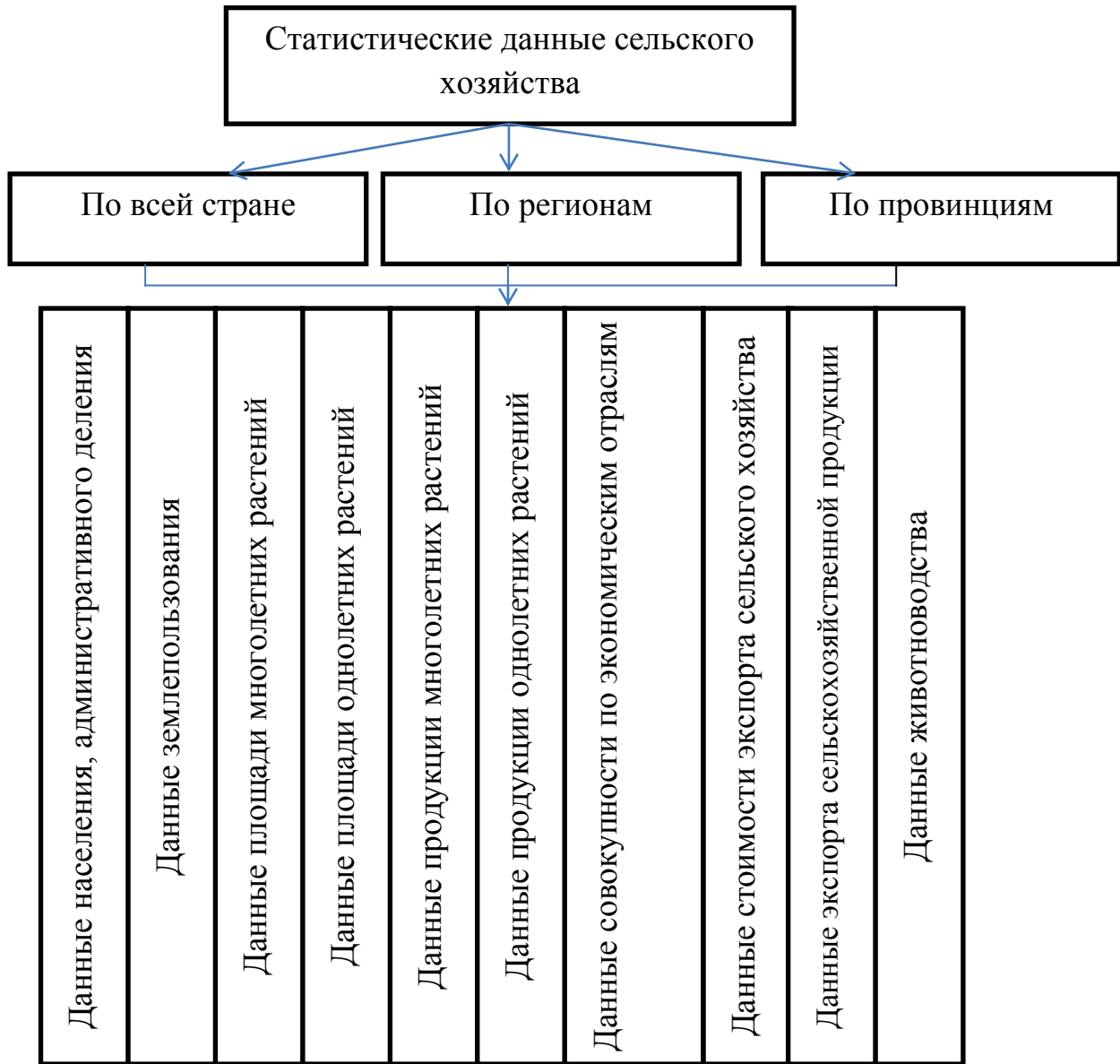


Рисунок 19 – Структура статистических данных отрасли сельского хозяйства

3.2 Технология обработки картографических источников

Ввод исходных данных. Ввод растровых данных представляет собой процедуру преобразования исходных изображений из различных форматов в формат программного обеспечения ENVI для дальнейшей проработки.

Программный комплекс ENVI – один из наиболее эффективных и доступных программных продуктов, обеспечивающих полный цикл обработки данных

дистанционного зондирования Земли, а также их интеграции с данными геоинформационных систем (ГИС) [47].

Обычно данные ДЗЗ в ENVI сохраняются в трех основных форматах:

- формат BSQ (Band Sequential): каналы записываются в последовательности;
- формат BIP (Band Interleaved by Point): пиксели каждого канала записываются в последовательности;
- формат BIL (Band Interleaved by Line): строки каждого канала записываются в последовательности.

Космические снимки со спутников Landsat получены с сайта Геологической службы США (*USGS – United States Geological Survey*). С этого сайта можно свободно загрузить разновременные (с 1973 года до настоящего времени) цифровые космические снимки со спутников Landsat в формате TIF [39]:

- Landsat 1 – 5 MSS;
- Landsat 4-5 TM;
- Landsat 7 ETM+ SLC on 1999-2003;
- Landsat 7 ETM+ SLC off (2003-present);
- Landsat 8 OLI/TIRS.

Данные со спутников Landsat 1-5 сенсора MSS (Multispectral Scanner) имеют четыре спектральных канала (диапазон от 0,45 до 1,1 мкм) и пространственное разрешение 60 м. Данные со спутников Landsat 4-5 сенсора TM (Thematic Mapper) имеют семь спектральных каналов, в т.ч. 6 каналов в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне (от 0,45 до 2,35 мкм) с пространственным разрешением 30 м и один канал в тепловом диапазоне (10,4–12,5 мкм) с пространственным разрешением 60 м. Данные со спутника Landsat 7 сенсора ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) кроме семи каналов, как на Landsat 4-5 TM, еще имеют один панхроматический диапазон (0,52–0,90 мкм) с пространственным разрешением 15 м. Данные со спутника Landsat 8 имеют два сенсора: OLI (Operational LandImager) с девятью каналами (1-9) и TIRS (Thermal Infrared Sensor) с двумя каналами (11-12). Особенность сенсора OLI заключается в том, что он снимает три ближних инфра-

красных канала (диапазон 0,845–2,3 мкм), кроме этого сенсор OLI имеет два особенных канала под названиями «Побережья и аэрозоли» (диапазон 0,433–0,453 мкм) и «Перистые облака» (диапазон от 1,360 до 1,390 мкм) для исследования береговых линий, загрязнения воздуха и облаков [87].

Ввод векторных и атрибутивных данных представляет собой процесс преобразования векторной информации и пополнения атрибутивных баз данных в формат программного обеспечения Mapinfo Professional и ArcGIS Desktop для дальнейшей редакционной работы. Эти программные обеспечения поддерживают формат *.tab (tab-файл) и файла *.shp (шейп-файл).

MapInfo Professional – географическая информационная система, предназначенная для сбора, хранения, отображения, редактирования и анализа пространственных данных. Первая версия ГИС MapInfo Professional была разработана в 1987 году компанией MapInfo Corporation и стала одной из самых популярных ГИС в мире. В России благодаря простоте освоения, богатым функциональным возможностям и разумной стоимости MapInfo Professional стала самой массовой геоинформационной системой [45].

ArcGIS представляет собой комплексную систему, которая позволяет собирать, анализировать, управлять, организовывать, распределять и обмениваться географической информацией. Являясь мировым лидером среди многих программ, она применяется для построения и использования ГИС. Программа ArcGIS нашла широкое распространение у специалистов всего мира в сфере применения географических знаний в практической сфере государственного управления, бизнеса, науки, образования и др. [50].

Современные ГИС-технологии обладают широкими возможностями анализа и переработки данных ДЗЗ из космоса, что позволяет с успехом применять их как незаменимые инструменты при решении самых разных задач во многих отраслях науки и техники [85].

Привязка исходных данных и их оценка. Сущность привязки исходных данных заключается в преобразовании изображений или векторных данных в проекцию создаваемой карты и устранении геометрических ошибок.

С 2001 года во Вьетнаме было принято решение по использованию единой системы географических координат VN-2000 при составлении картографических произведений на территории страны. Система координат VN-2000 – вьетнамская система географических координат, которая была разработана в 2000 году на основе эллипсоида WGS-84 для построения геодезических сетей всех классов, создания топографических, кадастровых, политико-административных и других тематических карт основного масштабного ряда на территории Вьетнама. Система VN-2000 имеет следующие основные характеристики [9, 15]:

- эллипсоид: Международный эллипсоид WGS-84;
- проекция: универсальная поперечная цилиндрическая проекция Меркатора (UTM – Universal Transverse Mercator);
- система координат: местная – начало системы координат – пункт N00 находится в Институте кадастра в Ханое.

Исходные векторные данные – цифровые топографические карты исследуемой территории масштаба 1:100 000. Эти данные были привязаны к системе координат VN-2000. Космические снимки со спутников были получены в системе координат UTM WGS-84, что вызвало дополнительную необходимость их привязки к топографическим картам

Технологическая схема выполнения геопривязки представлена на рисунке 20.

Оценка привязки исходных данных представляет собой среднюю квадратическую ошибку (СКО) при привязке изображения к карте. В зависимости от разрешения исходных снимков эта СКО будет различна и определяется по формуле (2) [65, 76, 85].

$$\text{СКО} \leq 0.1 \times \text{разрешение снимка.} \quad (2)$$

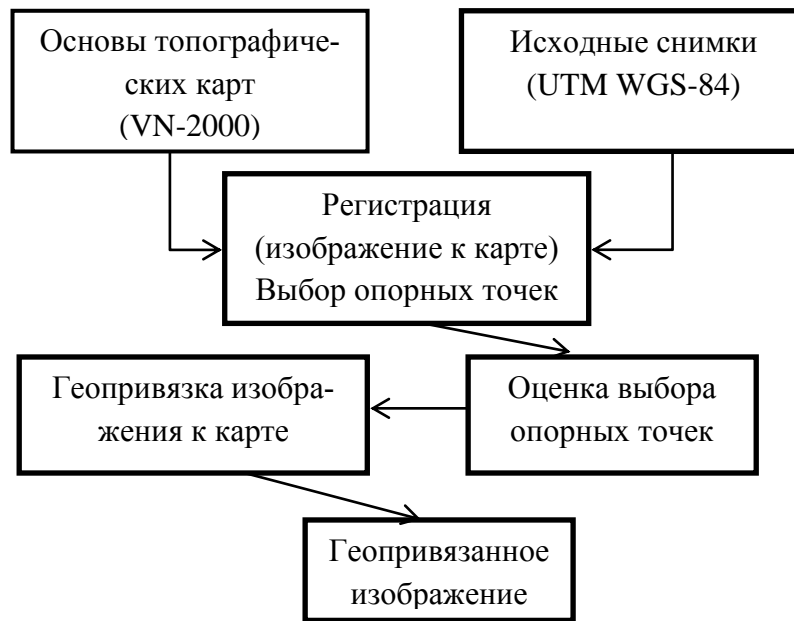


Рисунок 20 – Схема выполнения геопривязки космических снимков

Тематическая обработка космических снимков. Тематическая обработка космических снимков – это комплекс операций со снимками, который позволяет извлечь из них информацию, представляющую интерес с точки зрения решений различных тематических задач.

Суть тематической обработки данных ДЗЗ из космоса при создании сельскохозяйственных карт заключается в дешифрировании сельскохозяйственных комплексов и объектов на космических снимках и выделении по ним контуров для их нанесения на различные сельскохозяйственные карты.

Технологическая схема выполнения тематической обработки космических снимков представляет собой последовательность процесса обработки снимков (рисунок 21).

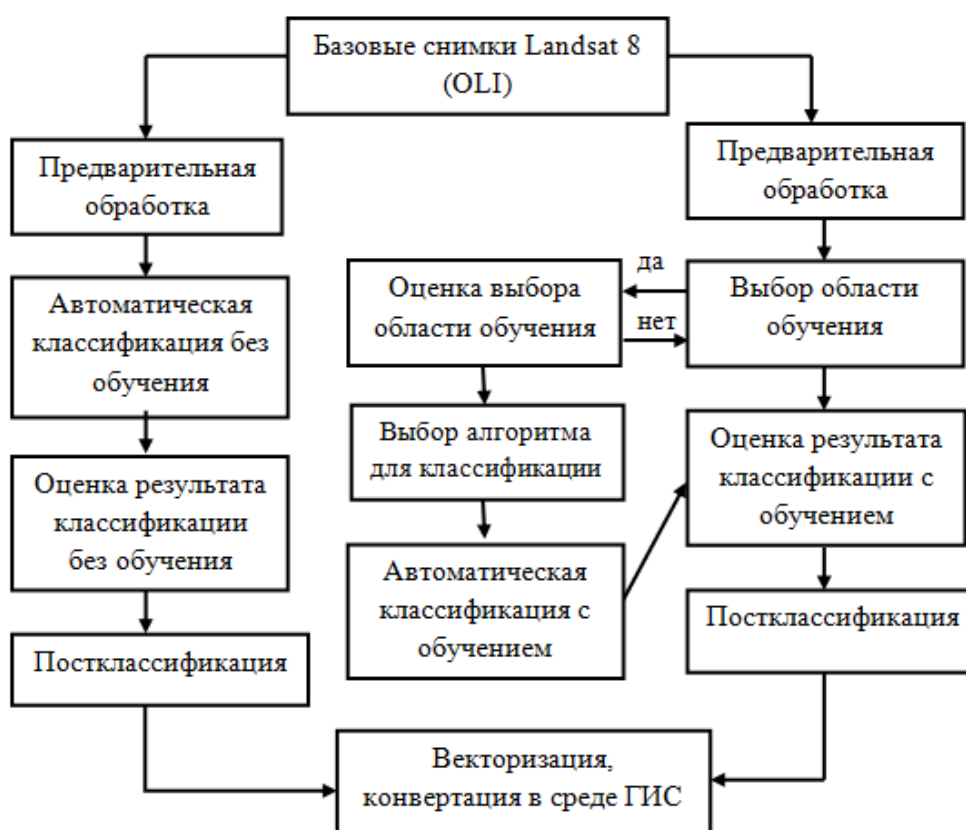


Рисунок 21 – Технологическая схема выполнения автоматической классификации космических снимков

Этапы предварительной обработки космических снимков включают:

- устранение полостной ошибки космических снимков Landsat 7 ETM+;
- выполнение атмосферной коррекции космических снимков;
- проведение геометрической коррекции;
- улучшение качества снимков.

В мае 2003 года на борту спутника Landsat 7 вышел из строя прибор корректора линий сканирования SLC (Scan Line Corrector). Задача этого прибора в системе Landsat 7 – компенсация продольного сканирования спутника таким образом, чтобы итоговые полосы сканирования были расположены параллельно друг другу и перпендикулярно направлению движения спутника. Без использования этого прибора получаются разорванные изображения, причем некоторые полосы оказываются пропущенными, а некоторые снятыми дважды. По этой при-

чине поздние снимки со спутника Landsat 7 ETM+ содержат бракованные участки в виде черных полос [87].

Для устранения описанной полосатости группа специалистов Геологической службы США (USGS) разработала продукцию Gap-fill, предназначенную для заполнения участков, не имеющих изображения, соответствующими участками, полученными с других витков Landsat 7 ETM+. Эту продукцию поддерживают современные ГИС-программы и программы для обработки данных ДЗЗ из космоса (ENVI, ERDAS IMAGINE, ARCGIS и др.) [87].

Атмосферная коррекция является важным этапом при численном анализе способностей отражения солнечного излучения объектов на поверхности Земли [13, 37]. Сущность этого этапа заключается в устранении влияния атмосферы на поверхность Земли.

В работе Шовенгердта Р. А. (2010 год) перечислены методы атмосферной коррекции многозональных космических снимков различных авторов в хронологическом порядке. Эти методы, в большинстве случаев, дают оценку параметров атмосферы по данным самого снимка, а некоторые из методов основаны на преобразовании нормализованного относительного индекса растительности NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (таблица 3) [66].

В связи с развитием технологий обработки данных ДЗЗ в настоящее время на основе математических моделей разработано много программ для выполнения автоматической атмосферной коррекции данных ДЗЗ. Основные из них приведены в работе Шовенгердта Р. А. (2010 год) (таблица 4) [66].

Программа FLAASH работает как инструмент программного комплекса ENVI, она поддерживает алгоритмы автоматической атмосферной коррекции гиперспектральных и мультиспектральных данных ДЗЗ, полученных с любого сенсора спутников: Landsat (MSS/TM/ETM+/OLI), SPOT (4/5/6), MODIS, QuickBird, AVIRIS, HYPERION, ASIA и др. К исходным параметрам снимка для атмосферной коррекции относят: тип сенсора, координаты центра снимка, высоту солнца, время съемки, дату съемки, пространственное разрешение, зенитный угол, азимутный угол и др. [47, 66, 85].

Таблица 3 – Методы атмосферной коррекции многозональных данных ДЗЗ из космоса

Съемочная система	Метод	Источник
MSS	Межканальная регрессия	Potter и Mendolowitz, 1975
MSS	Спектральная ковариация во всех каналах	Switzer и др., 1981
MSS	Межканальная регрессия	Potter, 1984
AVHRR	Итерационная оценка	Singh и Cracknell, 1986
MSS, TM	ВТО с экспоненциальной моделью рассеивания	Chaves, 1988
TM	ВТО с экспоненциальной моделью рассеивания, измерение исходящего атмосферного излучения	Chaves, 1989
TM	Параметр «дымка» преобразования типа «колпак с кисточкой»	Lavreau, 1991
AVHRR	ВТО, вегетационный индекс NDVI, AVHRR, канал 3	Holben и др., 1992
TMS, Landsat, TM	Наземные и авиационные измерения параметров солнечного излучения, моделирование атмосферы	Wrigley и др., 1992
TM	Сравнение десяти ВТО и различных вариантов моделирования атмосферы с полевыми наблюдениями	Moran и др., 1992
TM	Темная мишень, моделирование	Teillet и Fedosejevs, 1995
TM, все каналы	Моделирование атмосферы, сопоставление гистограмм областей	Richter, 1996a; Richter, 1996b
TM	ВТО с оценкой коэффициента пропускания атмосферы	Chavez, 1996
TM	Темная мишень, моделирование атмосферы	Ouaidrari и Vermote, 1999
TM, ETM+	Эмпирический метод, коррекция по одному объекту, наземные измерения	Moran и др., 2001
TM	Водоемы, сравнение семи методов для 12 дат	Hadjimitsis и др., 2004
AVHRR	2-канальное преобразование к главным компонентам, используемое для разделения аэрозольных составляющих	Salama и др., 2004

Таблица 4 – Программы для выполнения автоматической атмосферной коррекции данных ДЗЗ

Название программы	Источник	Примечания
ACORN (Atmospheric CORrection Now)	Miller, 2002	Основана на MODTRAN-4
ATCOR (Atmospheric CORrection)	Richter и Schlapfer, 2002	ERDAS Imagine
ATREM (Atmospheric REMoval)	Gao и др., 1993	–
FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes)	Adler-Golden и др., 1999 Matthew и др., 2000	RSI ENVI
HATCH (High-accuracy Atmospheric Correction for Hyperspectral data)	Goetz и др., 2003; Qu и др., 2003	Улучшенная программа ATREM
Tafkaa	Montes и др., 2003	Основана на ATREM

Геометрическая коррекция предназначена для устранения искажений на изображении, чтобы получить более точную информацию из исходных снимков. Существует много причин появления геометрических искажений объектов на космических снимках. Основными из них являются кривизна поверхности Земли (искажение формы объектов, искажение масштаба), неровности рельефа, вращение Земли, движения космического аппарата и др. В настоящее время процесс выполнения геометрической коррекции снимков автоматически проводят ГИС-программы (ArcGIS), а также при помощи программного обеспечения для обработки данных ДЗЗ из космоса (ENVI).

Следующий этап предварительной обработки данных ДЗЗ – улучшение качества космических снимков – применяется для повышения качества результатов дешифрирования и анализа снимков. На этом этапе получают: улучшение визуального восприятия и улучшение пространственного разрешения снимков (слияние изображений).

Улучшение визуального восприятия снимков представляет собой алгоритмы изменения яркости или контраста космических снимков и способы синтезиро-

вания цветных изображений. В современное время часто используют два алгоритма – контрастного растяжения и нелинейного квантования.

Алгоритм контрастного растяжения представляет собой локальное преобразование исходных снимков при использовании ряда параметрических законов. Алгоритм основан на расширении всего яркостного диапазона изображения, что зрительно эффективнее выражается в повышении контраста. По определенному закону гистограмма изображений преобразуется, и в результате она будет состоять из отдельных пиков, огибающая которых соответствует определенному закону распределения яркости изображений [85].

В программном комплексе ENVI, а также в других программных продуктах для обработки данных ДЗЗ (ArcGIS) поддерживаются наиболее часто используемые методы контрастного растяжения: гауссово растяжение, линеаризация (линейное растяжение) и эквализация [47, 50].

Способ синтезирования цветных изображений является самым популярным способом улучшения визуального восприятия многозональных космических снимков. Суть способа заключается в составлении комбинаций из трех различных каналов для получения цветного изображения, которое лучше отображает объекты путем показа их естественного цвета или ложного цвета [84].

Слияние изображений – процедура улучшения пространственного разрешения космических снимков путем сочетания канала панхроматического диапазона с высоким пространственным разрешением и мультиспектрального диапазона (синий, зеленый, красный, ближний инфракрасный и др. диапазоны) с более низким пространственным разрешением. В результате получается цветной, синтезированный, улучшенный снимок, который содержит несколько каналов с пространственным разрешением панхроматического диапазона. Такой результат облегчает визуальное дешифрирование, а также автоматическое дешифрирование объектов на снимках. Он также дает возможность создать карты более крупного масштаба. Например, при увеличении пространственного разрешения космического снимка со спутника Landsat 7 ETM+ с 30 м на 15 м по панхроматическому

диапазону, то по полученным снимкам можно создать карты масштаба 1:50 000 и мельче [20].

Существует несколько методов для слияния изображений [47]:

- методы с использованием прямого и обратного преобразования цветовых пространств RGB-HIS;
- методы с использованием главных компонент изображений (РСА);
- арифметические методы (преобразование Brovey);
- статистические методы (резкое слияние).

Следующим этапом тематической обработки космических снимков является автоматическая классификация; она предназначена для замены процесса визуального анализа снимка автоматизированной процедурой. По способу автоматическая классификация делится на два типа: классификация без обучения и с обучением.

Автоматическая классификация космических снимков – вид классификации по статистическим данным, которые основаны на значении яркости отражательной способности объектов на снимке. Исполнитель должен определить количество классов и задания ряда ограничивающих параметров – минимальное количество пикселей в классе, максимальное число итераций, порог сходимости классов [47]. По этим параметрам программа автоматически классифицирует снимок на классы. Результат автоматической классификации требуется отредактировать, поскольку на снимке есть группы объектов, имеющие близкие по значению яркости; эти объекты попадают в один класс, который нужно разделить. Так же на снимке есть неоднородный объект (из-за условий освещения), который может попасть в разные классы, тогда эти классы должны объединяться.

Существуют два алгоритма проведения автоматической классификации – алгоритмы ISODATA и K-means.

Алгоритм ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Techniques – итерационная самоорганизующаяся методика анализа данных) является одним из наиболее популярных, часто используемых методов неконтролируемой классификации космических снимков. Алгоритм основан на разнице между средними зна-

чениями кластеров изображений (минимальном спектральном расстоянии между центральными классами). Для получения этого значения, в первую очередь, рассчитываются статистические характеристики распределения яркости снимка по каждой зоне спектра: максимальное, минимальное, среднее значения и стандартное отклонение. Затем пространство равномерно разбивается на области и определяется среднее значение кластеров в центре каждой области. Далее проводится первая итерация кластеризации: по значениям яркости всех пикселей рассчитывается спектральное расстояние до средних значений, по принципу минимального расстояния каждый пиксел попадает в определенный кластер. После первой итерации по полученным результатам рассчитываются новые средние значения яркостей. Далее по новым средним значениям проводится вторая итерация, и уточняются границы кластеров. Процесс проведения итерации не остановится, пока все пиксели не попадут в какой-либо кластер. Порог сходимости классов обычно задается в пределах от 95 до 99 % всех пикселей, минимальное количество пикселей в классе можно задавать по другим данным (площадь исследуемой территории, визуальное распознавание снимков, ведомственные данные и территориальные), максимальное число итераций можно задавать по опыту исполнителя [31-33, 40, 74, 76].

