

Хоанг Зыонг Хуан



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

25.00.33 – Картография

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Новосибирск – 2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Пластинин Леонид Александрович.

Официальные оппоненты:

Бешенцев Андрей Николаевич

доктор географических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук (БИП СО РАН), заведующий лабораторией геоинформационных систем;

Радченко Людмила Константиновна

кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», доцент кафедры картографии и геоинформатики.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук (ИГ СО РАН), г. Иркутск.

Защита состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г. в \_\_\_ час. на заседании диссертационного совета Д 212.251.04 в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по адресу: 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ауд. 402.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»: <http://sgugit.ru/science-and-innovations/dissertation-councils/dissertations/hoang-duong-juan/>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Ученый секретарь диссертационного совета



Дубровский А. В.

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать \_\_.\_\_.2016. Формат 60 × 84 1/16.

Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ  
630108, Новосибирск, Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ  
630108, Новосибирск, Плахотного, 8.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

*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 акту-

альной 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, аналогичной 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 ограни-

ченной ответственностью научно-учебном и производственном картографическом центре «Сибэкокарта» и внедрены в учебный процесс Иркутского национального исследовательского технического университета.

Исследования по обработке данных ДЗЗ, составлению цифровых слоев карт выполнены в программном обеспечении ArcGIS 10.1, ENVI 5.2, MapInfo Professional 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 изучение 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.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

*Во введении* обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель и задачи исследования, методы исследований, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, представлены положения, выносимые на защиту, показана апробация результатов исследований, структура диссертации.

*В первом разделе* описаны особенности природных, социально-экономических условий и сельскохозяйственных ресурсов Северного Вьетнама, дано представление о возможностях и потенциалах развития сельского хозяйства страны. Комплексный анализ таких условий позволяет составить взаимосвязи между собой и выявить преимущество территории в развитии сельскохозяйственного производства, а также оценить рациональность природопользования для целей устойчивого развития данной территории.

Важнейшей составляющей экономики Северного Вьетнама является сельскохозяйственные ресурсы, основу которых формируют благоприятные климатические условия, гидрологические ресурсы, наличие больших площадей земельных ресурсов и потенциал трудовых ресурсов.

*Во втором разделе* представлены опыт и методологические особенности картографирования сельскохозяйственных комплексов и объектов, позволяющие глубже понять проблемы, цели, задачи и тенденции развития современных сельскохозяйственных исследований. Современные IT-технологии дают возможность, с использованием данных ДЗЗ из космоса, автоматизировать создание сельскохозяйственных карт и атласов, добиваясь ускорения процесса составления карт и уменьшения финансовых затрат.

Отмечена важность решения проблем сельскохозяйственного картографирования в целом для картографической науки, а также для развития экономики сельского хозяйства Вьетнама. Определение места сельскохозяйственных карт в общей системе тематических карт, предложенная А. М. Берлянтом, позволяет

устанавливать связи между различными хозяйственными отраслями, и конкретизировать их задачи в современное время (рисунок 1).