Алгоритм K-means относится к неконтролируемой классификации, его целью является группировка количества пикселей в predetermined количество кластеров по принципу минимального расстояния. Алгоритм K-means подобен алгоритму ISODATA, главное отличие этих алгоритмов заключается в том, что при инициализации по алгоритму ISODATA происходит распределение пикселей, а по алгоритму K-means происходит распределение значения математических ожиданий [40, 47].

Автоматическая классификация космических снимков с обучением (или контролируемая классификация) представляет собой процесс распознавания объектов (или комплексов) на снимке при использовании обучающих эталонов. Чтобы проводить классификацию, исполнитель сначала должен «обучить» компьютер распознавать объект на снимке. Для этого исполнитель создает на снимке об-

ласти для обучения (регион интереса или эталон – Region Of Interest (ROI)), а компьютер по этим эталонам автоматически дешифрирует снимок.

Выбор эталонов – важный процесс при выполнении автоматической классификации, поскольку результат классификации зависит от выбора этих эталонов (насколько качественно были выбраны эталоны, настолько точно будет получен результат). Обучающие полигоны необходимо создавать в разных пространствах снимка, чтобы включить в обучение различные спектральные вариации классов. Количественные характеристики обучающих полигонов определяются количеством пикселей для каждого класса, которые находятся в пределах от $10 N$ до $100 N$ пикселей (N – число каналов) [85].

Имеется множество критериев для выбора эталонов (по данным полевого обследования, по синтезам мультиспектральных диапазонов, по значениям яркости объектов, по отношению изображений (Band ratios), по принципу главных компонент (Principal Components – PCA)); каждый из критериев имеет свою особенность [84]. Поэтому самый оптимальный способ выбора эталонов – сочетание критериев. Технология выполнения обучающих выборок показана на рисунке 22.

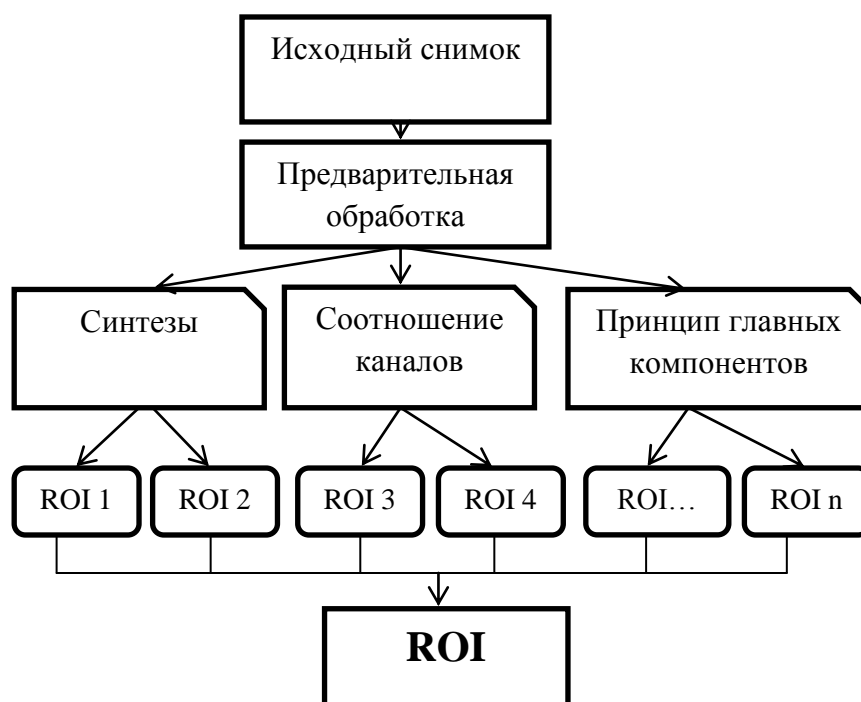


Рисунок 22 – Технология выбора области для обучения

Из шести каналов многозональных космических снимков со спутника Landsat 7ETM+ (канал 1–5, 7) и из шести каналов многозональных космических снимков со спутника Landsat8 OLI (канал 2–7) можно составить множество комбинаций (синтезов), каждая из них имеет свое преимущество при распознавании объектов по снимкам. По опыту многих авторов, при изучении растительности (леса, сельскохозяйственных культур) необходимо использовать комбинации синтеза, называемые «синтез сельского хозяйства» (каналы 5-4-1 по Landsat TM/ETM+, 6-5-2 по Landsat OLI), и «синтез анализа растительности» (каналы 5-4-3 по Landsat TM/ETM+, 6-5-4 по Landsat OLI) [85, 91, 92]. В качестве дополнительного синтеза используются комбинации 3-2-1 (Landsat TM/ETM+) и 4-3-2 (Landsat OLI) [100].

Соотносительное преобразование цифровых космических снимков представляет собой соотношение между каналами мультиспектральных (многозональных) снимков. Эти соотношения могут быть применены для уменьшения эффектов окружающей среды, а также предоставляют уникальную информацию и тонкие спектральные отражения или цветовые различия между поверхностными материалами, которые часто трудно обнаружить в стандартном изображении (изображение в отдельных каналах). Соотношение каналов также полезно для различия почвы и растительности [79].

Количество соотношений определяется по количеству каналов с помощью принципа перестановки, например, для снимков Landsat TM/ETM+/OLI из шести каналов можно составлять 30 соотношений (15 – оригинальных и 15 взаимных соотношений). Из множества соотношений каналов для изучения растительности, сельскохозяйственных культур и комплексов выбираются только B3/B2, B5/B7, B7/B2 (где B – канал) [41, 42].

Принцип главных компонентов используется для анализа цифровых космических снимков путем исключения избыточности, существующей в данных. В результате получается многоканальный растр, где количество каналов в растре равно количеству компонентов. В нашей работе для изучения сельскохозяйственных культур и комплексов в качестве входных данных выбираются каналы 2, 3, 4, 5, 7 (для Landsat TM/ETM+) и каналы 3, 4, 5, 6, 7 (для Landsat 8 OLI), так как эти ка-

налы имеют спектральные отражательные способности, подходящие к исследованию сельского хозяйства по снимкам. Полученный растр состоит из пяти компонентов, которые наиболее эффективно отражают сельскохозяйственные комплексы и объекты [59, 60, 99].

Прежде чем проводить автоматическую классификацию по выбранным эталонам, необходимо провести оценку качества эталонов. Имеются два метода оценки качества эталонов классификации: построение спектральных кривых по обучающим эталонам и вычисление делимости между различными эталонами.

Построение спектральных кривых по обучающим эталонам служит для целей сравнения отражательной способности объектов по эталонам. Если у объектов имеются различные природные характеристики, то их спектральные кривые должны быть различными. Также у объектов, имеющих близкие природные характеристики, их спектральные кривые похожи или даже совпадают друг с другом. Для создания спектральных кривых по обучающим эталонам входными данными являются статистические выходные данные файла обучения [13,25,27]. В нем содержатся следующие значения: максимальное, минимальное, среднее и отклонение от него. Обычно спектральные кривые строят по средним значениям [47].

Делимость обучающих эталонов основана на оценке статистического расстояния между эталонами. Делимость представляет собой евклидово расстояние – спектральное расстояние между векторами обучающих выборов по среднему значению [56, 57]. Расстояние между двумя классами имеет значение в пределах от 0 до 2, если оно находится в пределах не менее 1,9, то эти два класса имеют хорошую делимость; если в пределах от 1 до 1,9, то имеют среднюю делимость; если в пределах от 0 до 1, то имеют плохую делимость. Когда у двух классов появляется плохая делимость, то необходимо объединить эти классы в один, либо выбрать другие обучающие области для этих классов. А когда у них есть средняя или хорошая делимости, то можно проводить автоматическую классификацию [85].

Следующий шаг – выбор алгоритмов автоматической классификации с обучением. В настоящее время существует много алгоритмов для проведения контролируемой классификации [18, 24, 47, 56, 57]:

- алгоритм максимального правдоподобия (Maximum Likelihood Classification);
- алгоритм минимального расстояния (Minimum Distance Classification);
- алгоритм параллелепипедов (Parallelepiped Classification);
- алгоритм расстояния Махаланобиса (Mahalanobis Distance Classification).

Выбор наиболее оптимального, подходящего алгоритма из множества алгоритмов имеет значение при выполнении автоматической классификации. Он является решающим фактором при оценке точности полученного результата классификации.

Результат анализа алгоритмов классификации дает вывод, что для классификации конкретных комплексов (объектов) выбирается определенный алгоритм. При классификации растительности (леса, сельскохозяйственных культур), которая имеет очень близкие значения по своей отражательной способности, алгоритм максимального правдоподобия дает самый лучший результат [85,104].

Алгоритм классификации максимального правдоподобия основан на статистическом подходе. Он рассчитывает вероятность, с которой данный пиксел принадлежит к какому-либо классу. При вычислении вероятности пиксела на снимке учитывается значение его яркости и значение яркости окружающих его пикселей. Каждый пиксел относится к одному определенному классу, к которому он принадлежит с наибольшей вероятностью.

Для оценки результата автоматической классификации используются разные способы. Самые распространенные способы оценки достоверности результата классификации – полевые и камеральные. Полевые способы оцениваются путем сопоставления данных полевого обследования с результатом классификации. Данные полевых работ представляют собой ключевые участки (или точки) на местности, выполненные с использованием GPS/ГЛОНАСС-приборов. Эти данные были координированы и геопривязаны. Сопоставление данных полевого об-

следования и результатов автоматической классификации космических снимков с помощью программного обеспечения (ГИС-программ) дает представление о достоверности результата классификации.

Камеральные способы оценки достоверности результата классификации заключаются в визуальной оценке и вычислении ошибок классификации с использованием программного обеспечения.

Визуальная оценка достоверности результатов классификации зависит от знаний и опыта исполнителя, а также от результата анализа различных картографических данных и данных ДЗЗ из космоса более высокого разрешения.

Работа выполнена на примере пригородной территории расположенной города Ханой. В качестве картографической основы использовались карты сельскохозяйственного землепользования (2008 год), а в качестве информационных источников – космические снимки со спутника SPOT 5 (2009 год), с разрешением 10 м и со Quickbird (2009 год), с разрешением 50 см. По этим снимкам хорошо дешифрируются изучаемые объекты, однако их существенный недостаток заключался в том, что эти снимки в значительной степени устарели, так как за период 2009–2015 годы на исследуемой территории произошло много изменений. Поэтому использованные методы оценки достоверности результата автоматической классификации требуют дополнительной верификации.

Вычисление ошибок классификации с помощью программного обеспечения основано на составлении матрицы ошибок по полученным результатам классификации. Исходными данными для составления матрицы ошибок являются обучающие эталоны (которые были раньше оценены) и полученные результаты классификации. Матрица ошибок представляет собой таблицу, вдоль диагонали которой отображается количество корректно определенных пикселей, а вне диагонали – количество пикселей, попавших в ошибочные классы [85].

При выполнении работы необходимо использовать разные методы оценки достоверности результатов классификации и до тех пор, пока не получится удовлетворительный результат, к следующему этапу переходить нельзя.

Постклассификационная обработка (или картографическая генерализация классифицированных данных) предназначена для обобщения качественных и количественных показателей изображаемых объектов, основана на выборке, выделении, принципах и нормах отбора главных характерных черт объектов. Картографическая генерализация – процедура удаления шума и улучшения качества результатов классификации, которая включает в себя функции фильтрации, сглаживания и генерализации.

– фильтрация – процесс удаления отдельных пикселей или шумов из классифицированных выходных изображений;

– сглаживание – процесс позволяет сглаживать шероховатости границ классов и объединять их в одно целое. В результате повышается пространственная когерентность классифицированных выходных изображений;

– генерализация – процесс удаления небольших полигонов из классифицированных выходных изображений. По масштабу создаваемой карты определяется допустимый размер объектов на карте. Полигоны, размер которых не превышает допустимый, будут удалены и переклассифицированы путем отнесения их к ближайшему классу.

В программе ENVI реализован ряд функций для постклассификационной обработки, представляет собой полный цикл картографической генерализации изображений, включают в себя функции: Majority/Minority Analysis (большинство/меньшинство анализ), Clump Classes (слипание классов), Sieve Classes (отсеивание классов), Overlay Classes (совмещение классов), Combine Classes (объединение классов) [47].

Инструменты постклассификационной обработки также реализованы в программе ArcGIS (Arcmap), с помощью программного расширения Image Analysis можно провести полный цикл картографической генерализации [50].

После процедуры картографической генерализации выполняется векторизация выходных изображений. На этом этапе результат после генерализации будет экспортирован в векторный формат (shape file) с помощью программ ENVI или ArcGIS для следующей обработки в среде ГИС (в ГИС-программах).

3.3 Технологическая схема создания сельскохозяйственных карт

Методика создания комплексных электронных сельскохозяйственных карт с использованием данных ДЗЗ из космоса и ГИС-технологий включает в себя следующие традиционные этапы [18, 38, 60]:

- подготовительный этап;
- этап полевых работ;
- составительские работы и издание карты.

На подготовительном этапе создания комплексной электронной сельскохозяйственной карты проводится проектирование карты, в которое входят: составление программы карты, формулировка назначения карты, сбор и анализ исходных данных, используемых для создания сельскохозяйственных карт.

Далее проводится подготовка к геоинформационному картографированию, которая включает в себя выбор программного обеспечения для выполнения камеральных работ в создании карты, выбор математической основы (масштаб, проекция, компоновка) создаваемой карты.

Обобщенная технологическая схема подготовительного этапа при создании комплексной сельскохозяйственной карты представлена на рисунке 23.

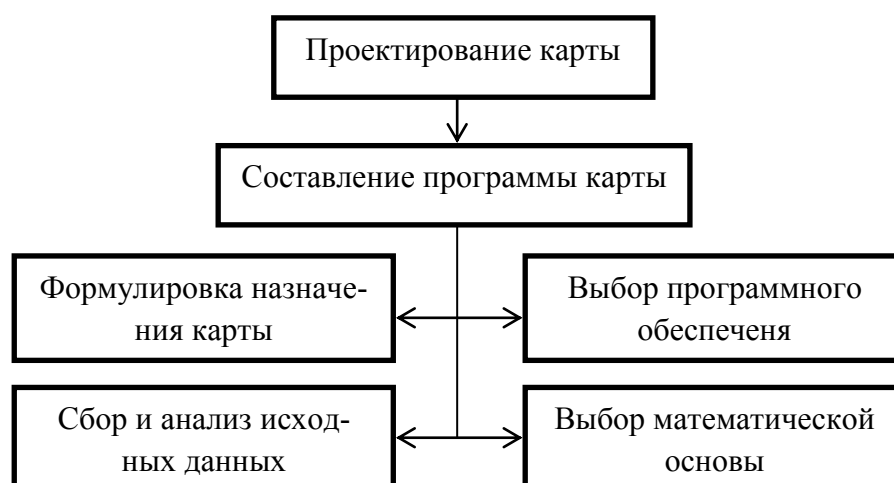


Рисунок 23 – Технологическая схема создания комплексной электронной сельскохозяйственной карты на подготовительном этапе

На этапе полевых работ проводится координирование, заполнение журнала полевого обследования, фотографирование объектов на местности, привязка результатов полевого обследования к карте (рисунок 24).

*а)**б)**в)*

Рисунок 24 – Примеры фотофиксации различных сельскохозяйственных полей на пригородной территории Ханоя (фото автора):

а) – рисовое поле; *б)* – цветочное поле; *в)* – кукуруза и овощи

Координирование объектов на местности представляет собой метод получения географических координат в выбранной системе координат при использовании GPS/ГЛОНАСС-приборов. В работе при координировании объектов на местности был использован GPS-прибор Garmin eTrex Legend HCx, имеющий точность от 3 до 5 м при хороших погодных условиях, что соответствует точности используемой топографической основы масштаба 1:100 000. При этом выбрана система координат VN-2000, которая встроена в набор систем координат прибора.

В полевом журнале отмечалась следующая информация:

- номер точек;
- дата;
- состояние поля;
- координаты точки съятия;
- номер фотографии в поле;
- описание объекта.

Для выполнения привязки данных полевого обследования к карте, полевой журнал преобразовывался в электронный вид с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2010. Таблица данных заполнялась в том же порядке, как и в полевом журнале. Далее с использованием программного обеспечения MapInfo Professional 12.5 таблица данных загружалась в компьютер, затем по координатам точек в таблице создавались точки на карте (в системе координат VN-2000). Полученный результат имел собственный формат программы MapInfo Professional (*.tab). Для удобства сопоставления полевых данных с другими данными полученный результат конвертировался в формат шейп-файла (*.shp), который открывается во всех ГИС-программах. В программе MapInfo Professional 12.5 реализован инструмент FME Quick Translator (Универсальная конвертация), который можно использовать для конвертации различных векторных форматов (*.tab, *.dxf, *.dwg, *.dng) в виде шейп-файла [49].

Технологическая схема выполнения этапа полевых работ для создания комплексной сельскохозяйственной карты представлена на рисунке 25.

Составительский этап включает в себя полный комплекс работ по составлению карты, который осуществляется с использованием ГИС-программ. Работа выполнялась в ГИС MapInfo Professional 12.5 и ArcGIS 10.1. Технологическая схема выполнения этапа составительских работ представлена на рисунке 25.

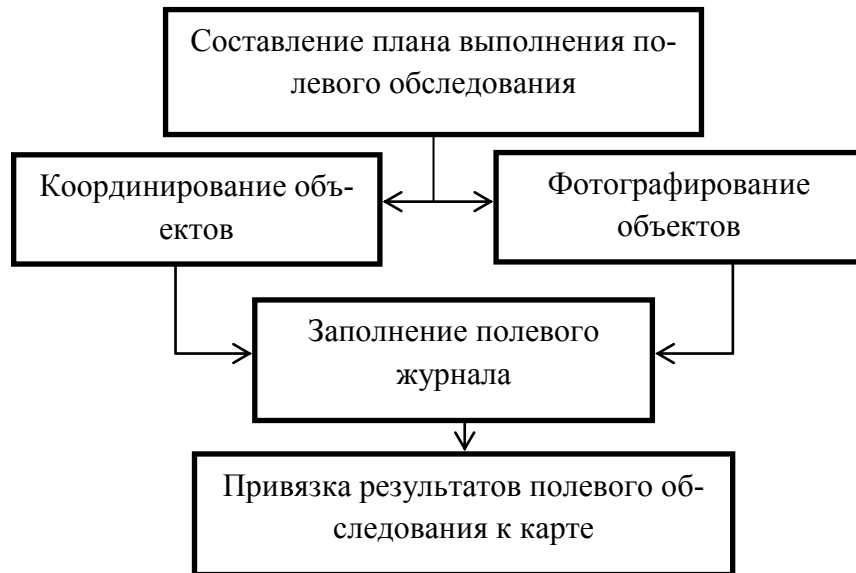


Рисунок 25 – Технологическая схема создания комплексной электронной сельскохозяйственной карты на этапе полевых работ

Составительский этап включает в себя полный комплекс работ по составлению карты, который осуществляется ГИС-программами. Работа выполнялась в ГИС MapInfo Professional 12.5 и ArcGIS 10.1. Технологическая схема выполнения этапа составительских работ представлена на рисунке 26.

Цифровая топографическая карта Вьетнама создавалась с использованием программы Microstation, представляет собой комплексный файл графического формата (*.dgn), содержащего все географические элементы. В нашем случае для ее использования необходимо конвертировать в формат шейп-файл (*.shp) для дальнейшей обработки. Для этого была использована программа Mapinfo Professional 12.5 с помощью инструмента FME Quick Translator, при конвертации все графические и атрибутивные данные топографической карты сохранены.

При формировании легенды географических объектов и комплексов используется стандартизованная библиотека условных обозначений, применяемая при создании топографических карт масштаба 1:100 000. А при формировании легенды тематического содержания используется библиотека условных обозначений ESRI, которая реализована в программе ArcGIS 10.1 [50].

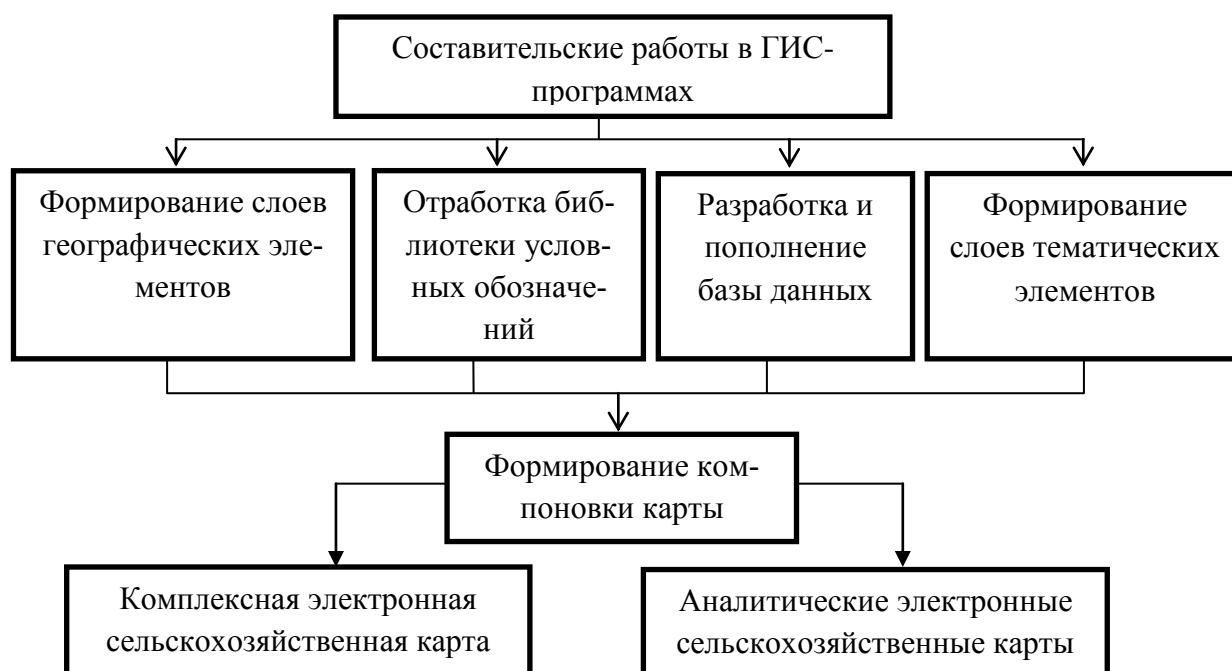


Рисунок 26 – Технологическая схема выполнения этапа составительских работ

Содержание комплексной электронной сельскохозяйственной карты

Разработка содержания комплексной электронной сельскохозяйственной карты представляет собой важнейший процесс при создании карты.

Содержание карты представляет собой структуру векторных слоев создаваемой карты. Комплексная электронная сельскохозяйственная карта состоит из двух групп слоев: географических и тематических. Тематические слои комплексной сельскохозяйственной карты являются главным элементом, включающим три большие группы комплексов и объектов: сельскохозяйственные комплексы, производственные экономические показатели сельского хозяйства и сельскохозяйственные инфраструктуры (рисунок 27).



Рисунок 27 – Содержание тематических элементов комплексной сельскохозяйственной карты

Сельскохозяйственная деятельность тесно связана с географической средой, и логически вполне обосновано ее отображение на сельскохозяйственных картах. Непосредственно составление любых сельскохозяйственных карт начинается с создания географической основы для обеспечения требуемой точности простран-

ственной локализации элементов карт, а также для ориентирования и выявления особенностей размещения картографируемых объектов и комплексов [4, 8, 26]. При этом можно выявить связи между картографируемыми комплексами и объектами с географической средой. В связи с этим географические основы сельскохозяйственных карт включают в себя следующие элементы: гидрографию, населенные пункты, дорожную сеть, административные границы.

В соответствии с технологией создания комплексной сельскохозяйственной карты с использованием данных ДЗЗ из космоса некоторые общегеографические элементы получены по результатам автоматической классификации космических снимков (растительность, гидрография, населенные пункты, промышленные комплексы). Эти элементы будут использованы в создаваемой карте как вновь обновляемая информация топографической карты исследуемой территории. А те элементы, которые не могут быть получены из данных ДЗЗ из космоса (из-за недостатка космических снимков), будут получены из результатов конвертации элементов топографической карты.

Группы тематических элементов, используемые для создания комплексной сельскохозяйственной карты, получены из различных данных. Так, сельскохозяйственные комплексы являются основными результатами автоматической классификации космических снимков, а информация о сельскохозяйственной инфраструктуре получена в результате анализа отраслевых и ведомственных данных (рисунок 27).

Создание базы данных комплексной электронной сельскохозяйственной карты

Одними из главных этапов создания комплексной электронной сельскохозяйственной карты, выполняемой в ГИС-программе, являются разработка и пополнение базы данных. База данных комплексной электронной сельскохозяйственной карты включает в себя систему слоев, каждый из которых содержит таблицу с геопространственными и атрибутивными данными. Семантики слоев комплексной сельскохозяйственной карты представлены в таблице 4.

Таблице 4 – Семантики слоев комплексной сельскохозяйственной карты

Наименование слоя	Информационные характеристики
Растительность	Имя слоя, собственное название, местоположение, координаты, площадь, состояние
Гидрография	Имя слоя, собственное название, местоположение, координаты, длина, ширина, площадь, состояние
Рельеф	Имя слоя, имя объекта, местоположение, абсолютная высота, происхождение, характер породы
Населенные пункты	Имя слоя, имя объекта, собственное название, координаты, площадь, количество населения, состояние
Дорожная сеть	Имя слоя, имя объекта, тип объекта, собственное название, местоположение, длина, ширина, состояние
Границы	Имя слоя, имя объекта, территориальные единицы, длина
Сельскохозяйственные угодья	Имя слоя, имя объекта, собственное название, местоположение, координаты, площадь, состояние
Объекты сельскохозяйственной инфраструктуры	Имя слоя, имя объекта, собственное название, местоположение, координаты, назначение, состояние
Животноводство	Имя слоя, имя объекта, время, количество животноводческих ферм, количество скота

Геопространственные данные представляют собой информацию, которая идентифицирует географическое положение и свойства объектов на местности. Атрибутивные данные включают в себя идентификатор объекта, любую описательную информацию базы данных, изображение и др. [6, 45].

При анализе этих данных появляется возможность создавать новые аналитические сельскохозяйственные карты.

Выводы

В настоящее время с развитием ГИС-технологий и данных ДЗЗ из космоса повышается возможность создания картографических произведений, в том числе сельскохозяйственных карт. Источники, используемые при создании сельскохо-

зяйственных карт, включают: топографические карты, космические снимки, карты растительности и статистические данные. Из них космические снимки и топографические карты играют главную роль в получении информации о сельскохозяйственных комплексах, природных и социально-экономических комплексах и объектах. Другие источники играют дополнительную роль в установлении связей между комплексами, объектами и явлениями, отображаемыми на сельскохозяйственных картах.

Обработка картографических источников является важным этапом создания сельскохозяйственных карт, которая заключается в преобразовании исходных данных в цифровом виде, в единой системе координат и выполнении тематической обработки космических снимков для дальнейшей обработки. Процесс тематической обработки космических снимков предназначен для получения информации о сельскохозяйственной деятельности исследуемой территории по космическим снимкам путем их дешифрирования. В современное время автоматизация постепенно заменяет традиционные виды деятельности, в связи с этим в диссертационной работе использованы два способа автоматического тематического дешифрирования (или автоматической классификации) космических снимков: классификация без обучения и с обучением. Комплексное дешифрирование космических снимков (визуальное и автоматическое) дает оптимальный результат, который служит главным элементом в составлении сельскохозяйственных карт.

Технологическая схема создания сельскохозяйственных карт представляет собой полный цикл создания карт и заключается в последовательных этапах работы: подготовительный этап, этап полевых работ, этап составительских работ и издания карт. Большое внимание уделяется этапу составительских работ, где необходимо разработать содержание и базу данных создаваемых карт. Содержание сельскохозяйственных карт представляет совокупность векторных слоев, отображаемых сельскохозяйственных комплексов, объектов и важных условий для развития сельского хозяйства территории. Семантическая база данных сельскохозяйственных карт может быть применена в управлении деятельностью сельского хозяйства исследуемой территории.

4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КАРТ СЕВЕРНОГО ВЬЕТНАМА

4.1 Характеристика природных, социально-экономических условий и сельскохозяйственной структуры пригородной территории Ханоя

Изучение природной, социально-экономической и сельскохозяйственной характеристики пригородной территории Ханоя Социалистической Республики Вьетнам дает четкое представление о состоянии сельскохозяйственных ресурсов, что позволяет в дальнейшем сформулировать основные аспекты о природных, социально-экономических и, в целом о сельском хозяйстве в целях устойчивого развития территории.

Пригородная территория г. Ханой расположена в центре Северного Вьетнама в северо-западной части дельты Красной реки, между $20^{\circ}53'$ и $21^{\circ}23'$ северной широты и $105^{\circ}44'$ до $106^{\circ}02'$ восточной долготы, а ее площадь составляет $3344,7 \text{ км}^2$. Три четверти этой территории занимает дельтовая равнина Красной реки и частично других рек со средними высотами меньше 50 м над уровнем моря, и только четверть территории, принадлежащая районам Шокшон, Бави, Куокоай и Мидык занята горами и предгорьями. Невысокие горы расположены по окраинам исследуемой территории, а их максимальные высоты принадлежат вершинам Бави (1281 м), Зазэ (707 м), Хамлон (462 м) и Тхиенчу (378 м). [96].

На пригородной территории Ханоя распространены несколько типов почвенных разностей. На плоской низменной дельтовой равнине в пределах пойм и низких террас развиты азональные аллювиальные почвы, которые отличаются высоким плодородием и пригодны для выращивания поливного риса. В то же время некоторые низменные участки заболочены и там распространены болотные почвы. В прибрежных районах почвы местами засолены. В предгорьях и низких

горах развиты мощные латеритные почвы (желтоземы, красноземы), которые весьма благоприятны для развития лесного хозяйства и плодоводства [92, 96].

Основу гидрографической системы региона образуют бассейны Красной реки, ее правого притока – реки Тхайбинь и других крупных рек: Даи, Дуонг, Ка-ло, Кау. Территорию также дренирует густая сеть больших и малых каналов и искусственных проток: Ньюиз, Толич, Кимнгу, Лы и др. с общим объемом стока достигающим 2 590 м³/с. На территории также расположено около 200 больших и малых, природных и искусственных озер, которые вместе с речными системами обеспечивают орошение сельскохозяйственных угодий. Изобилие и постоянное наличие воды является важнейшим фактором высокой урожайности сельскохозяйственной продукции исследуемой территории. Кроме того, разветвленная сеть русел, проток и рукавов отлагает множество наносов и формирует плодородные аллювиальные равнины, благоприятные для развития земледелия. Кроме этого, гидрографическая система интенсивно используется как транспортная артерия для сообщения между отдельными районами обширного региона [92, 96] (рисунок 28).

Агрохозяйственные условия пригородной зоны Ханоя также определяются ее субэкваториальным муссонным климатом с наличием жаркого и влажного сезона (апрель-ноябрь) со средней температурой воздуха около 30° С и прохладного сухого сезона (декабрь-март) со средней температурой воздуха 16° С [77].

Город Ханой по количеству населения занимает в стране второе место в стране после Хошимина. По статистическим данным 2009 года, население Ханоя составляло 6 448 837 чел. или десятую часть населения страны. Плотность населения в этом районе достигает почти 2000 чел. / км², но заселенность весьма неравномерна – если в центре города плотность населения достигает 3500 чел. / км², то на окраинах района плотность меньше 1000 чел. / км². Всего по статистическим данным 2009 года, 41,1 % населения проживает в городах, а 58,9 % в сельской местности [52].

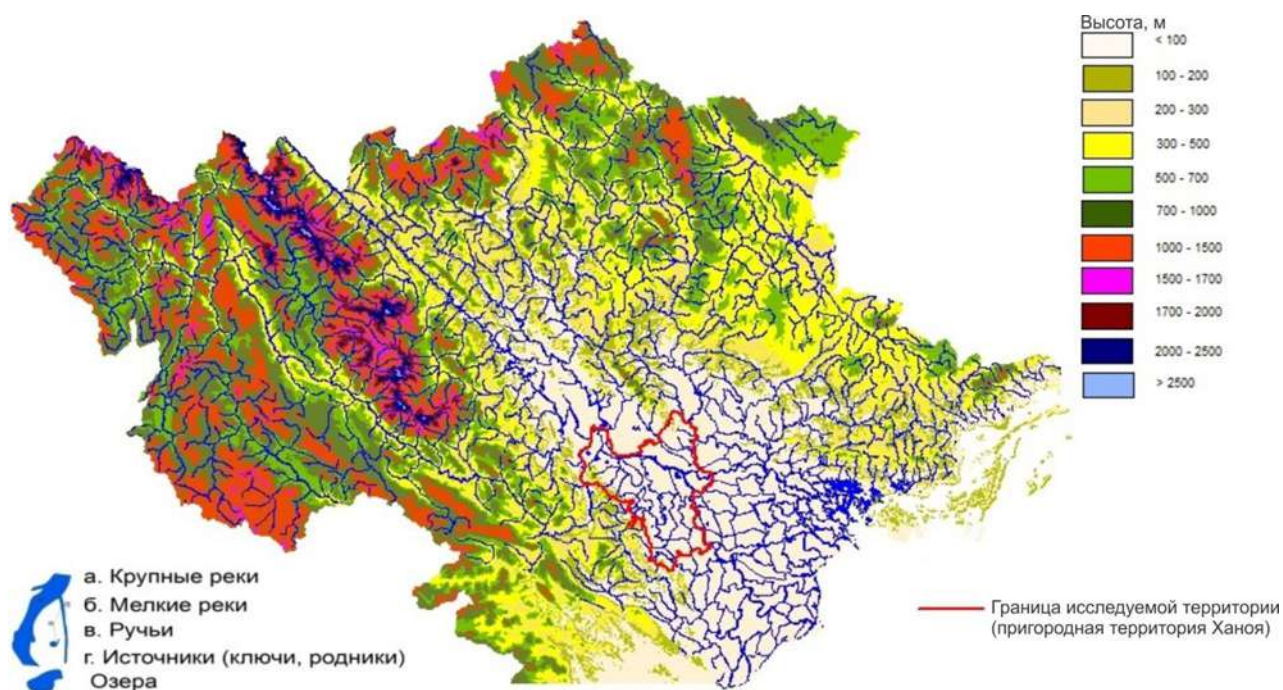


Рисунок 28 – Географическое положение исследуемой территории северной части Вьетнама

Анализ приведенной на рисунке 29 карты позволяет сделать вывод, что юго-восточную часть территории занимает равнинная местность благоприятная для выращивания риса. На остальных территориях преобладает предгорный и горный рельеф, и большинство населения занимается другими видами сельского хозяйства. С другой стороны из-за частых наводнений вдоль восточного побережья ограничено использование современной сельскохозяйственной техники, что значительно уменьшает урожайность на территориях береговых провинций (рисунок 27).

Важными особенностями пригородной территории является географическое положение, благоприятные природные условия для развития сельского хозяйства и большое количество населения, занимающееся сельским хозяйством. Здесь сосредоточены все виды сельскохозяйственного производства и большое количество обрабатывающих сельскохозяйственных предприятий. В связи с этим, пригородная территория стала центром интенсивного развития сельского хозяйства и средоточием торговли на сельскохозяйственных рынках, а Северный Вьетнам, в

целом, является лидером по экспорту сельскохозяйственной продукции за рубеж. Кроме того, практически все сельскохозяйственные учебные заведения, научно-исследовательские сельскохозяйственные институты также находятся в пригородной территории Ханоя. Они занимаются решением вопросов развития сельского хозяйства страны и обеспечения всей страны высококвалифицированными кадрами.

В связи с вышесказанным рассматриваемая территория выбрана в качестве эталона для отработки вопросов картографирования сельскохозяйственных комплексов и объектов всего Северного Вьетнама.

4.2 Геоинформационное картографирование сельскохозяйственных комплексов и объектов по данным ДЗЗ из космоса

Исходные данные

Изучение и картографирование сельскохозяйственных комплексов и объектов пригородной территории Ханоя основаны на дешифрировании разновременных материалов ДЗЗ из космоса, с привлечением картографических материалов и проведением полевых обследований данной территории.

Исходными космическими материалами являются космические снимки со спутников Landsat 4-5 TM, Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI/TIRS, полученные съемками с 1993 по 2015 годы. Эти снимки получены из архивной базы данных Геологической службы США, распространяемые бесплатно в Интернете для научно-исследовательских целей [46]. В качестве дополнительных данных используются космические снимки со спутника SPOT 5 (2009 год) и со спутника Quickbird (2009 год). Эти снимки получены через Департамент дистанционного зондирования Вьетнама [108].

В работе использовались топографические карты Вьетнама F-48-103, F-48-104, F-48-115, F-48-116, F-48-128, составленные в масштабе 1:100 000.

Обработка данных ДЗЗ из космоса и векторных данных, редактирование карт и их подготовка к печати выполнены с использованием программного обеспечения ArcGIS (ArcMap) 10.1, ENVI 5.2, MapInfo Professional 12.5.

Предварительная обработка данных ДЗЗ из космоса

Космические снимки со спутников Landsat (TM/ETM+/OLI) после загрузки с официального сайта Геологической службы США в виде однозональных изображений – отдельные каналы объединены в один файл с использованием функции Layer Stack программы ENVI 5.2. Для Landsat 4-5 TM, 7 ETM+ выбраны каналы 1-5 и 7, а для Landsat 8 OLI выбраны каналы 2-7, это позволило объединить их в одно изображение. В результате был получен многоканальный снимок (с пространственным разрешением 30 м) с возможностью комбинации синтеза для получения цветных изображений.

Далее с помощью функции PC Spectral Sharpening выполнялось улучшение пространственного разрешения с 30 м до 15 м, путем сочетания с каналом панхроматического диапазона с высоким пространственным разрешением 15 м. В результате был получен многоканальный снимок с пространственным разрешением 15 м.

На следующем этапе, с помощью программы ENVI 5.2, все спутниковые данные в системе координат проекции UTM были пересчитаны в систему координат VN-2000, в которой созданы топографические карты Вьетнама. Для этого был использован метод геометрической привязки изображения с картой (Image to map) путем выбора соответствующих опорных точек (Select GCPs) на карте и на снимке. После набора опорных точек для привязки были рассчитаны среднеквадратические ошибки (СКО) (RMS error) для проверки точности привязки изображения. Для космических снимков с пространственным разрешением 15 м допустимая СКО не должна превышать 1,5 см [81,100]. В нашей работе СКО не превышает 0,5 см. Далее с использованием метода передискретизации выполнена привязка снимка с помощью программы ENVI 5.2 (Resample method). При этом, был выбран метод «ближайшего соседа» (Nearest neighbor), так как этот метод дает са-

мый оптимальный результат привязки снимков к карте [97]. Мозаика привязанных снимков были смонтированы по границе пригородной территории Ханоя.

Базовыми снимками для создания комплексной сельскохозяйственной карты пригородной территории Ханоя были выбраны два многозональных снимка со спутника Landsat 8 OLI с номерами 045 и 046 маршрута 127 съемочной системы Landsat. Эти снимки полностью охватывают исследуемую территорию без облачности (рисунок 29).



Рисунок 29 – Фрагмент базового снимка со спутника Landsat 8 OLI, комбинация 7-5-3

Визуальное дешифрирование сельскохозяйственных объектов с выделением преобладающих культур выполнялось по многозональным космическим снимкам в различных вариантах синтеза. В ходе обработки использовались синтезы 7-5-3, 6-5-2, 6-5-4, 4-3-2 снимков со спутника Landsat 8 OLI.

Визуальное дешифрирование разновременных космических снимков со спутников Landsat 8 OLI выполнялось одновременно с использованием дополни-

тельных снимков со спутников SPOT 5 и Quickbird. При этом предварительно было выделено 13 классов комплексов и объектов: рисоводство, кукурузоводство, овощеводство, цветоводство, однолетние насаждения, садоводство, кормовые культуры, рыбоводство, лесные массивы, гидрография, населенные пункты, промышленные комплексы, открытые грунты.

Автоматизированная классификация данных ДЗЗ из космоса.

В первую очередь была проведена автоматизированная неконтролируемая классификация космических снимков по алгоритму ISODATA в программе ENVI 5.2.

Основные параметры, устанавливаемые по программе, следующие:

- число классов (Number of classes), которые будут выделены на снимке. В нашем случае заданной программой по снимку выделялось 16 классов;
- максимальное число итераций (Maximum Iterations) – 100;
- порог сходимости (Threshold) – количество пикселей (в процентах), которые меняют свою принадлежность при переходе к другой итерации – 95%;
- минимальное число пикселей для выделения класса.

Результат классификации представлен на рисунке 31, на котором хорошо видно, что гидрография, области развития рыбоводство и площади поливного риса «неправомерно» объединены в один класс. Кукурузоводство и цветоводство так же принадлежат к одному классу. Лесные массивы и садоводство однородны, но представлены в четырех классах. Населенные пункты и промышленные комплексы в сочетании находятся в нескольких классах, а суходольный рис представляет собой несколько классов. Поэтому дальнейшая задача состояла в объединении этих классов с предварительным устранением шумов полученных результатов классификации.

Для устранения шума автоматизированной классификации космических снимков использована функция Majority в программе ENVI 5.2. Эта функция позволяет удалять отдельные неправильно классифицированные пиксели или объединить их в ближайшие классы.

Полученный результат хорошо воспринимается при визуальном анализе, а также для дальнейшей обработки изображений (рисунок 30).

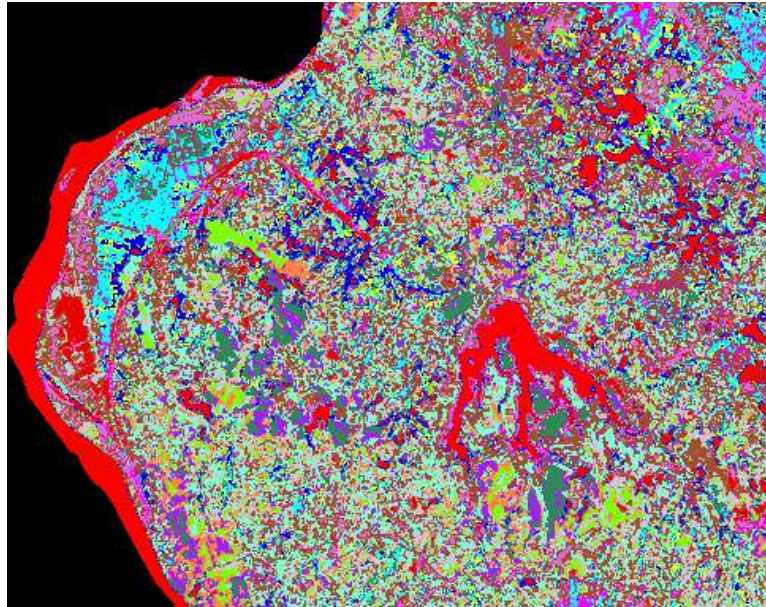


Рисунок 30 – Фрагмент результата автоматической неконтролируемой классификации

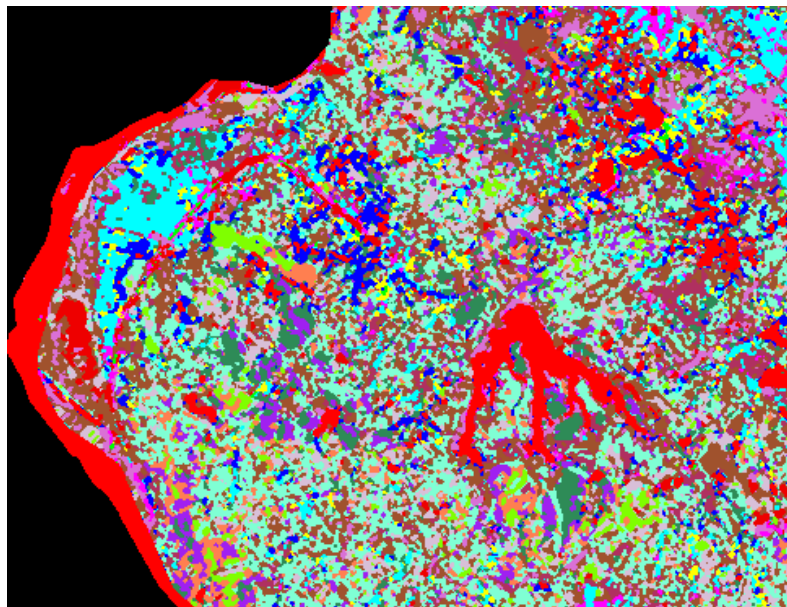


Рисунок 31 – Фрагмент результата неконтролируемой классификации после устранения шума

Результат объединения классов и редактирования легенды автоматизированной неконтролируемой классификации снимков представлен на рисунке 32, на котором выделены восемь классов комплексов и объектов.

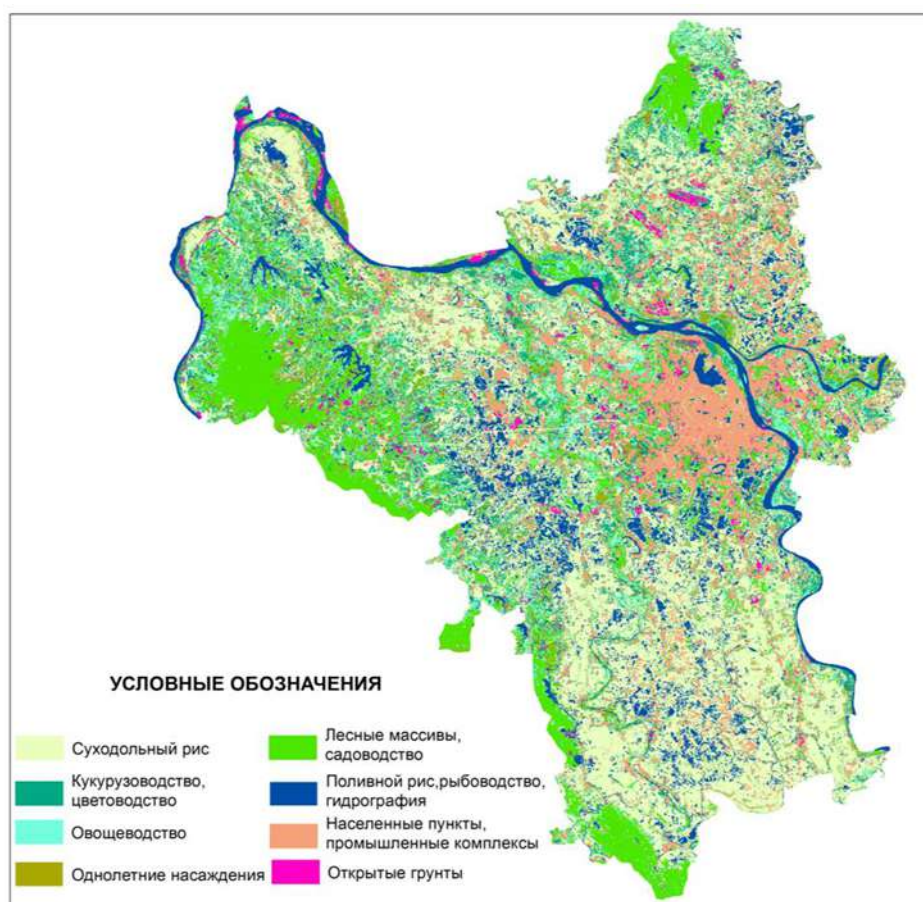


Рисунок 32 – Результат неконтролируемой классификации снимков Landsat 8 OLI

Анализ результатов автоматизированной неконтролируемой классификации позволяет сделать вывод, что разные комплексы и объекты из-за схожести по своим спектральным характеристикам могут попасть в один класс. Например, леса попадают в один класс с садоводством, поливной рис попадает в один класс с гидрографией и рыбоводством и т. д. (рисунок 33).

Для улучшения результата автоматизированной неконтролируемой классификации космических снимков необходимо хорошо знать исследуемую терри-

торию, для чего было проведено ее полевое обследование в целях получения дополнительных картографических, статистических и описательных данных.

Для устранения ошибок при автоматизированной неконтролируемой классификации была проведена контролируемая классификация (классификация с обучением), методология которой ранее подробно описана п. 3.2.

Для качественного проведения автоматизированной классификации снимков с обучением необходимо провести полевое обследование с целью полевого дешифрирования космических снимков, координирование объектов на местности и описания природных характеристик исследуемой территории. В связи с этим, в период с июня по август 2015 год были проведены полевые обследования на пригородную территорию города Ханоя. В результате проведения полевых обследований были обследовано 63 точки с определением их координат, фотографированием и описанием объектов, распределенных на всей исследуемой территории с учетом их типичности (рисунок 33). При координировании объектов на местности использован GPS-прибор Garmin eTrex Legend HCx с точностью 3–5 м. Эти точки были геопривязаны в системе координат VN-2000 в лабораторных условиях с использованием программы Mapinfo Professional 12.5.

Точки с координатами и описаниями их внутреннего содержания служат основой для создания обучающих эталонов, путем цифрования векторных полигонов по космическим снимкам вне этих точек. Далее на основе полученных эталонов созданы дополнительные полигоны для повышения точности результата классификации.

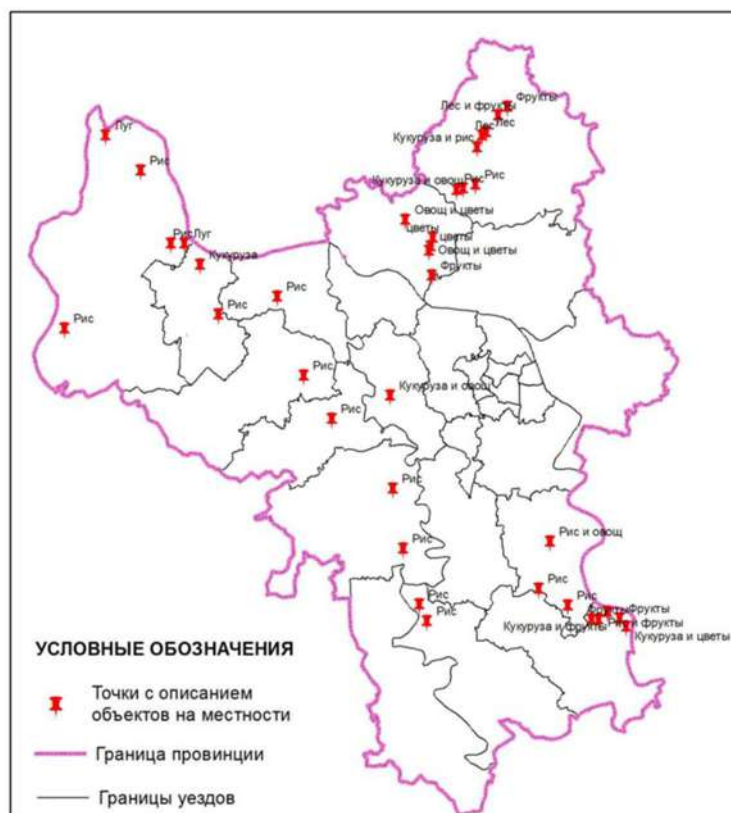


Рисунок 33 – Пункты полевых наблюдений

Для выполнения автоматической классификации с обучением на снимке созданы обучающие области для 11-ти классов комплексов и объектов: суходольный рис и кормовые культуры, поливной рис, кукурузоводство, овощеводство, цветоводство, однолетние насаждения и садоводство, лесные массивы, гидрография и рыбоводство, населенные пункты, промышленные комплексы, открытые грунты. Для каждого класса комплексов или объектов создано несколько полигонов расположенных по всей площади снимка.

Далее были проведены оценки обучающих эталонов по двум способам: построение графиков спектральных кривых по обучающим эталонам и вычисление делимости двух различных классов.

Для построения графика спектральных кривых каждый эталон должен содержать не менее 500 пикселей [85]. В работе график спектральных кривых обучающих эталонов построен по средним значениям яркости комплексов и объектов на снимке. Каждая область обучения представляет собой полигон на снимке. По

этому полигону с помощью программы ENVI 5.2 были вычислены статистические значения его яркости (максимальное, минимальное, среднее значения), и эти значения яркости также были вычислены по всем каналам снимка, которые входят в состав многоканального снимка. По этим статистическим данным был построен график спектральных кривых обучающих эталонов (рисунок 34).

График спектральных кривых отображает способности отражения солнечного излучения объектов. Зная эту характеристику, возможно, оценить правильность выбора обучающих областей по спектральным кривым [10]. Проведенный анализ графика спектральных кривых показал, что гидрография слабо отражает солнечное излучение. Сельскохозяйственные культуры (рис, кукуруза, однолетние насаждения, цветы) имеют близкие схожие кривые; населенные пункты, промышленные комплексы и открытые грунты также имеют схожие кривые, которые близки по характеристикам отражения солнечного излучения. В свою очередь лесные массивы и овощи имеют близкие кривые, схожие по своим особым характеристикам (зеленый цвет, густота по плотности). Отсюда следует, что обучающие эталоны были выбраны правильно (рисунок 35).

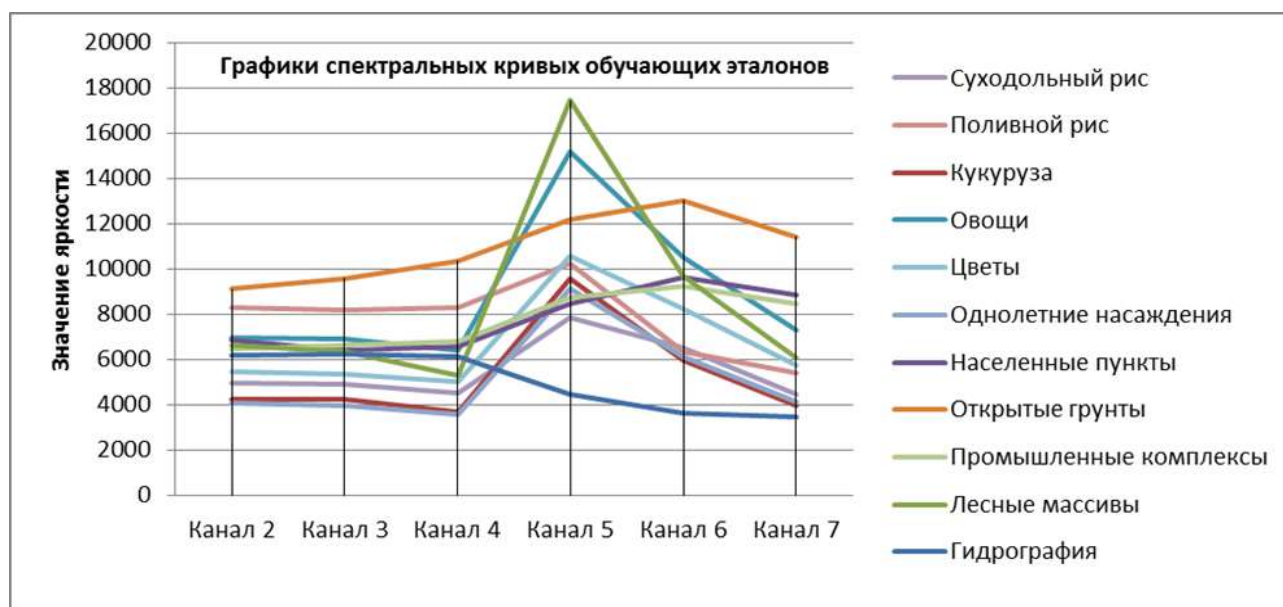


Рисунок 34 – График спектральных кривых обучающих эталонов

Оценка выбора обучающих эталонов по значению делимости между двумя эталонами была выполнена, путем проведения анализа схожести эталонов и по расстоянию их от центра. Этот метод является решающим фактором при оценке качества автоматизированной классификации космических снимков – чем лучше делимость, тем качественнее полученный результат. Значения делимости между эталонами находятся в пределах от 0 до 2, и имеют три уровня делимости: высокая (при значении делимости больше 1,9), средняя (при значении делимости в пределах от 1 до 1,9), и низкая (при значении делимости меньше 1) [81, 88–90].

Программа ENVI 5.2. дает возможность вычисления значения делимости обучающих эталонов, результат которого представлен в таблице 5 со значениями делимости между эталонами.

Таблица 5 – Значения делимости между эталонами

Классы	Суходольный рис	Поливной рис	Кукуруза	Овощи	Однолетние насаждения	Цветы
Суходольный рис	–	1.995	1.998	1.999	1.964	1.990
Поливной рис	1.995	–	1.999	1.999	1.998	1.999
Кукуруза	1.998	1.999	–	1.976	1.944	1.907
Овощи	1.999	1.999	1.976	–	0.916	1.963
Однолетние насаждения	1.964	1.998	1.944	1.916	–	1.964
Цветы	1.990	1.999	1.907	1.963	1.964	–
Лесные массивы	2.000	2.000	1.999	1.998	1.973	1.999
Гидрография	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Населенные пункты	1.999	1.999	1.999	1.997	1.996	1.999
Промышленные комплексы	1.979	1.982	1.998	1.982	1.954	1.982
Открытые грунты	2.000	2.000	2.000	1.999	1.999	1.999

Продолжение таблицы 5

Классы	Лесные массивы	Гидрография	Населенные пункты	Промышленные комплексы	Открытые грунты
Суходольный рис	2.000	2.000	1.999	1.979	2.000
Поливной рис	2.000	2.000	1.999	1.982	2.000
Кукуруза	1.999	2.000	1.999	1.998	2.000
Овощи	1.998	2.000	1.997	1.982	1.999
Однолетние насаждения	1.973	2.000	1.996	1.954	1.999
Цветы	1.999	2.000	1.999	1.982	1.999
Лесные массивы	–	2.000	2.000	1.999	2.000
Гидрография	2.000	–	2.000	1.999	2.000
Населенные пункты	2.000	2.000	–	1.967	1.999
Промышленные комплексы	1.999	1.999	1.967	–	1.984
Открытые грунты	2.000	2.000	1.999	1.984	–

Результаты вычисления значения делимости между эталонами показали, что у каждого из двух эталонов высокая делимость, поэтому проведенная классификация космических снимков является достоверной.

Для проведения классификации выбран алгоритм максимального правдоподобия, так как данный алгоритм относится к наиболее точным методам классификации объектов на космических снимках, близким по спектральным характеристикам (сельскохозяйственные культуры, растительность). Визуальный анализ результата классификации снимков с обучением с помощью программы ENVI 5.2 (функция Classification) показал, что полученное изображение более точно по сравнению с методом классификации без обучения, так как объекты полученных изображений с близкими спектральными характеристиками разбиты на отдельные классы более точно. Например, поливной рис и суходольный рис изображены в двух классах, а населенные пункты, промышленные комплексы и открытые грунты размещены в отдельные классы. Недостаток результата классификации с обучением заключается в том, что на выходном изображении по причине недоста-

точного пространственного разрешения снимка не выделены малые реки, небольшие озера и прочие небольшие гидрографические объекты (рисунок 35).

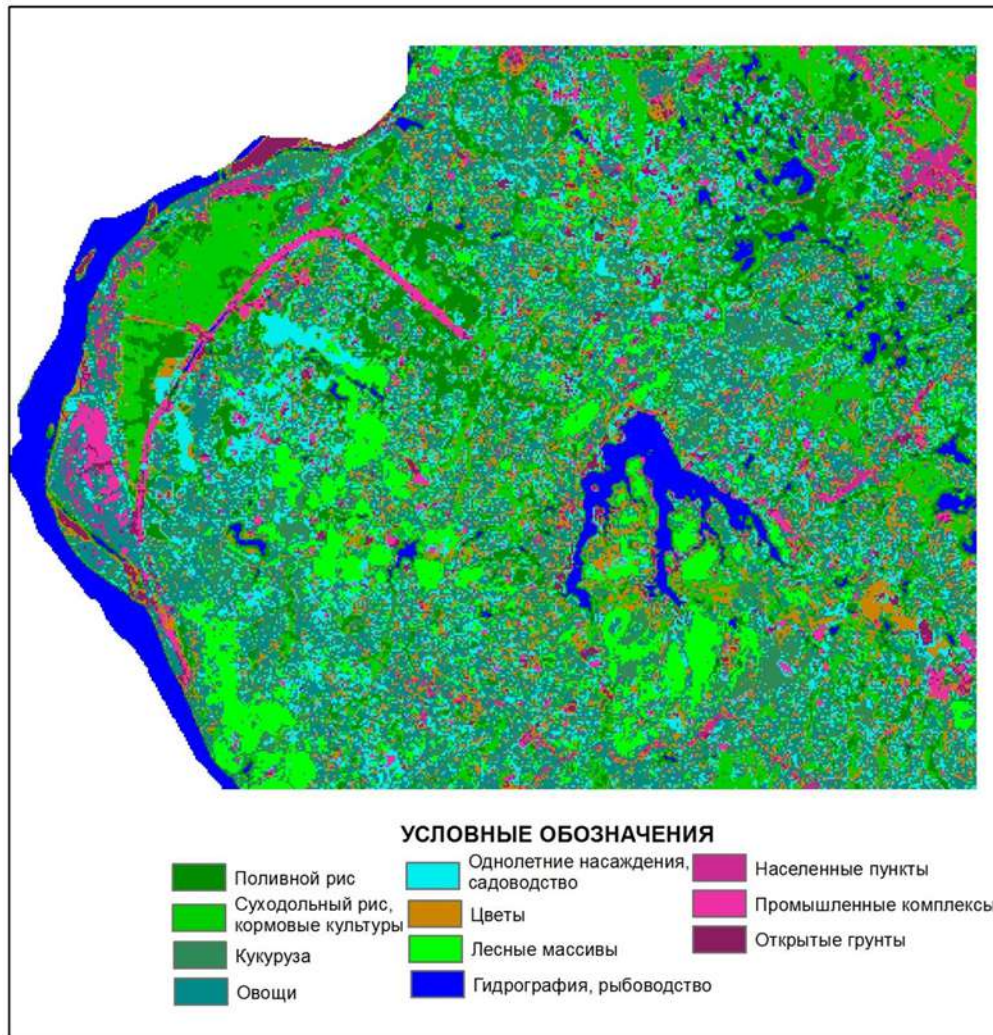


Рисунок 35 – Фрагмент результата классификации космических снимков с обучением

Далее было необходимо оценить, насколько корректно получен результат автоматизированной классификации. Для этого по статистическим выходным данным полученного изображения и обучающим эталонам была построена матрица ошибок и вычислены общая точность классификации и коэффициент Каппа.

Матрица ошибок представляет собой таблицу, построенную из статистических данных всех классов полученного изображения после классификации, в ко-

торой показано количество верно классифицированных пикселей (в процентах) а также количество неверно классифицированных пикселей (в процентах) каждого класса.

Общая точность классификации представляет собой соотношение общего количества верно классифицированных пикселей всех классов к общему количеству пикселей на снимке в формуле (3) [47].

$$\text{Общая точность} = \frac{\text{общее количество верно классифицированных пикселей}}{\text{общее количество пикселей на снимке}} . \quad (3)$$

Коэффициент Каппа является другой мерой точности классификации. Чем значение K ближе к единице, тем точнее классификация и определяется по формуле (4) [56, 57]:

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})} , \quad (4)$$

где K – коэффициент Каппа ($0 \leq K \leq 1$);

N – сумма обучаемых пикселей;

r – количество классов;

x_{ii} – количество верно классифицированных пикселей класса i ;

x_{i+} – сумма пикселей класса i обучаемой области;

x_{+i} – сумма пикселей класса i после классификации.

С помощью функции постклассификации (Post classification) программы ENVI 5.2 вычислены эти значения. Входными данными являются результат классификации и файл обучающих эталонов. Результат вычисления представляет собой статистический файл, в котором содержат матрицу ошибок, общую точность классификации и коэффициент Каппа (таблица 6):

В таблице 6 матрицы ошибок классификации по диагонали показано количество правильно классифицированных пикселей (в процентах), а вне диагонали – количество неправильно классифицированных пикселей (в процентах) или, иначе говоря, пиксели, которые не попали в определенный класс, а вошли в другие классы. Общая точность классификации составляет 92,88 %.

Таблица 6 – Матрица ошибок результата автоматизированной классификации с обучением, процент

Классы	Гидрография	Населенные пункты	Промышленные комплексы	Открытые грунты	Лесные массивы
Гидрография	99,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Населенные пункты	0,00	93,85	6,35	0,00	0,00
Промышленные комплексы	0,34	5,91	89,87	3,63	0,00
Открытые грунты	0,00	0,00	0,61	96,37	0,00
Лесные массивы	0,00	0,00	0,00	0,00	98,98
Поливной рис	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Суходольный рис	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Кукуруза	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Цветы	0,00	0,00	1,59	0,00	0,00
Овощи	0,00	0,24	0,49	0,00	0,00
Однолетние насаждения	0,00	0,00	1,10	0,00	1,02
Сумма	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Общая точность = 92,8855%					
Коэффициент Каппа = 0,9212					

Продолжение таблицы 6

Классы	Полив- ной рис	Сухо- дольный рис	Кукуруза	Цветы	Овощи	Однолетние насаждения
Гидрография	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Населенные пункты	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Промышленные комплексы	1,48	0,49	0,00	0,48	0,86	2,72
Открытые грунты	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Лесные массивы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Поливной рис	98,52	0,98	0,00	0,00	0,00	0,34
Суходольный рис	0,00	97,16	0,00	0,00	0,00	0,17
Кукуруза	0,00	0,10	93,68	1,44	5,99	2,89
Цветы	0,00	0,69	1,09	93,03	0,17	3,23
Овощи	0,00	0,00	2,61	1,68	82,88	19,73
Однолетние насаждения	0,00	0,59	2,61	3,37	10,10	79,92
Сумма	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Общая точность = 92,8855 % Коэффициент Каппа = 0.9212						

Отсюда сделан вывод, что полученный результат при автоматизированной классификации сельскохозяйственных комплексов и объектов по космическим снимкам можно использовать для создания сельскохозяйственных карт. Но перед этим необходимо провести устранение шума, картографическую генерализацию и отредактировать легенду результатов классификации.

Поэтому, в первую очередь было проведено устранение шумов выходного изображения результатов классификации. Эта процедура помогла удалить отдельные пиксели, которые были некорректно классифицированы или попали в другие классы. Для выполнения этой процедуры была использована функция Majority программы ENVI 5.2. Полученный результат представлен на рисунке 36.

Для проведения картографической генерализации с целью сельскохозяйственного картографирования необходимо определить ценз отбора объектов – ограничительный параметр, по которому объект будет сохранен при генерализации. В случае величина объектов, сохраняемых при генерализации, является площадь.

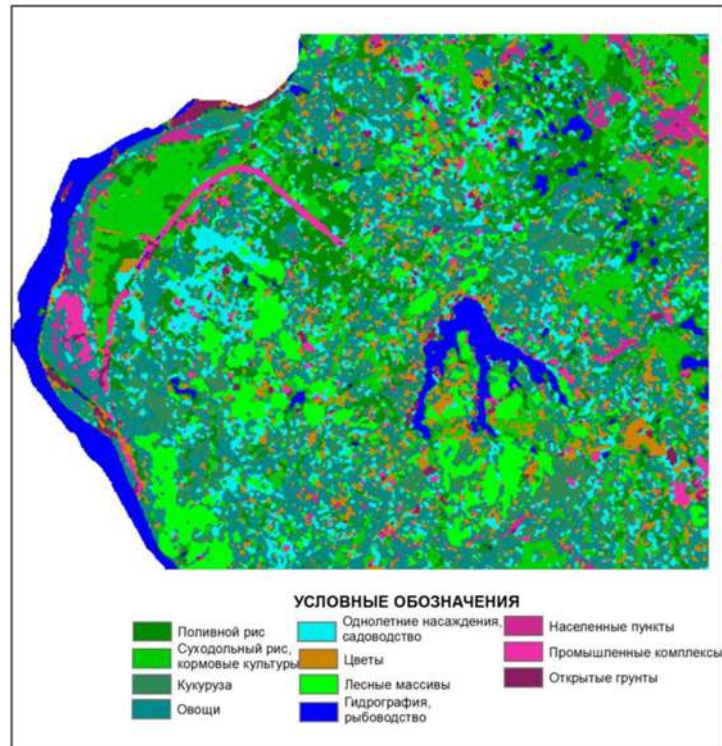


Рисунок 36 – Фрагмент результата классификации с обучением после устранения шума

Минимальная площадь объектов, изображаемая на тематических картах, определяется масштабом или тематикой карты. Для карты масштаба 1:100 000 минимальная площадь объектов на карте составляет 4 мм^2 [5], что соответствует площади на местности $40\,000 \text{ м}^2$. Но по особенности сельского хозяйства Северного Вьетнама и по возможности космического снимка Landsat с пространственным разрешением 15 м можно отображать поле с площадью $2\,500 \text{ м}^2$, что соответствует количеству пикселей – 12 пикселей или $2\,700 \text{ м}^2$. Функция «Слипание» (Clump) реализована в программе ENVI 5.2 и позволяет провести генерализацию изображения путем поглощения мелких полигонов ближайшими соседними полигонами по заданному минимальному размеру полигона. В данном случае заданный минимальный размер полигона для выполнения процедуры поглощения – 12 пикселей.

При редактировании легенды был выполнен выбор подходящих цветов для каждого класса комплексов или объектов в целях улучшения визуального восприятия карты. Результат представлен на рисунках 37 и 38.

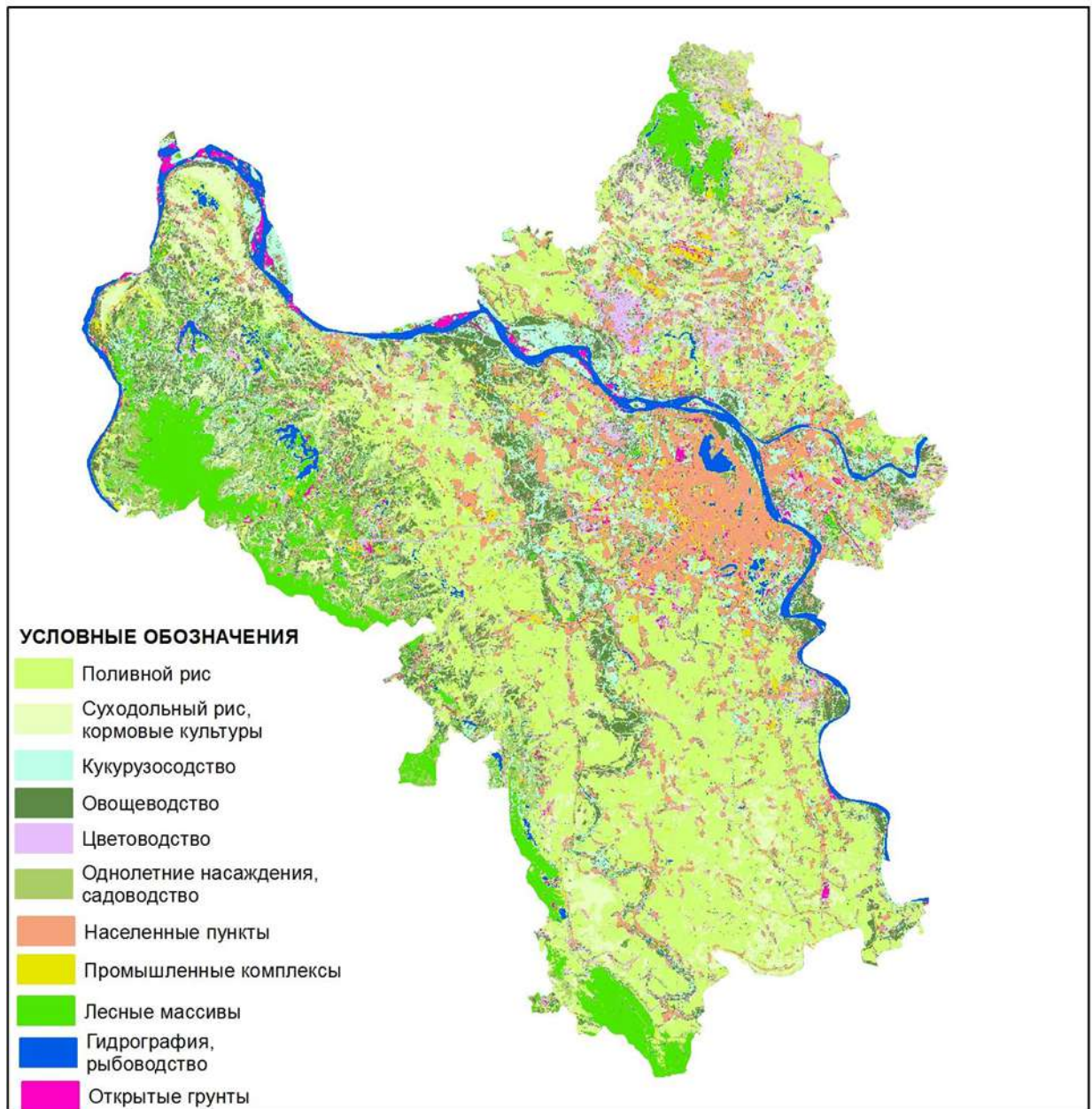


Рисунок 37 – Результат классификации после генерализации
и редактирования его легенды

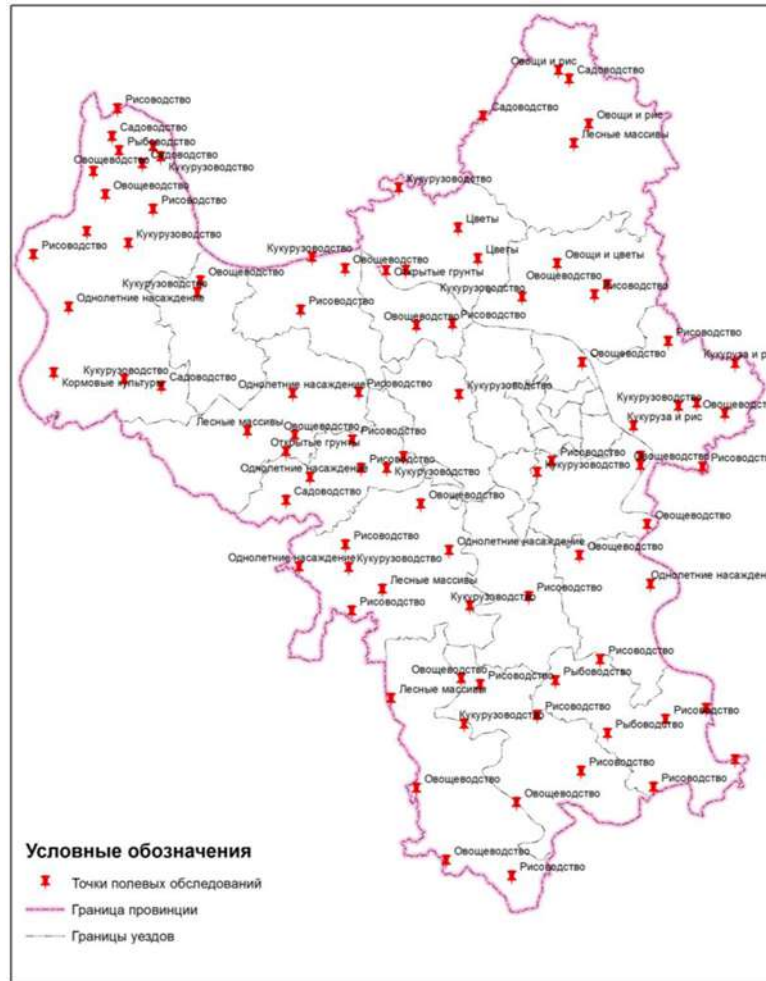


Рисунок 38 – Точки полевых наблюдений в период с июня по август 2015 года в пригородной территории Ханоя

Сопоставление результатов классификации сельскохозяйственных объектов и комплексов с точками полевого обследования показал, что полученные результаты отражают реальное состояние местности исследуемой территории, выполненное по космическим снимкам. В связи с этим сделан вывод, что результаты классификации космических снимков являются достоверными.

Конечный результат тематической обработки космических снимков необходимо конвертировать в векторный вид с целью создания сельскохозяйственных карт в среде ГИС. В программе ENVI 5.2. реализована функция «Class to vector», позволяющая конвертировать растровые данные в векторные слои. Входными данными являются изображения результатов классификации снимков, которые

содержат 11 классов комплексов и объектов. С помощью функции конвертации каждый класс преобразован в отдельный векторный слой (shape file), с которым можно работать в ГИС-программах [47].

При проведении полевых обследований были обнаружены классы объектов сельскохозяйственных культур, которые были представлены в сочетании: кукуруза и рис, овощи и рис, овощи и цветы. При дешифрировании космических снимков среднего пространственного разрешения эти классы были объединены в другие классы, близкие к ним по способности отражения солнечного излучения. Для разделения этих классов были сопоставлен векторный результат автоматической классификации со снимками высокого разрешения (SPOT, Quickbird). При этом были выделены слои для классов с сочетаниями разных сельскохозяйственных культур.

4.3 Комплексная электронная сельскохозяйственная карта

Комплексная электронная сельскохозяйственная карта (КЭСК) предназначена для управления и планирования сельского хозяйства, а также инвентаризации сельскохозяйственного производства. Сформированная база данных КЭСК используется при создании единого геоинформационного ресурса (геопортала) исследуемой территории и территории страны в целом, в целях обеспечения оптимального развития экономики сельского хозяйства Северного Вьетнама. Она также может быть применена при составлении атласа сельского хозяйства данной территории и быть использована для изучения территории в целях устойчивого развития региона.

Основное содержание КЭСК представляет характеристики комплексов и объектов сельскохозяйственного земледелия, выявленных в результате автоматической классификации космических снимков.

Важной частью содержания КЭСК являются группа производственных экономических показателей сельского хозяйства и объектов сельскохозяйственной инфраструктуры, определенная в результате анализа статистических, ведомствен-

ных и литературных данных. Применение ГИС-технологий позволяет использовать этот блок данных КЭСК непосредственно в процессе принятия управленческих решений сельскохозяйственными предприятиями.

В качестве картографической основы при создании КЭСК использована цифровая топографическая карта в масштабе 1:100 000. Оформление КЭСК выполнено в программе ArcGIS 10.1. Все векторные данные, используемые для создания КЭСК, представлены в системе координат VN-2000, в проекции UTM и параметрам эллипсоида WGS-84. Фрагмент, легенда и вариант компоновки КЭСК в масштабе 1:100 000 представлен на рисунках 39, 40, 41.

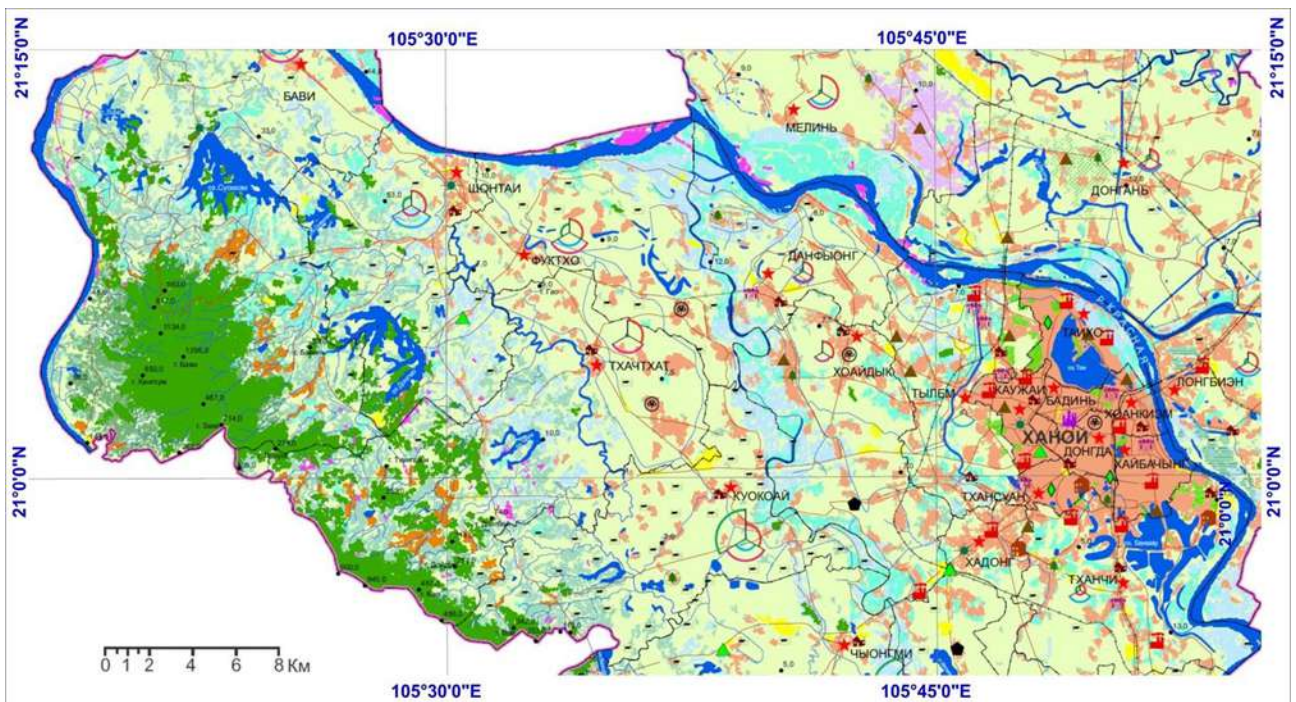































Рисунок 39 – Фрагмент КЭСК пригородной территории Ханоя масштаба 1:100 000 (уменьшена)

На представленной карте сельскохозяйственные комплексы (рисунок 41) отображены способом качественного фона. В настоящее время во Вьетнаме отсутствуют определенные требования по выбору гаммы цветов для сельскохозяйственных комплексов и объектов при составлении сельскохозяйственных карт. Поэтому была предложена авторская гамма цветов для отображения сельскохо-

зяйственных комплексов, подобранная по принципу хорошей читаемости и четкого зрительного восприятия.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ	ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	ОБЪЕКТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
 Рисоводство		 Министерство сельского хозяйства
 Кукурузоводство		 Сельскохозяйственные учебные заведения и научно-исследовательские институты
 Овощеводство		 Сельскохозяйственные предприятия
 Цветоводство	I. Занятость населения сельским хозяйством	 Департамент защиты растительности
 Садоводство	 в 1 мм радиуса сегмента = 3% населения	 Департамент ветеринарии
 Кормовые культуры	II. Обеспеченность населения зерновыми культурами	 Ветеринарные пункты
 Однолетние насаждения	 в 1 мм радиуса сегмента = 20 кг/чел.	 Пункты защиты растительности
 Кукуруза и рис	 в 1 мм радиуса сегмента = 150 кв.м/чел.	 Пункты сельскохозяйственного ремесла
 Овощи и рис	III. Животноводство	 Пункты производства семян
 Овощи и цветы	 в 1 мм радиуса сегмента = 10 ферм	 Агроцентры
 Рыбоводство		 Сельскохозяйственные рынки
 Животноводство (1 символ = 8 животноводческих ферм)		 Агрометеостанции

ПРИРОДНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ	СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
 а. Крупные реки	 Площади населенных пунктов
 б. Мелкие реки	 Площади промышленных комплексов
 в. Ручьи	 Железные дороги
 г. Источники (ключи, родники)	 Автомобильные дороги
 Озера	 Граница провинции
 Высотные отметки	 Границы уездов
 Лесные массивы	 Центры административных районов
 Парки, скверы	
 Открытые грунты	

Рисунок 40 – Легенда КЭСК пригородной территории Ханоя

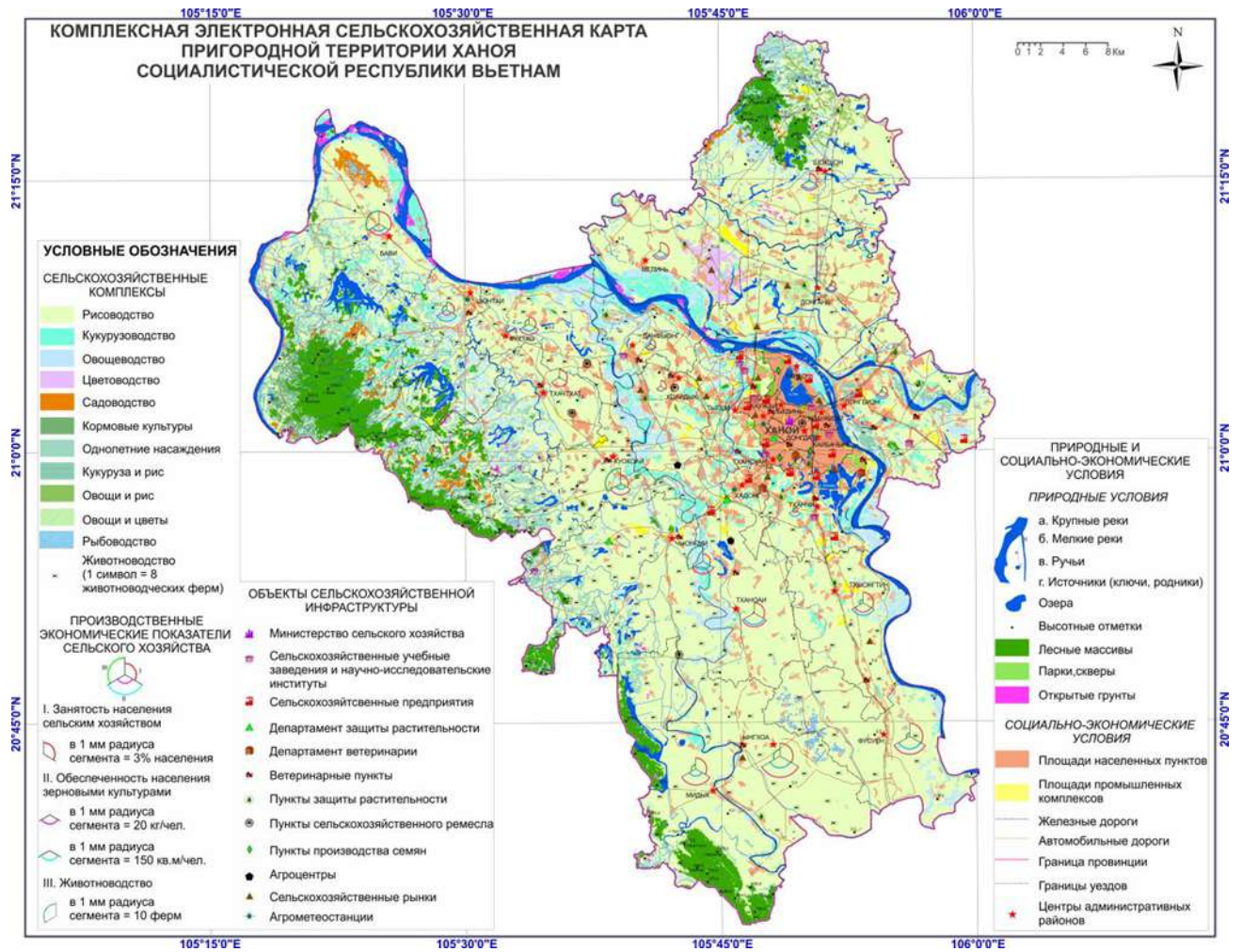


Рисунок 41 – Комплексная электронная сельскохозяйственная карта пригородной территории Ханоя масштаба 1:100 000 (уменьшена)

Производственные экономические показатели сельского хозяйства были отображены способом картодиаграммы. Для отображения объектов сельскохозяйственной инфраструктуры был использован способ локализованных значков. Они были выбраны из библиотеки условных обозначений программы ArcGIS 10.1., которая содержит все условные знаки для топографических, геологических, экологических и других специальных карт [46]. Условные знаки для отображения природных, социально-экономических объектов и комплексов, в соответствии с топографическими условными знаками были выбраны из библиотеки условных обозначения для топографических карт 10.1 [50, 58, 86].

Из анализа карты можно видеть, что большая часть объектов сельскохозяйственной инфраструктуры Северного Вьетнама расположена в городе Ханое, как центре науки, экономики и торговли региона (см. рисунок 41)

Легенда КЭСК включает четыре группы комплексов и объектов: сельскохозяйственные комплексы, производственные экономические показатели сельского хозяйства, объекты сельскохозяйственной инфраструктуры, природные и социально-экономические условия (рисунок 40). Перечисленные группы объектов и комплексов характеризуют основную деятельность сельскохозяйственного производства пригородной территории Ханоя в сочетании с ее природными особенностями.

4.4 Аналитические электронные сельскохозяйственные карты

Карта рисовых полей пригородной территории Ханоя.

С самого начала истории развития Вьетнама рисоводство было важнейшей отраслью сельского хозяйства страны. Составленная карта рисовых полей пригородной территории Ханоя позволяет контролировать и инвентаризировать площади выращивания риса. Карта рисовых полей также может быть использована как инструмент планирования и управления производством продукции рисоводства на этой территории.

Рис является главной культурой среди всех других сельскохозяйственных культур, выращиваемых во Вьетнаме. На пригородной территории Ханоя выращивают два типа риса: суходольный и поливной. Поливной рис произрастает в местах, постоянно покрытых водой. Такой рис может выживать даже при продолжительном наводнении. Поэтому, в земледелии поливной рис дает наибольшую отдачу в части продуктивного использования земли. Однако и суходольный рис имеет свои преимущества, так как, по сравнению с поливным рисом, может выращиваться в сухих местах [45].

Карта рисовых полей пригородной территории Ханоя была создана путем согласования результатов классификации космических снимков (слоев суходоль-

ного и поливного риса, леса и др.) с природно-хозяйственными слоями комплексов и объектов (гидрографии, сети дорог, рельефа и др.), полученными по топографической карте масштаба 1:100 000. Таким образом, карта рисовых полей состоит из двух групп комплексов, и включает 15 тематических и топографических слоев (рисунок 42).

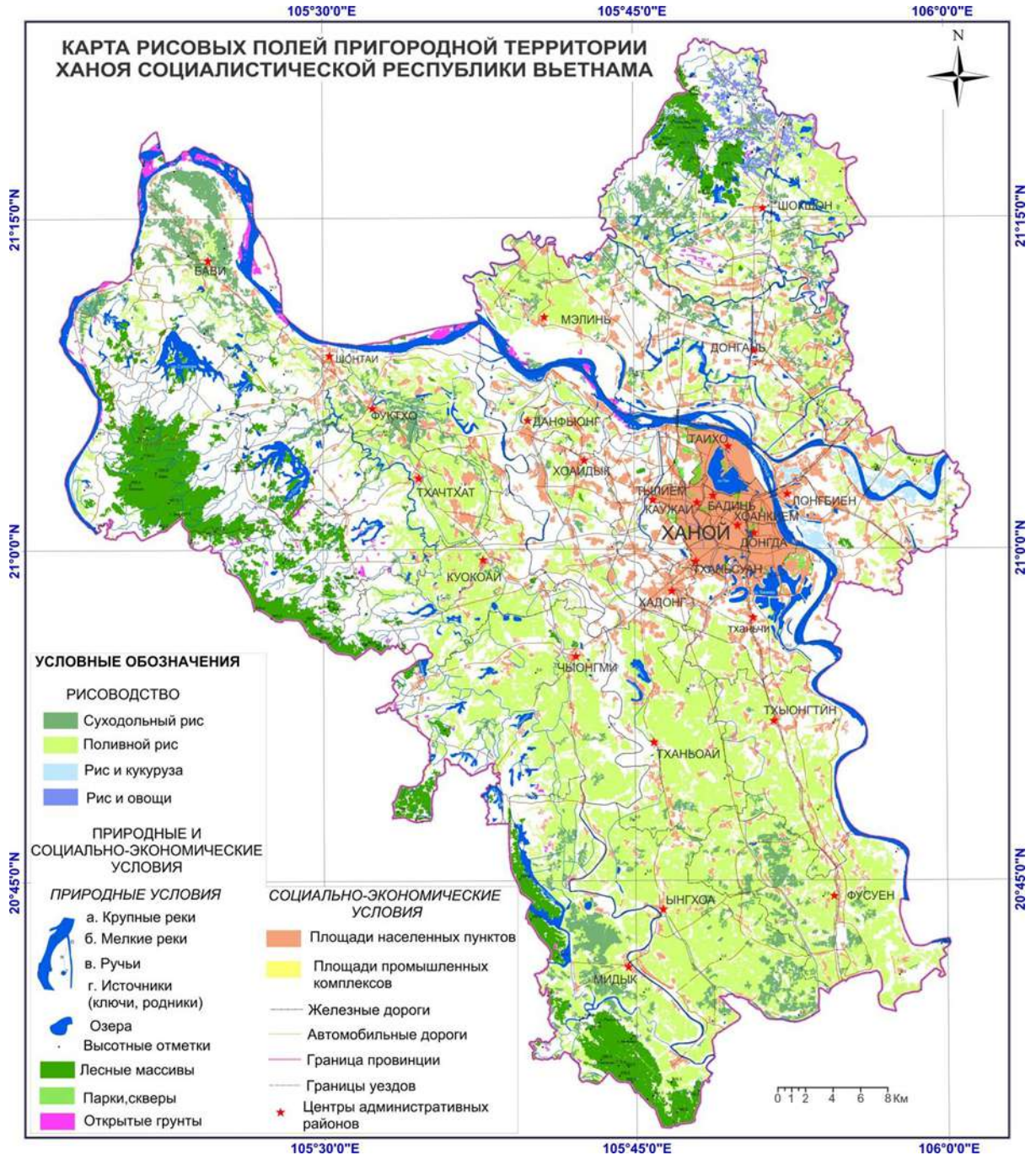


Рисунок 42 – Карта рисовых полей пригородной территории Ханоя (уменьшена)

Как уже указывалось, при анализе базовой КЭСК были получены новые картографические результаты, позволяющие создать аналитические производственные сельскохозяйственные карты и получить новые научные знания. Для этой цели также была использована программа ArcGIS 10.1. При создании различных тематических карт были реализованы следующие способы картографического отображения объектов: точечный способ, способ качественного фона, способ картограммы и картодиаграммы [48].

Теперь рассмотрим другие производные аналитические электронные сельскохозяйственные карты, созданные путем ГИС-анализа базы данных исходной КЭСК с использованием программы ArcGIS 10.1.

Карта занятости населения в сельском хозяйстве пригородной зоны Ханоя

Рассматриваемая карта предназначена для показа количественной характеристики занятости населения в сельском хозяйстве [3, 46]. Она может быть использована для оценки освоенности территории, управления сельскохозяйственными работами, а также для учета трудовой деятельности и занятости населения региона.

Для создания карты занятости сельским хозяйством, в первую очередь, было вычислено количество населения (в процентах), занимающегося сельским хозяйством по уездам данной территории с привязкой к административному слою созданной ранее карты. Занятость населения сельским хозяйством была отображена с помощью программы ArcGIS 10.1. с использованием способа картограмм. Этот способ обычно используется для показа относительных статистических показателей занятости населения по административным единицам.

Анализ данных о населении, занимающемся сельским хозяйством на исследуемой территории, показал, что его максимальное значение достигает 69,02 % в районе Фусуэен, а минимальное значение составляет менее 10 % и относится к центральным районам исследуемой территории. Всего, при составлении карты было выделено на пять уровней занятости, а сама карта была дополнена природно-хозяйственными объектами (рисунок 43).

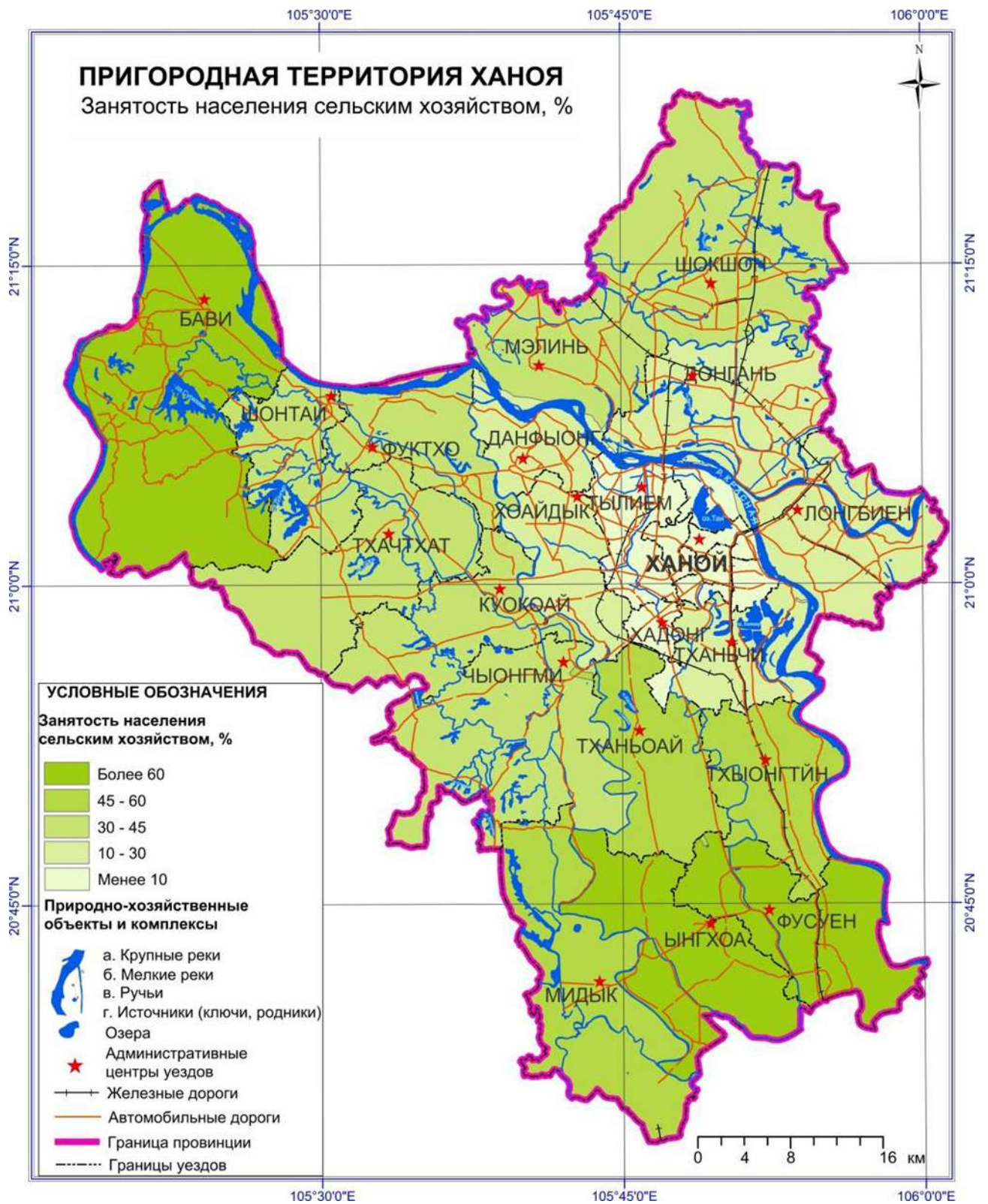


Рисунок 43 – Карта занятости населения сельским хозяйством пригородной территории Ханоя (уменьшена)

Таким образом, из анализа карты занятости населения сельским хозяйством в пригородной зоне Ханоя следует, что большая часть жителей занимается сельским хозяйством в ее окраинных уездах и районах (рисунок 43).

Карта обеспеченности зерновыми культурами пригородной территории Ханоя

Зерновые культуры, выращиваемые на пригородной территории Ханоя, представлены, в основном, рисом и кукурузой. Эти культуры являются главными сельскохозяйственными культурами Северного Вьетнама и основными источниками питания населения. В связи с этим, карта обеспеченности зерновыми культурами стоит особняком в серии сельскохозяйственных карт исследуемой территории.

Карта обеспеченности зерновыми культурами предназначена для отображения объема продукции, получаемой в расчете доли урожая зерновых культур, приходящейся на одного человека. Кроме того карта показывает площадь угодий, предназначенных для выращивания зерновых культур, приходящуюся на одного человека в каждом отдельном районе. Использование рассматриваемой карты поможет официальным представителям власти района оценить качество жизни населения и сравнить этот показатель с показателями других районов. Карта также может быть использована при решении задач управления и регулирования сельскохозяйственных работ, что позволяет улучшить структуру занятости населения на данной территории.

Для создания карты обеспеченности зерновыми культурами предварительно были вычислены два основных показателя, характеризующие особенности зернового производства на данной территории: площадь выращивания зерновых культур на человека ($m^2 / \text{чел.}$) и объем продукции зерноводства (кг/чел.). Исходными данными для вычисления этих показателей стала статистическая информация по сельскому хозяйству, полученная из официального сайта Департамента статистических данных.

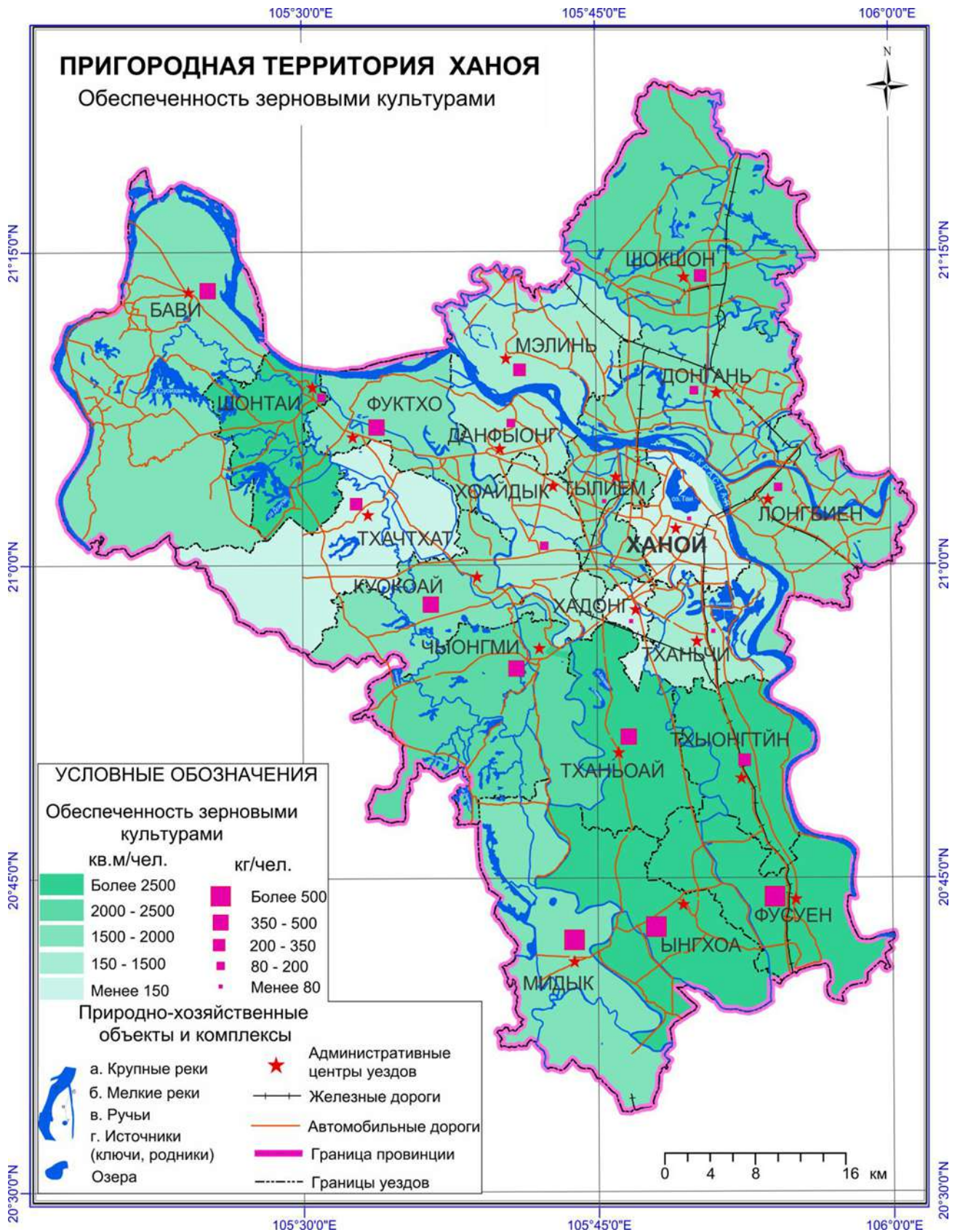


Рисунок 44 – Карта обеспеченности зерновыми культурами пригородной территории Ханоя (уменьшена)

Далее с помощью программы ArcGIS 10.1 была осуществлена привязка результатов вычислений к карте. Для отображения категорий обеспеченности населения пригородной территории Ханоя площадями выращивания зерновых культур и объемами продуктов зерноводства был применен способ картограммы. Для повышения информативности карты она была дополнена природно-хозяйственными объектами (гидрография, дорожная сеть, границы и административное деление). Карта была составлена в масштабе 1: 400 000 (рисунок 44).

Анализ карты обеспеченности зерновыми культурами пригородной территории Ханоя позволил сделать вывод о том, что районы данной территории сильно различаются между собой по рассматриваемым показателям. Так, в северных, восточных и южных частях исследуемой территории имеет место наибольшую площадь выращивания зерновых культур на душу населения и, соответственно, там и объемы продуктов зерноводства больше, чем в других районах (рисунок 44). Другими словами, в перечисленных районах зерновое хозяйство развивается лучше.

Карта животноводства пригородной территории Ханоя. Животноводство играет очень важную роль в сельском хозяйстве. Эта отрасль сельского хозяйства удовлетворяет потребность населения в продовольствии, улучшает качество жизни человека, развивает экономику сельского хозяйства территории и страны в целом. Преимущество этой отрасли заключается в том, что она требует сравнительно небольшие площади для размещения и выращивания большого количества животных, а в результате получает высокую экономическую эффективность. Но при этом и в животноводстве имеются свои проблемы, например рассматриваемая отрасль, требует высоких инвестиций для своего развития и стоит перед необходимостью оперативной переработки отходов.

Карта животноводства показывает плотность распределения животноводческих хозяйств и поголовье животных по трем основным отраслям: скотоводству, свиноводству и птицеводству. Карта предназначена для инвентаризации, оценки и планирования развития животноводства на пригородной территории Ханоя. Она может быть использована в качестве источника при оценке экономического раз-

вития территории. Также она может быть применена при составлении атласа сельского хозяйства данной территории. С ее помощью представители местной власти могут оценить состояние и перспективы развития животноводства своих территорий.

Источниками информации для создания карты животноводства пригородной территории Ханоя стали статистические данные по животноводству, полученные из официального сайта Департамента статистических данных страны, а также результаты его планированию на перспективу.

Для отображения количества животноводческих ферм был использован способ картограммы. Динамика поголовья скота, свиней и птицы отображена способом картодиаграммы, поскольку применение диаграммных значков наиболее наглядно отображает абсолютные статистические показатели по административному территориальному делению. Кроме того, карта была дополнена данными о природно-хозяйственных объектах и комплексах. Исходя из назначения карты, она была составлена в масштабе 1:400 000. Составление карты было осуществлено в программе ArcGIS 10.1. (рисунок 45) [50].

Анализ составленной карты позволяет оценить и дать сравнительную качественную и количественную характеристику животноводства и его перспективы для различных частей исследуемой территории. Так, можно сделать вывод, что с 2020 года на пригородной территории Ханоя будет уменьшаться число ферм и количество животных. Указанная тенденция вытекает из государственных планов развития Вьетнама, в соответствии с которыми данная территория с 2020 г. будет быстро индустриализироваться и урбанизоваться, что неизбежно приведет к уменьшению доли животноводства в развитии экономики пригородных территорий (рисунок 45) [107].

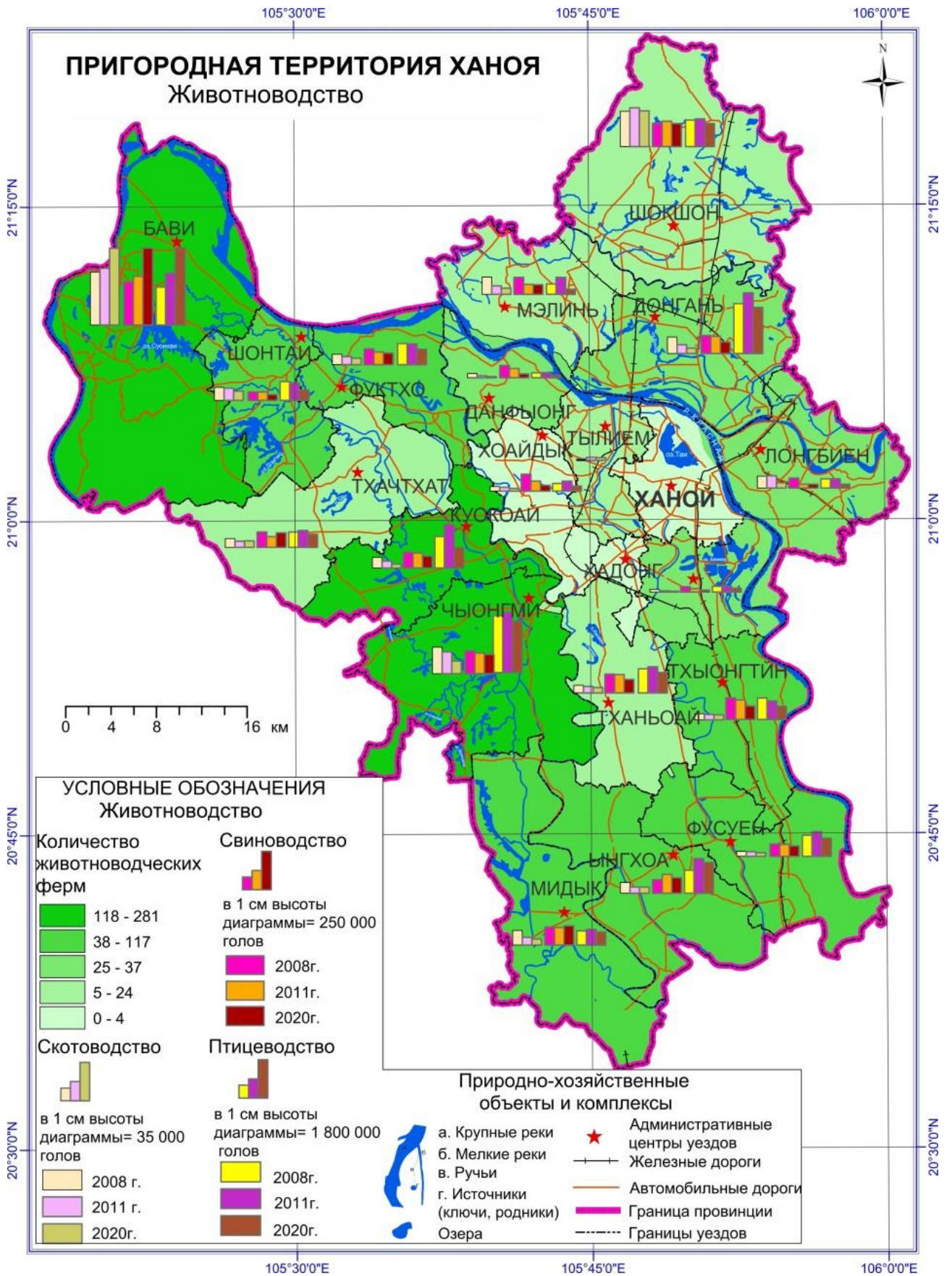


Рисунок 45 – Карта животноводства пригородной территории Ханоя (уменьшена)

4.5 Комплексная сельскохозяйственная Веб-карта пригородной Территории Ханоя

Веб-ГИС дает возможность публикации картографической продукции в Интернете, что позволяет передавать необходимую пользователям информацию и данные напрямую с различных исходных форматов. Веб-ГИС имеет возможность получения, редактирования и хранения данных через Интернет, что делает ее самым оптимальным и эффективным инструментом составления и использования картографических произведений на современном этапе.

Для составления и опубликования комплексной сельскохозяйственной карты Веб-карты была использована программа ArcGIS Online – ГИС-программа, которая позволит хранить, обновлять и находить картографические данные, управлять и делиться ими, а также создавать ГИС-приложения. ArcGIS Online имеет вид Веб-интерфейса, который работает только в среде Интернет. Поэтому для ее использования требуется иметь персональную учетную запись персонального устройства (компьютер, ноутбук, планшет, смартфон и др.) с входом в Интернет. Для этого достаточно бесплатно зарегистрироваться на сайте Arcgis.com [75].

Технологическая схема составления и публикации комплексной сельскохозяйственной Веб-карты с использованием программы ArcGIS Online представлена на рисунке 46.

Программа ArcGIS Online поддерживает множество форматов картографических векторных и информационных данных. В зависимости от наличия данных программа предусматривает три способа добавления новых слоев: из существующей карты, из файла, и из Интернета (рисунок 46).

Использование слоев из существующей карты осуществляется при редактировании ее векторных слоев в программе ArcGIS Online. Возможно добавление слоев путем загрузки нужных файлов из базы данных внешних устройств (компьютеров, дисков, флэш-накопителя) с помощью Веб-интерфейса программы ArcGIS Online. Программа поддерживает форматы CSV и TXT, (текстовые фор-

маты), SHP (векторный файл географических данных), GPX (текстовый формат хранения и обмена данными GPS-приборов). Способ добавления файлов из Интернета заключается в указании ссылки (в URL-форме) данных форматов CSV, KML (формат трехмерных пространственных данных в программе Google Планета Земля), WMS (Web Map Service-протокол передачи географических растровых данных в сети Интернет), сохраняемых в сети Интернет [75].

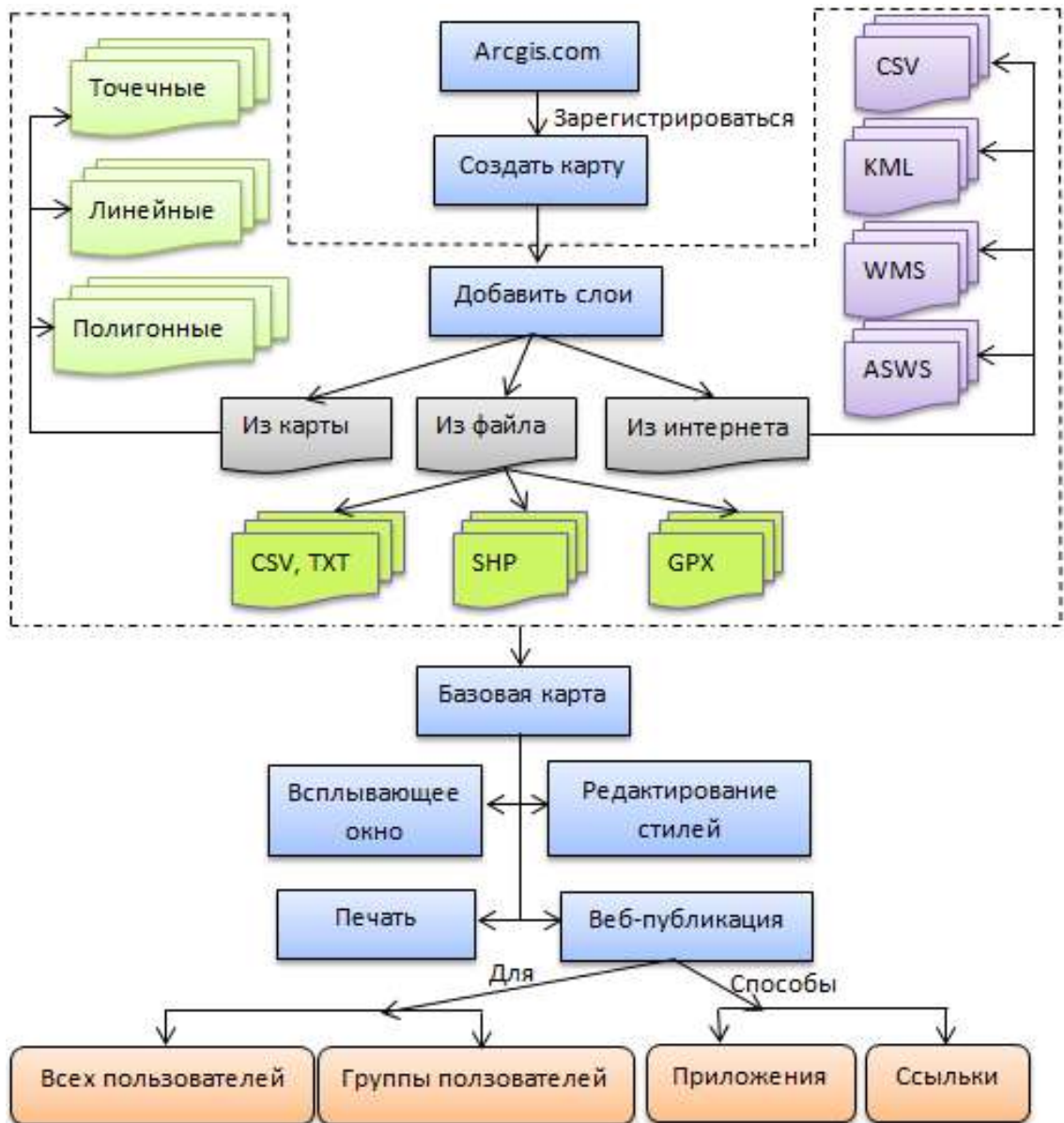


Рисунок 46 – Технологическая схема создания и публикации комплексной сельскохозяйственной Веб-карты

Базовая карта представляет собой подложку, на которую добавляются другие векторные слои для пополнения создаваемой карты. В программе ArcGIS Online реализованы многие базовые карты: снимки без надписей, снимки с надписями, топографические карты, улицы, открытые дорожные карты (Open Street Map) [75].

Блок редактирования слоев карты состоит из двух подблоков: настройки всплывающего окна и изменения стилей. Процедуры выполняются в отдельном всплывающем окне, которое появляется при нажатии на объект на карте и содержит геопространственную и атрибутивную информацию об объектах на карте. При настройке всплывающего окна можно добавить к нему изображения и различные диаграммы (круговые, столбчатые, линейные и гистограммы). Изменение стилей объектов на Веб-карте представляет собой процедуру выбора условных обозначений для объектов. Программа ArcGIS Online имеет библиотеку условных обозначений, как и у программы ArcGIS 10.1, поэтому для отображения комплексов и объектов на карте выбраны те же способы и условные обозначения, что и на комплексной сельскохозяйственной карте (рисунок 47) [50, 75].

Блок публикаций предназначен для публикации, обмена, передачи данных. На этом блоке исполнитель или администратор выбирает пользователей, имеющих доступ к просмотру карты, для ее показа. Имеется два уровня доступа к пользователям: для всех и для группы пользователей. Далее администратору необходимо выбрать способы публикаций данных для пользователей. В программе ArcGIS Online доступно два способа публикаций данных: по ссылке и по веб-приложению. Способ публикации по ссылке выполняется путем передачи пользователям веб-адреса (URL-link) сохраняемой карты, а способ публикации по веб-приложению выполняется путем создания приложения к карте и передачи его пользователям [76].

Интерфейс комплексной сельскохозяйственной Веб-карты, создаваемой с использованием программы ArcGIS Online, представлен на рисунке 47.

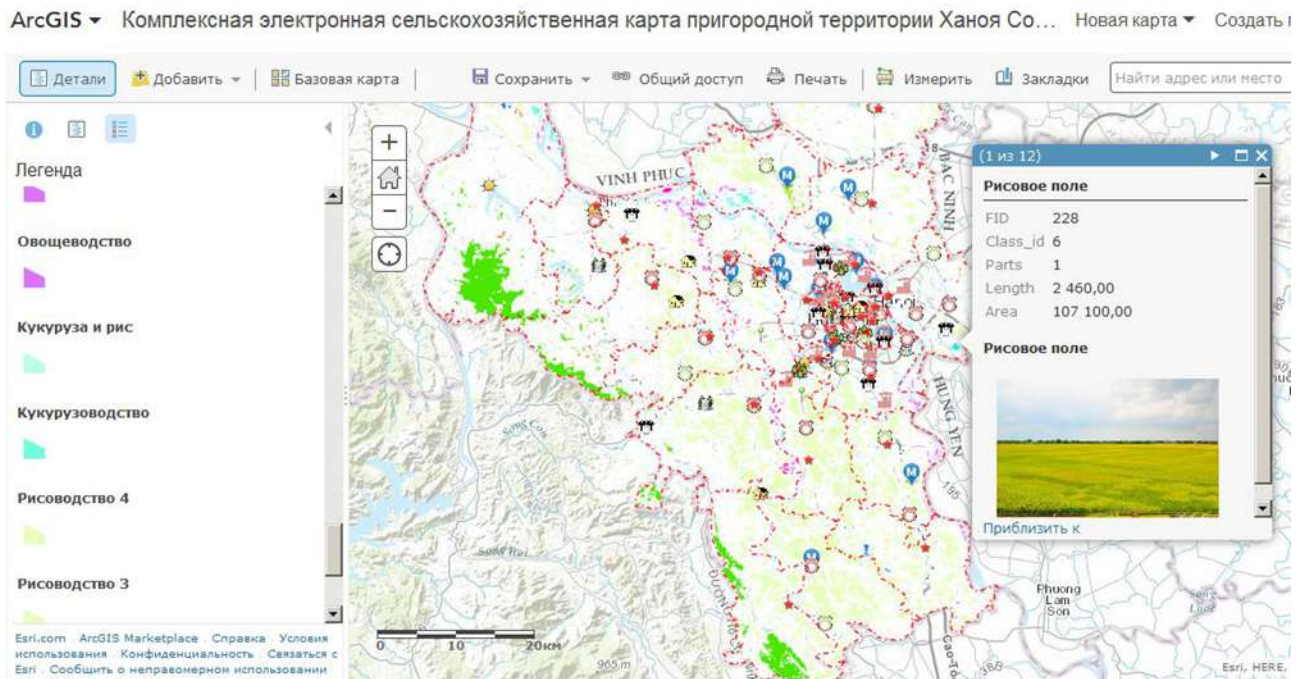


Рисунок 47 – Интерфейс комплексной сельскохозяйственной Веб-карты пригородной территории Ханоя

Преимущество комплексной сельскохозяйственной Веб-карты пригородной территории Ханоя по сравнению с КЭСК заключается в том, что она предоставляет гораздо больше информации, а при ее использовании не требуется легенда. Кроме того, Веб-карту можно оптимально использовать с помощью планшета, смартфона и других современных устройств. Недостаток карты заключается в известном ограничении возможностей ее использования, так как при этом всегда требуется доступ к Интернету.

Выводы

Пригородная территория Ханоя по своим природным и социально-экономическим условиям и сельскохозяйственной структуре оптимально характеризует особенности сельского хозяйства Северного Вьетнама и может служить эталоном для его изучения и картографирования. Методика и технология создания сельскохозяйственных карт на данную территорию может быть применена для создания сельскохозяйственных карт на другие районы Северного Вьетнама.

Совместное использование данных ДЗЗ из космоса и других источников информации и их интеграция с использованием современных геоинформационных технологий позволяет оптимально и оперативно составлять комплексные и аналитические сельскохозяйственных карты представлять их в электронном и цифровом виде.

Содержательная часть комплексной сельскохозяйственной карты и ее базы данных может быть корректно получена на основе компьютерной классификации космических снимков и комплексной обработке других источников. Созданная карта может быть использована в инвентаризации планировании и управлении сельскохозяйственной деятельностью Северного Вьетнама.

Комплексная электронная сельскохозяйственная карты и ее базы данных служат основой создания аналитических электронных сельскохозяйственных карт в интересах решения многих отраслевых сельскохозяйственного производства.

Комплексная сельскохозяйственная Веб-карта позволяет дистанционно решать многие задачи сельскохозяйственной деятельности на через Интернет и может применяться пользователями для оперативного получения информации о сельскохозяйственном состоянии территории и решения других задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований в диссертации были решены поставленные задачи и достигнута основная цель работы – разработано содержание, методика и технология создания КиАЭСК.

Итоги выполненных исследований:

– выполнен анализ природных, социально-экономических условий и сельскохозяйственных ресурсов Северного Вьетнама в интересах разработки содержания КиАЭСК;

– обобщен опыт и методологические особенности картографирования сельскохозяйственных комплексов для определения научно-технической основы создания комплексной сельскохозяйственной карты;

– разработаны тематическое содержание сельскохозяйственных карт и их легенды, служащие оригинальными образцами картографирования сельского хозяйства Вьетнама;

– разработаны методика и технология геоинформационного картографирования сельскохозяйственных объектов и комплексов, основанных на интеграции геоинформационных и дистанционных методов;

– составлены авторские экземпляры КЭСК и серии аналитических карт, которые могут быть использованы при сельскохозяйственном планировании и управлении;

– создана Веб-карта комплексной сельскохозяйственной карты – инструмента оперативного управления сельскохозяйственной территорией в решении задач, связанных с инвентаризацией и оценкой сельскохозяйственной деятельности.

Результаты диссертационного исследования в перспективе могут быть применены при разработке методических документов для освоения сельскохозяйственных территорий и веб-ориентированных технологий создания карт сельского хозяйства и смежных отраслей экономики.

В целом, развитие научных исследований связано с совершенствованием содержания сельскохозяйственных карт комплексного и аналитического типов, и расширением направлений использования разработанной технологии создания таких карт в сельском хозяйстве южно-азиатских стран.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Атлас сельского хозяйства Якутской АССР [Карты]. – М.: Изд-во ГУГК, 1989. – 115 с.
- 2 Атлас Байкальского региона [Карты]. Иркутск: Изд-во ИГУ СО РАН, 2009. – 101 с.
- 3 Алисов, Н. В. Экономическая и социальная география мира: учебник [Текст] / Н. В. Алисов, Б. С. Хорев. – М., 2003. – 704 с.
- 4 Батуев, А. Р. Тематическое картографирование региональных систем развития [Текст] / А. Р. Батуев, Д. А. Галес // География и природные ресурсы, 2007. – №3. – С. 42–48.
- 5 Берлант, А. М. Картография: учебник для вузов [Текст] / А. М. Берлант. – М., 2002. – 336 с.
- 6 Берлянт, А. М. Геоинформационное картографирование [Текст] / А. М. Берлант. – М., 1997. – 64 с.
- 7 Бешенцев, А. Н. Картографический мониторинг природопользования [Текст] / А. Н. Бешенцев // Геодезия и картография. – М., 2011. – № 3. – С. 14–18
- 8 Верещака, Т. В. Полевая картография [Текст]: учебное пособие / Т. В. Верещака, Н. С. Подобедов. – М., 1986. – 351 с.
- 9 Ву Суан Кыонг. Гис-технология генерализации изображения объектов гидрографии и дорожной сети на топографических картах Вьетнама [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.33 / Ву Суан Кыонг. – М, 2003. – 133 с.
- 10 Выгодская, Н. Н. Теория и эксперимент в дистанционных исследованиях растительности [Текст]: монография / Н. Н. Выгодская, И. И. Горшкова. – Л., 1987. – 249 с.
- 11 Гальков, Ч. В. Состояние и перспективы сельскохозяйственного картографирования Узбекской ССР [Текст] / Ч. В. Гальков, В. А. Шведова // Опыт землеустройства в орошаемых районах: Ташкент, 1968. – С. 114–131.

12 Гальков, Ч. В. Серия сельскохозяйственных карт как первый этап разработки регионального атласа [Текст] / Ч. В. Гальков, В. А. Шведова // Тр. Харьковск. с/х. ин-та. Харьков, 1970. – С. 42–48.

13 Дейвис, Ш. М. Дистанционное зондирование: количественный подход [Текст] / Ш. М. Дейвис. – М., 1983. – 415 с.

14 Дмитриев, П. П. Очередные мероприятия по составлению сельскохозяйственной карты [Текст] / П. П. Дмитриев // Социалистическое землеустройство, 1931. – № 10. – С. 36–40.

15 Донг Тхи Вить Фьонг. Исследование, обоснование и разработка картографических проекций для системы карт Вьетнама: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.33 / Донг Тхи Вить Фьонг. – М. – 2003. – 130 с.

16 Золовский, А. П. Карты сельского хозяйства административных районов [Текст] / А. П. Золовский // Вестник Киевского университета, 1962. – № 5. – Вып. 2. К. – С. 89–94.

17 Золовский, А. П. Проблемы комплексного картографирования экономики колхозов и совхозов административных районов и областей АССР [Текст]: автореф. дис. д-ра ...наук: 25.00.33/ А. П. Золовский. – Киев, 1969. – 50 с.

18 Карпик, А. П. Методологическое и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий [Текст]: монография / Карпик А. П. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 252 с.

19 Карта «Электронная административно-хозяйственная Усольского района Иркутской области» [Карта] / под науч. ред. д-ра техн. наук Л. А. Пластинина // НУПЦ «Сибэкокарта», ВостСиб АГП Роскартографии, 475 ВКФ. – Иркутск – Усолье, 1999. – 2 л.

20 Карта «Электронная природохозяйственная Боханского района Иркутской области» [Карта] / под науч. ред. д-ра геог. наук А. Р. Батуева, д-ра техн. наук Л. А. Пластинина // НУПЦ «Сибэкокарта», ВостСиб АГП Роскартографии, 475 ВКФ. – Иркутск; Боханский, 2004. – 2 л.

21 Карта «Природно-хозяйственная Черемховского района Иркутской области» [Карта] / под науч. ред. д-ра техн. наук Л. А. Пластинина // НУПЦ «Сиб-

экокарта», ВостСиб АГП Роскартографии, 475 ВКФ. – Иркутск – Черемхово, 1999. – 2 л.

22 Кашкин В. Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса: цифровая обработка изображений [Текст]: учебное пособие / В. Б. Кашкин, А. И. Сухинин. – М., 2001. – 264 с.

23 Классификатор тематических задач оценки природных ресурсов и окружающей среды, решаемых с использованием материалов дистанционного зондирования Земли [Текст]. – Иркутск: Байкальский центр, 2008. – 80 с.

24 Книжников, Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований [Текст] / Ю. Ф. Книжников, В. И. Крацова, О. В. Тутубалина. – М.: Академия, 2004. – 336 с.

25 Кондратьев, К. Я. Спектральная отражательная способность и распознавание растительности [Текст] / К. Я. Кондратьев, П. П. Федченко. – М.: Гидрометеиздат, 1982. – 215 с.

26 Кравцова, В. И. Дешифрирование многозональных аэрокосмических снимков. Методика и результаты [Текст] / В. И. Кравцова, Р. З. Сагдеев, К. А. Салищев и др. – М., 1982. – 85 с.

27 Кринов, Е. Л. Спектральная отражательная способность природных образований [Текст] / Е. Л. Кринов. – М., – 1947. – 247 с.

28 Куропатенко, Ф. К. Об использовании планов земель колхозов для целей картографирования [Текст] / Ф. К. Куропатенко. – Геодезист. М., 1940. – № 6. – С. 42–45.

29 Левицкий, И. Ю. Научные основы комплексного сельскохозяйственного картографирования [Текст] / И. Ю. Левицкий. – М., 1975. – 204 с.

30 Левицкий, И. Ю. Сельскохозяйственное картографирование территории колхозов, совхозов, административных районов и областей в связи с интенсификацией и специализацией сельского хозяйства [Текст] / И. Ю. Левицкий. – М.: Харьков, 1966. – С. 127–139.

31 Лисицкий, Д. В. Геоинформатики [Текст]: учебное пособие / Д. В. Лисицкий. – Новосибирск: СГГА, 2012. – 114 с.

32 Лопандя, А. В. Основы ГИС и цифрового тематического картографирования [Текст] / А. В. Лопандя, В. А. Немтинов. – Тамбов, 2007. – 72 с.

33 Людмила, Н. Ч. Автоматизированная обработка аэрокосмической информации для картографирования геопространственных данных / Н. Ч. Людмила. – М., 2013. – 96 с.

34 Никишов, В. М. Сельскохозяйственные карты и атласы [Текст] / В. М. Никишов. – М.: Геодеиздат, 1957. – 184 с.

35 Никишов, В. М. Составление и редактирование сельскохозяйственных карт и атласов / В. М. Никишов. – М.: ЦНИИГАиК. Геодезидат, 1959. – Вып. 130. – 272 с.

36 Никишов, В. М. О методике построения областных сельскохозяйственных карт [Текст] / В. М. Никишов // сб. статей по картографии. – М.: Геодезиздат, 1958. – Вып.10. – С. 3–17.

37 Нгуен Ле Тхием. Разработка содержания, методики и технологии создания карт и ГИС историко-культурного и природного наследия Вьетнама: дис...канд. техн. наук: 25.00.33 / Нгуен Ле Тхием. – М., 2006. – 170 с.

38 Олзоев, Б. Н. Методика создания цифровых топографо-тематических карт с использованием ГИС и ДЗЗ из космоса [Текст] / Б. Н. Олзоев, Хоанг Зыонг Хуан // Материалы II Всерос. молодежной научно-практ. школы-конф. «Наука о Земле. Современное состояние». Новосибирск. – 2014. – С.285–287.

39 Официальный сайт Геологической службы США. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://earthexplorer.usgs.gov/>

40 Паномарчук, А. И. Дистанционное зондирование в картографии: практикум [Текст]: учеб. пособие / А. И. Паномарчук, Е. С. Черепанова, А. Н. Шихов. – Пермь, 2013. – 100 с.

41 Пластинин, Л. А. Разработка методики автоматизированного установления границ элементов гидрографии по разновременным космическим снимкам [Текст] / Л. А. Пластинин, Хоанг Зыонг Хуан, Чинь Ле Хунг // Вестник ИрГТУ. – 2013. – № 10. – С. 91–95.

42 Пластинин, Л. А. Оценка температуры территории города Ханоя по изображению спутника Landsat 7 ETM+ и ее картографирование [Текст] / Л. А. Пластинин, Хоанг Зыонг Хуан, Чинь Ле Хунг // Вестник ИрГТУ. – 2014. – № 3. – С. 65-71.

43 Пластинин, Л. А. Геоинформационное картографирование сельскохозяйственных угодий на территории Вьетнама с использованием данных ДЗЗ [Текст] / Л. А. Пластинин, Хоанг Зыонг Хуан // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля 2015 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т. Т. 2. – Новосибирск: СГУГиТ, 2015. – С. 50 – 54.

44 Пластинин, Л. А. Картографирование сельскохозяйственных культур Вьетнама с использованием ГИС и данных многозональной космической съемки LANDSAT-7 [Текст] / Л. А. Пластинин, Хоанг Зыонг Хуан // Геодезия и картография. – 2015. – № 7. – С. 31–35.

45 Пластинин, Л. А. Создание серии электронных сельскохозяйственных карт Северного Вьетнама с использованием ГИС-технологий и данных ДЗЗ из космоса [Текст] / Л. А. Пластинин, Б. Н. Олзоев, Хоанг Зыонг Хуан // Интергеоэкспо ГЕО-Сибирь–2016. XII Междунар. науч. конгр. 18-22 апреля 2016 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т. Т. 1. – Новосибирск – СГУГиТ, 2016. – С. 110–116.

46 Понькина, Е. В. Геоинформационные технологии в сельскохозяйственном производстве [Текст]: монография / Е. В. Понькина. – Барнаул, 2005. – 226 с.

47 Прохорова, Е. А. Социально-экономические карты [Текст]: учебное пособие / Е. А. Прохорова. – М., 2010. – 424 с.

48 Программный комплекс ENVI [Текст]: учебное пособие. – М.: Компания «Совзонд», 2007. – 265 с.

49 Ромашова, Л. А. Основы тематической картографии [Текст] / Л. А. Ромашова, О. Н. Николаева. – Новосибирск: Изд-во СГГА, 2013. – 86 с.

50 Руководство пользователя «Mapinfo Professional» [Текст]: учебное пособие. – М.: Pitney Bowes. – 2010. – 774 с.

51 Руководство пользователя «ARCMAP» [Текст]: учебное пособие. – М., 2005. – 707 с.

52 Свободная энциклопедия Википедия, статья «Вьетнам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Вьетнам](https://ru.wikipedia.org/wiki/Вьетнам)

53 Свободная энциклопедия Википедия, статья «Ханой» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Ханой](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ханой)

54 Сильвестрова, С. И. Больше внимания сельскохозяйственной карте [Текст] / С. И. Сильвестрова // Социалистическое землеустройство. – 1931. – № 12. – С. 6–19.

55 Ступин, В. П. Мониторинг и картографирование возрастных категорий рисовых посевов на основе данных многозональной съемки Landsat 7 ETM+ [Текст] / В. П. Ступин, Хоанг Зыонг Хуан, Чинь Ле Хунг // Вестник ИрГТУ. – 2014. – № 4. – С. 85–90.

56 Сухов, В. И. Сельскохозяйственное картографирование [Текст] / В.И. Сухов, Я. И. Юровский, М. И. Никишов, Г. И. Лиодт, Е. Г. Сергунин. – М.: Изд-во «Колос», 1970. – 304 с.

57 Тикунов, В. С. Основы геоинформатики [Текст]: учебное пособие / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др. – М., 2004. – Кн. 1. – 371 с.

58 Тикунов, В. С. Основы геоинформатики [Текст]: учебное пособие / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др. – М., 2004. –Кн. 2 – 491с.

59 Условные знаки для топографических карт масштабов 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000. – М.: ВТУ ГШ, 1983. – 90 с.

60 Хоанг Зыонг Хуан. Картографирование сельскохозяйственных культур по космическим снимкам среднего разрешения [Текст] / Хоанг Зыонг Хуан // Материалы VII научно-практ. конф. молодых ученых по наукам о Земле. Новосибирск. – 2014. – С. 438–439.

61 Хоанг Зыонг Хуан. Создание карты использования земель на территории Вьетнама на основе ГИС и ДЗЗ из космоса [Текст] / Хоанг Зыонг Хуан // Ин-

терэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля 2015 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т. Т. 2. – Новосибирск: СГУГиТ, 2015. – С. 63–67.

62 Хоанг Зыонг Хуан. Технические основы создания комплексной цифровой сельскохозяйственной карты Вьетнама на основе геоинформационных систем и дистанционного зондирования Земли из космоса [Текст] / Хоанг Зыонг Хуан // Вестник ИрГТУ. – 2015. – № 6. – С. 61–68.

63 Хрущев, А. Т. Экономическая и социальная география России (Высшее образование) [Текст]: учебник для вузов / А. Т. Хрущев. – М., 2001. – 672 с.

64 Хрупов, С. В. Тенденции развития программного обеспечения ГИС [Текст] / С. В. Хрупов // Информ. бюллетень ГИС-ассоциации, 1999. – № 3. – С. 129–135.

65 Цыдыпова, М. В. Геоинформационное картографирование лесной растительности особо охраняемых природных территорий (на примере забайкальского национального парка) [Текст]: автореф. ... канд. техн. наук: 25.00.33 / Цыдыпова Марина Владимировна. – Новосибирск. – 2013. – 24 с.

66 Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы [Текст]: учебное пособие / А. М. Чандра, С. К. Гош. – М., 2008. – 308 с.

67 Чижмаков, А. Ф. Основные вопросы картографирования сельского хозяйства Центрально-Черноземной зоны СССР [Текст] / А. Ф. Чижмаков // Сб. тр. Воронежск. с.х. ин-та., Воронеж, 1964. – Т. XXXI – С. 121–126.

68 Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование: методы и модели обработки изображений [Текст]: учебное пособие / Р. А. Шовенгердт. – М., 2010. – 592с.

69 Шоцкий, В. П. Картографические методы изучения географических проблем сельского хозяйства (на примере юга Восточной Сибири) [Текст]: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.33 / В.П. Шоцкий. – М., 1968. – 46 с.

70 Шоцкий, В. П. Картографические методы исследования географических проблем сельского хозяйства (на примере юга Восточной Сибири) [Текст]: учебник для вузов / В. П. Шоцкий. – Л.: Наука, 1970. – 139 с.

71 Шоцкий, В. П. Картографирование сельскохозяйственного производства как метод изучения производительных сил в сельском хозяйстве [Текст] / В. П. Шоцкий // Мат-лы I симпозиума по комплексному географическому картографированию. – Иркутск, 1959. – С. 41–44.

72 Юровский, Я. И. Составление сельскохозяйственных карт и атласов территорий колхозов, совхозов и административных районов [Текст]: учебное пособие / Я. И. Юровский. – М.: Колос, 1972. – 61 с.

73 Январева, Л. Ф. Карты сельского хозяйства [Текст] / Л. Ф. Январева // Тр. ЦНИИГАиК. – М.: Недра, 1964. – Вып. 150, ч. 1. – С. 55–88.

74 Январева, Л. Ф. Карты сельского хозяйства [Текст] / Л. Ф. Январева // Тр. ЦНИИГАиК. – М.: Геодезиздат, 1966. – Вып. 166, ч. 2. – С. 22–48.

75 Adisalem Asefa. Land Suitability Evaluation Agricultural Land Suitability Evaluation for Selected Rainfed Crops Using GIS and Remote Sensing Techniques / Adisalem Asefa. – Müller, 2010. – 84 p.

76 ArcGIS Online for Organization: Guide. – USA.: ERSI Company, 2010.– 59 p.

77 Denegre, J. Thematic Mapping from Satellite Imagery. Elsevier Applied Science / J. Denegre, 1988. – 214 p.

78 Đoàn Văn Điềm. Giáo trình khí tượng nông nghiệp/ Đoàn Văn Điềm. – Hà Nội: Đại học Nông nghiệp, 2008. – 225 tr.

79 Dương Văn Khảm. Sử dụng tư liệu viễn thám đa thời gian để đánh giá biến động chỉ số thực vật lớp phủ và 1 số phân tích về thời vụ và trạng thái sinh trưởng của cây lúa Đồng bằng sông Cửu Long / Dương Văn Khảm, Bùi Đức Giang, Chu Minh Thu, Nguyễn Thị Huyền // Hội nghị khoa học viện khí tượng thủy văn lần thứ 10, 2007. – Tr. 1–9.

80 Dương Văn Khâm. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS phục vụ giám sát trạng thái sinh trưởng, phát triển và dự báo năng suất lúa ở Đồng bằng sông / Hồng Dương Văn Khâm. – Hà Nội, 2014. – 120 tr.

81 Francis J. Pierce. GIS Applications in Agriculture/ Francis J. Pierce, David Clay. – USA: CRC Press, 2007. – 224 p.

82 Guangxing Wang. Remote Sensing of Natural Resources / Guangxing Wang, Guangxing Wang. – USA: CRC Press, 2013. – 580 p.

83 Hồ Đình Doan. Xử lý ảnh kỹ thuật số viễn thám / Hồ Đình Doan. TP HCM: NXB «TPHCM», 2004. – 212 tr.

84 Hoàng Thanh Tùng. Cơ sở kỹ thuật viễn thám/ Hoàng Thanh Tùng. - Hà Nội: Đại học Nông nghiệp, 2002. – 215 tr.

85 James W. Quinn. Band Combination [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://web.www.pdx.edu/emch/ipl/bandcombination.html>

86 John A. Richards. Remote Sensing Digital Image Analysis / John A. Richards, Xiuping Jia. – USA: Springer, 2006. – 453 p.

87 Ký hiệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50 000 và 1:100 000. – Hà Nội: Tổng cục địa chính, 1998. – 64 tr.

88 Landsat Product Information [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://landsat.usgs.gov/NewMSSProduct.php>

89 Lam Dao Nguyen. The use of SAR data for Rice crops monitoring – A case study of Mekong River Delta – Viet Nam / Lam Dao Nguyen, N Le. Toan, Floung N // The 26th Asian Conference on RS. Viet Nam, Ha Noi, 2005. – Tr. 256– 263.

90 Lam Dao Nguyen. Rice crop monitoring by using remote sensing data / Lam Dao Nguyen // Journal of Science of the Earth. Viet Nam, 2014. – № 7. – P. 286–293.

91 Lam Dao Nguyen. Rice crop mapping in the Mekong River Delta using TerraSAR-X radar remote sensing data/ Lam Dao Nguyen, Hoang Thi Phung // Journal of Science of the Earth. Viet Nam, 2014. – № 6– P. 185–191.

92 Lâm Quang Đốc. Bản đồ đại cương / Lâm Quang Đốc, Phạm Ngọc Đình, Lê Huỳnh. – Hà Nội, 1995. – 218 tr.

- 93 Lê Thông. Địa lý các tỉnh thành phố Việt Nam / Lê Thông, Nguyễn Văn Phú, Nguyễn Minh Tuệ, Lê Huỳnh và nnk. – Hà Nội: Nxb Giáo dục, 2006. – 164 tr.
- 94 Machael Epprecht. Agricultural atlas of VietNam / Machael Epprecht, Timothy Robinson, Nguyen Sinh Cuc, Le Trung Hieu and etc. – Ha Noi: Cartographic Publishing house, 2001.– 152 p.
- 95 Ngô Đạt Tâm. Atlas địa lý Việt Nam [maps]/ Ngô Đạt Tâm , Vũ Tuấn Cảnh, Nguyễn Tiến Dũng và nnk. – Hà Nội: Nxb Giáo dục, 2004. – 28 tr.
- 96 Ngô Trần Ai. Giáo Trình Địa Lý kinh tế xã hội Việt Nam / Ngô Trần Ai, Vũ Dương Thụy, Phí Công Việt. – Ha Noi: Nxb Giao Duc, 2005. – 279 tr.
- 97 Nguyễn Văn Thòa. Địa Lý Hà Nội / Nguyễn Văn Thòa, Nguyễn Thiên Giáp, Bùi Công Hoài, Phạm Khắc Lợi và nnk . . – Hà Nội: Nxb DHQG Hà Nội, 2001. – 53 tr.
- 98 Nguyễn Hữu Xuân. Địa lý tự nhiên đại cương / Nguyễn Hữu Xuân, Phan Thái Lê. – Quy Nhơn, 2010. – 210 tr.
- 99 Nguyễn Đức Thuận. Bài giảng viễn thám / Nguyễn Đức Thuận. – Hà Nội: NXB «DH NN1», 2004. – 256 tr.
- 100 Nnadozie C. Oraguzie. Association Mapping in Plants / Nnadozie C., Erik H.A. Rikkerink, Susan E. Gardiner. – USA: Springer, 2007. – 278 p.
- 101 Nellis M. D. Remote Sensing of Cropland Agriculture / M. D.Nellis, Kevin P. Price // The SAGE Handbook of Remote Sensing. – USA: SAGE Publications Ltd, 2009. – Pp. 234–261.
- 102 Qihao Weng. Remote Sensing and GIS Integration Theories, Methods, and Applications Theory, Methods, and Applications / Qihao Weng. – USA: McGraw-Hill Professional, 2009. – 416 p.
- 103 Quyết định Phê duyệt quy hoạch tổng thể phát triển sản xuất ngành nông nghiệp đến năm 2020 và tầm nhìn đến 2030. – Hà Nội, 2012. – 17tr.
- 104 Quyết định về việc phê duyệt quy hoạch tổng thể khu và vùng nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao đến năm 2020, định hướng đến năm 2030. Hà Nội, 2015. – 15tr.

105 Shields J. A. Land systems mapping and field pattern analysis in an agricultural area, Wynyard, Saskatchewan / J. A. Shields. – Canada: Land Resource Research Institute, 1981. – 137 p.

106 Steven M. D. Applications of Remote Sensing in Agriculture / M. D. Steven, J. A. Clark. – USA: Butterworth-Heinemann, 1985. – 444 p.

107 Rajinder Nagi. On map scale and raster resolution / [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2010/12/12/on-map-scale-and-rasterresolution/>

108 Trang web của tổng cục thống kê, bài báo «Tổng cục thống kê» / [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://thongkehanoi.gov.vn/frontend>

109 Trang web của cục viễn thám quốc gia, bài «Cục Viễn Thám quốc gia – lịch sử hình thành và phát triển» / [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://rsc.gov.vn/index.php?language=vi&nv=about&op=Lich-su-phat-trien>

110 Waldo Tobler. Measuring Spatial Resolution/ Waldo Tobler // Land Resources Information Systems Conference. – Beijing, 1987. – pp. 12–16.

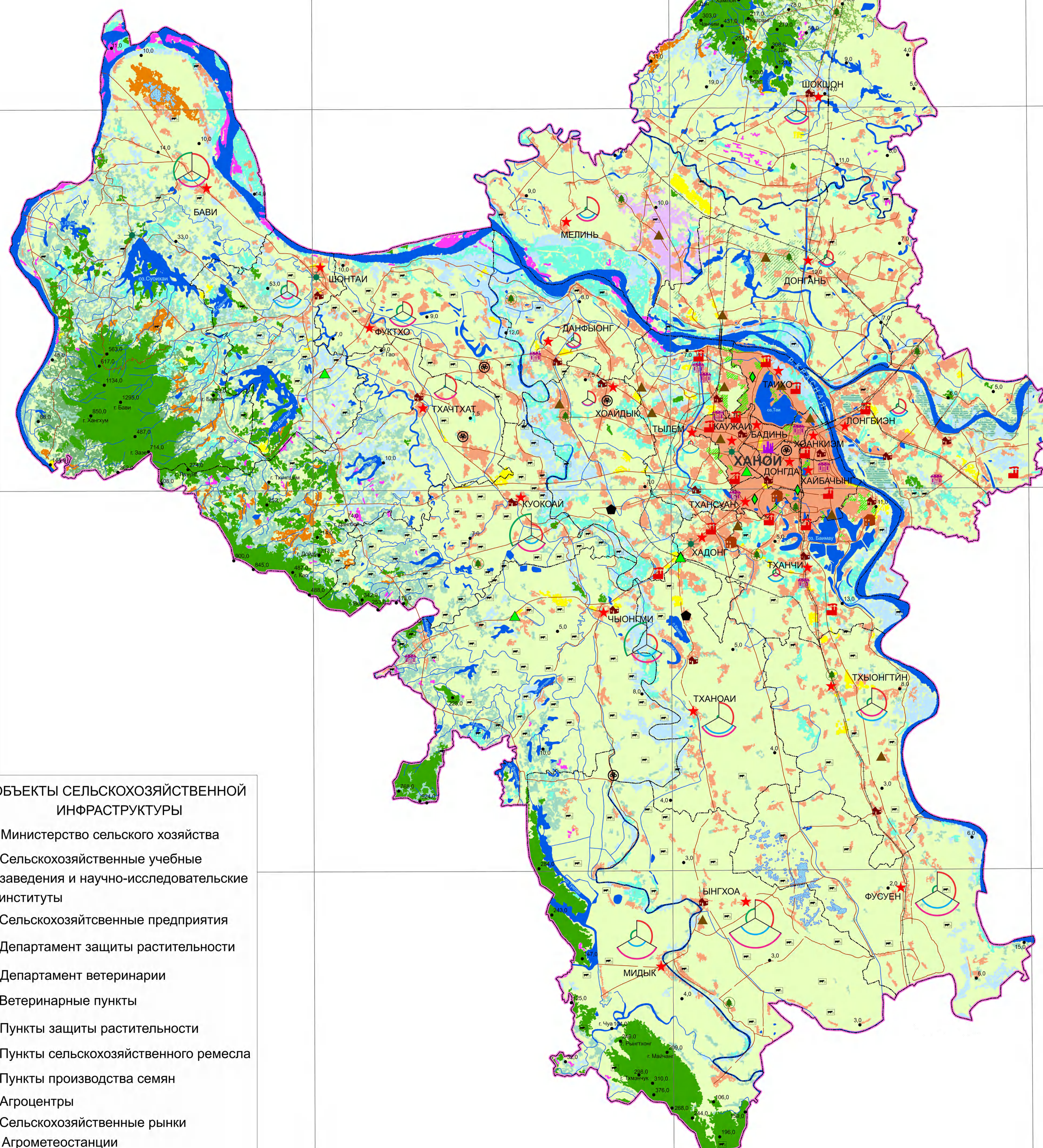
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

КОМПЛЕКСНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
КАРТА ПРИГОРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ХАНОЯ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ ВЬЕТНАМ

КОМПЛЕКСНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ КАРТА ПРИГОРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ХАНОЯ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ВЬЕТНАМ

0 1 2 4 6 8 Km



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ

- Рисоводство
- Кукурузоводство
- Овощеводство
- Цветоводство
- Садоводство
- Кормовые культуры
- Однолетние насаждения
- Кукуруза и рис
- Овощи и рис
- Овощи и цветы
- Рыбоводство
- Животноводство
(1 символ = 8 животноводческих ферм)

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- I. Занятость населения сельским хозяйством
в 1 мм радиуса сегмента = 3% населения
- II. Обеспеченность населения зерновыми культурами
в 1 мм радиуса сегмента = 20 кг/чел.
в 1 мм радиуса сегмента = 150 кв.м/чел.
- III. Животноводство
в 1 мм радиуса сегмента = 10 ферм

ОБЪЕКТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

- Министерство сельского хозяйства
- Сельскохозяйственные учебные заведения и научно-исследовательские институты
- Сельскохозяйственные предприятия
- Департамент защиты растительности
- Департамент ветеринарии
- Ветеринарные пункты
- Пункты защиты растительности
- Пункты сельскохозяйственного ремесла
- Пункты производства семян
- Агроцентры
- Сельскохозяйственные рынки
- Агрометеостанции

ПРИРОДНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

- а. Крупные реки
- б. Мелкие реки
- в. Ручьи
- г. Источники (ключи, родники)
- Озера
- Высотные отметки
- Лесные массивы
- Парки, скверы
- Открытые грунты

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

- Площади населенных пунктов
- Площади промышленных комплексов
- Железные дороги
- Автомобильные дороги
- Граница провинции
- Границы уездов
- Центры административных районов

105°15'0"E

105°30'0"E

105°45'0"E

106°0'0"E

21°15'0"N

21°15'0"N

21°0'0"N

21°0'0"N

20°45'0"N

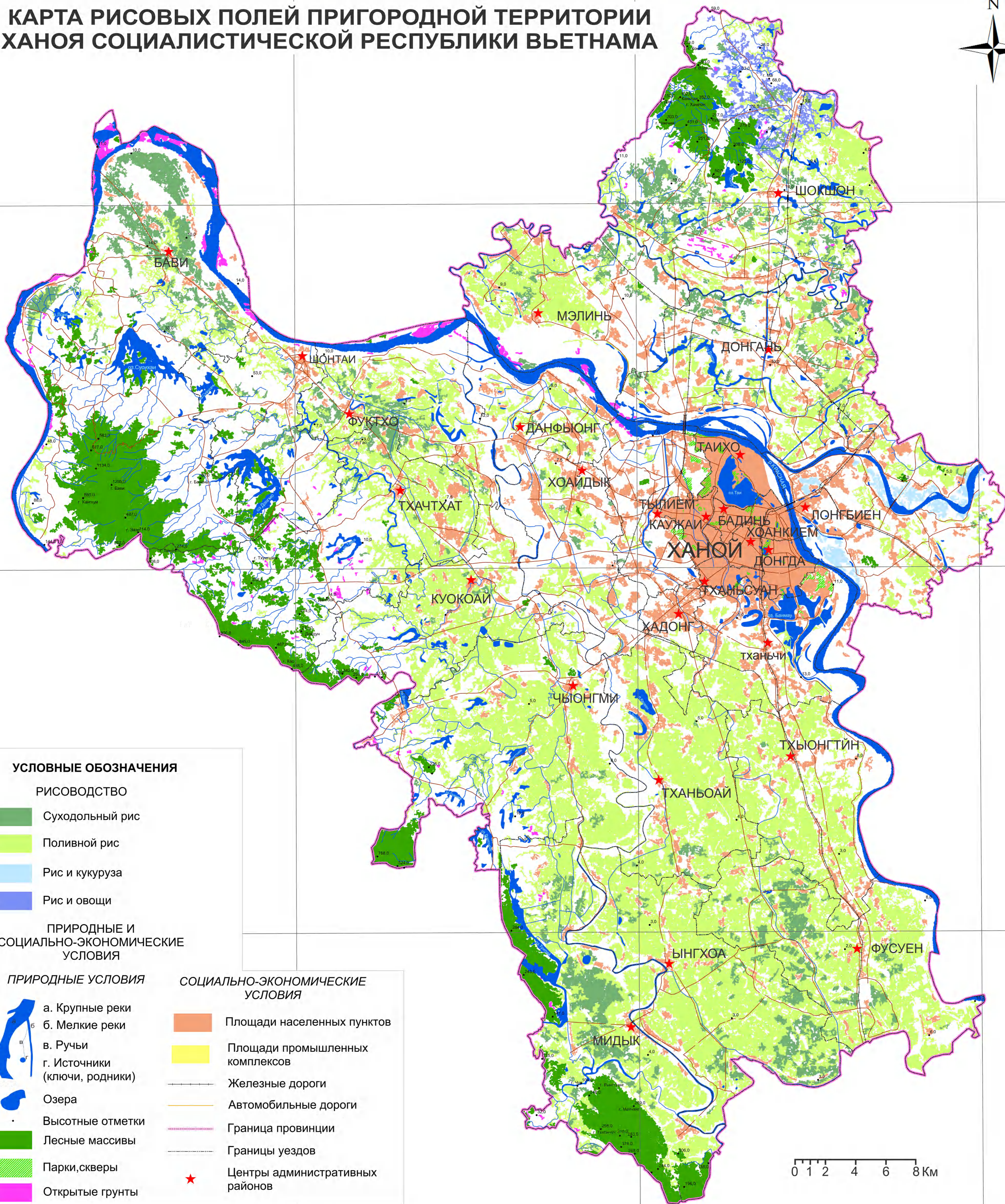
20°45'0"N

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

КАРТА РИСОВЫХ ПОЛЕЙ ПРИГОРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ХАНОЯ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ВЬЕТНАМ

КАРТА РИСОВЫХ ПОЛЕЙ ПРИГОРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ХАНОЯ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ВЬЕТНАМА



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

РИСОВОДСТВО

- Суходольный рис
- Поливной рис
- Рис и кукуруза
- Рис и овощи

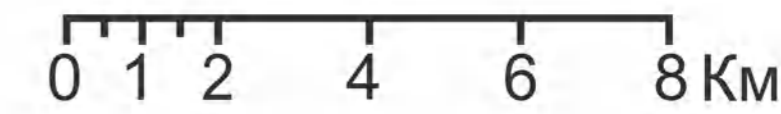
ПРИРОДНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

- а. Крупные реки
- б. Мелкие реки
- в. Ручьи
- г. Источники (ключи, родники)
- Озера
- Высотные отметки
- Лесные массивы
- Парки, скверы
- Открытые грунты

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

- Площади населенных пунктов
- Площади промышленных комплексов
- Железные дороги
- Автомобильные дороги
- Граница провинции
- Границы уездов
- Центры административных районов



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(рекомендуемое)

ОБРАЗЕЦ

РЕДАКЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по разработке и созданию электронных «Инженерно-хозяйственных карт муниципальных образований (сельскохозяйственных (ПХК), лесохозяйственных (ЛХК), административно-хозяйственных (АХК) в масштабах 1:100 000 – 200 000)

Г.1 Общие картографические вопросы

Г.1.1 Инженерно-хозяйственные карты (ИХК) – карты нового типа, создаваемые на точной топографической (геодезической) основе, с использованием имеющих ведомственных и отраслевых материалов и карт, с применением космической информации и современных средств картографии.

Г.1.2 Основным преимуществом и достоинством ИХК является комплексность отображения на них:

- общегеографических элементов карты (картографическая основа) – рельеф гидрографии, дорожной сети, всех населенных пунктов и жилых мест (зимовий, летнике охотничьих стоянок и др.);

- природно-экологических комплексов – ландшафтных территорий, с указанием их современного и потенциального хозяйственного использования (воздействия);

- природных ресурсов территории – лесных, минеральных, земельных, водных и др.;

- промышленных и хозяйственных объектов и комплексов – промышленных предприятий и комплексов, горнодобывающих и геологоразведочных объектов природохозяйственных структур и т.п.;

- природоохраняемых территорий – заповедников, национальных и природных парков, заказников, памятников природы, рекреационных местностей и др.

Электронные ИХК создаются на точной топографической основе в масштабе; 1:100000–200000; на отдельные согласованные территории в масштабе 1:50000 и крупнее.

Г. 2 Цели и задачи создания электронных «Инженерно-хозяйственных карт муниципальных образований (МО)».

Г.2.1 ИХК МО – комплексные карты для административных и хозяйственных руководителей, для оптимальной оценки современного состояния природных условий ресурсов, для принятия решений о рациональном их использовании, в целях оценки чрезвычайных экологических ситуаций и катастроф на картографируемых территориях, в т. пожаров, паводков-наводнений, опасных геологических процессов и др.

Г.2.2 ИХК МО – могут успешно использованы для экологического образования и воспитания учащихся школ, училищ, техникумов (колледжей), студентов вузов, а также для экологического просвещения населения районов области.

Г.2.3 ИХК МО – комплексные карты для рекламы и пропаганды о природных достопримечательностях и природных ресурсах районов (регионов) рекомендуются качестве современных картографических документов для отечественных и зарубежных инвесторов и спонсоров при планировании и разработке новых проектов освоения природных ресурсов на территории районов области.

Г.2.4 ИХК МО – комплексные карты при планировании и разработке природоохранных мероприятий на территориях, картографический документ для планирования и организации отдыха и туризма, в т.ч. для иностранных туристов и гостей.

Г. 3 Содержание «Инженерно-хозяйственных карт муниципальных образований (МО)».

Г.3.1 ИХК МО создаются в масштабах 1:100000 - 200000 в границах МО, отображением общегеографических элементов территорий, в т.ч. прилегающих административным границам района с возможным созданием крупномасштабных электронных карт (в масштабе 1:50000) на территории новых МО 1-го уровня.

Г.3.2 По содержанию ИХК включают следующие слои картографической основы тематического содержания.

Г.3.2.1 *Общегеографические элементы карты (картографическая основа):*

- топографическая (геодезическая) основа (географические координаты, опорные пункты и отметки высот) и др.;
- рельеф отображается горизонталями с основным сечением 20 и 40 м вне-масштабными условными знаками (обрывы, овраги, промоины, карстовые воронки, др.) с указанием количественных характеристик отдельных форм рельефа;
- гидрография (реки и озера). отображаются все реки и озера, имеющиеся на топографических картах средних масштабов. для них указываются абсолютные отметки урезов воды в реках и озерах на меженный (средний и многолетний низкий) уровень. отображаются заболоченные участки и болота на территории округа;
- гидротехнические сооружения (на крупных реках и водохранилищах);
- населенные пункты на карту наносятся границы всех населенных пункта кварталы, отдельно расположенные строения. также отображаются все существующие (т.ч. и не жилые) стационарные зимовья, летники, рыболовные и промышленные стоянки лесозаготовительные пункты и др.;
- дорожная сеть на карту наносится вся имеющаяся на момент картографирования железные и автомобильные дороги, зимние дороги (зимники), вьючные и пешеходные тропы;
- дорожные сооружения;
- промышленные и социально-культурные объекты (в т.ч. объекты природного культурного наследия);
- грунты и поверхности;
- естественная и культурная растительность (лесной покров с отображением массивов преобладающих пород леса);
- все виды границ: государственные (при наличии), между субъектами рф, районные, утвержденные границы между мо 1-го уровня.

Более детальное описание содержания карт и слоев и их электронных кодов приводится в классификаторе электронных версий карт.

Г.3.2.2 *Природные комплексы (ПК) и природно-экологические комплексы (ПЭК)* отображаются цветным фоном или границами с фоновой закрашкой различных ландшафтов на территории МО, приуроченные к различным формам рельефа, характерной растительностью (с указанием преобладающих лесных пород) и почвами граница выделенных ПК (ПЭК). В легенде карты для каждого ПК (ПЭК) указывается современное и потенциальное его хозяйственное использование (воздействие).

Г.3.2.3 *Природные ресурсы* и их основные пользователи и потребители. Отображаются земельные, лесные, водные, минеральные и др. ресурсы на территории МО:

– на ПриИХК наносятся ареалы приуроченности и местоположения всех видов минеральных ресурсов и полезных ископаемых: рудных, топливных, драгоценных металлов и камней, строительных материалов и др.;

– по возможности и при наличии ведомственных материалов (карт) на ПриИХК отображаются в принятой классификации местообитания диких копытных животных) возможно, другие биоресурсы.

Г.3.2.4 *Сельскохозяйственные объекты*. Показываются сельскохозяйственные земли включающие сельскохозяйственные угодья – пашни, сенокосы и пастбища, а таю территории и объекты современных землепользователей – акционерных общее подсобных, крестьянских и фермерских хозяйств, садоводческих и кооперативных объединений.

Г.3.2.5 *Промышленные и хозяйственные объекты*. На карте отображаются в крупные населенные пункты с указанием основных видов обрабатывающих горнодобывающих отраслей. Также на картах отображаются местоположения наиболее известных районов геологоразведочных работ. Отображаются места добычи строительных материалов, в т.ч. все крупные карьеры вдоль автомагистралей.

Г.3.2.6 *Лесохозяйственные объекты.* Изображаются основные ареалы лесообразующих пород, площади вырубок, гарей и участки леса, пострадавшие энтомофагов; крупные просеки. Указываются основные лесохозяйственные предприятия (лесхозы при наличии, лесничества, лесные участки, лесные дачи) лесопользователи и арендаторы леса. Отображается, в т.ч. в электронном виде сет кварталов лесоустойчивой сети при наличии лесхозов, лесничеств, лесных участков дач.

Г.3.2.7 *Границы.* На картах наносятся административные границы субъектов РФ административных районов, и утвержденные границы новых городских, сельских поселковых муниципальных образований, в т.ч. МО 1-го уровня. На ПриКИХК отображаются границы всех современных землепользователей: сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности (АО, фермерские хозяйства и др.), лесохозяйственных предприятий (лесхозов при наличии, лесничеств, лесопромышленных предприятий и др. лесопользователей), водохозяйственных органов и др. По возможности отображаете качество сельскохозяйственных земель и лесного фонда.

Г.3.2.8 *Природоохраняемые территории.* На картах отображаются границы всех видов природоохраняемых территорий: заповедников, национальных и природных парков заказников, памятников природы и др., а также другие объекты природного и культурного наследия.

Г.3.2.9 На полях карты дается *информационная справка* о природных условиях ресурсах района, о качестве земельного и лесного фонда, приводятся характеристики основных отраслей промышленности и сельского хозяйства.