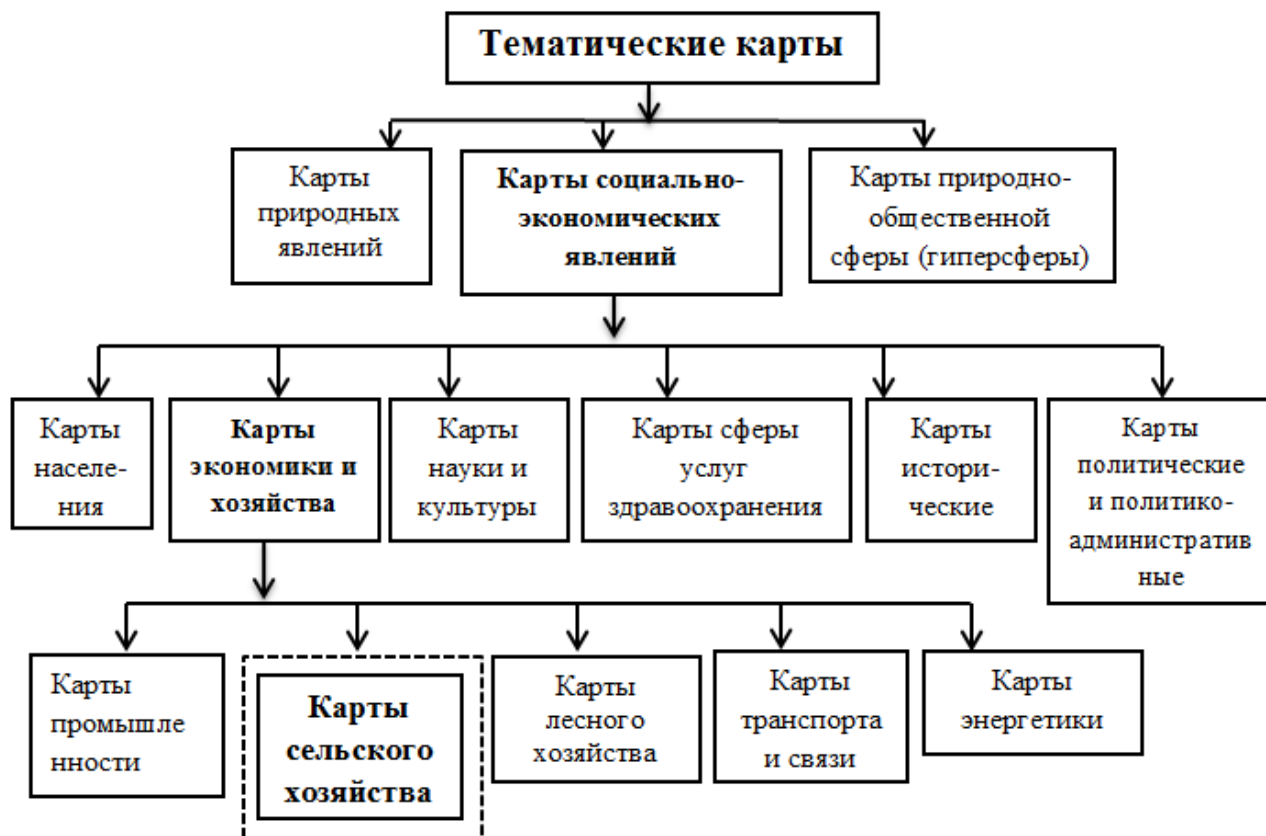


Рисунок 1 – Место карт сельского хозяйства в системе классификации тематических карт по содержанию (по Берлянту А. М., 2002)

Научная классификация уровней сельскохозяйственного картографирования, сформулированная Левицким Ю. И., позволяет конкретизировать и определить виды и типы сельскохозяйственных карт, выполнить унификацию их названий, а также установить связи между различными видами и типами карт (таблица 1). Представленная классификация сельскохозяйственных карт задает ранг каждому виду и типу карт, позволяет выбирать специальные методы их создания и использования. Таким образом, классификация сельскохозяйственных карт дает возможность разработать обоснование для создания новых видов и типов карт, с учетом современных задач сельскохозяйственного производства.

Таблица 1

1. Карты природных и социально-экономических условий сельского хозяйства	2. Карты сельскохозяйственного производства
<p><b><i>А. Карты оценки природных условий</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рельефа.</li> <li>2. Агроклиматические.</li> <li>3. Водных ресурсов.</li> <li>4. Агрочувствительные.</li> <li>5. Растительного мира.</li> <li>6. Животного мира.</li> <li>7. Природного районирования для целей сельского хозяйства.</li> <li>8. Агрорландшафтов</li> </ol>	<p><b><i>А. Карты общей характеристики сельского хозяйства</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сельскохозяйственного землепользования.</li> <li>2. Сельскохозяйственных трудовых ресурсов.</li> <li>3. Интенсификации сельского хозяйства и ее эффективности.</li> <li>4. Размещения производственных сельскохозяйственных предприятий, сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждений и учебных заведений, ветеринарных пунктов и учреждений.</li> <li>5. Типов сельскохозяйственного производства и сельскохозяйственных районов.</li> <li>6. Производственных и экономических связей</li> </ol>
<p><b><i>Б. Карты социально-экономических условий</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сельского населения.</li> <li>2. Производственных предприятий, обслуживающих сельское хозяйство.</li> <li>3. Транспортных условий.</li> <li>4. Торговли сельскохозяйственной продукцией.</li> <li>5. Обеспечения сельского населения школьными, культурно-бытовыми, медицинскими, торговыми и другими учреждениями.</li> <li>6. Районных планировок</li> </ol>	<p><b><i>Б. Карты отраслей сельского хозяйства</i></b></p> <p><i>а) Земледелия:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Систем земледелия.</li> <li>2. Структуры посевных площадей.</li> <li>3. Сортового районирования.</li> <li>4. Агротехники.</li> </ol> <p><i>б) Животноводства:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Систем животноводства.</li> <li>2. Размещения животноводческих ферм.</li> <li>3. Типов скота, свиньей, птиц.</li> <li>4. Районирования по породному составу скота</li> </ol>

В третьем разделе описаны методические основы геоинформационного картографирования сельскохозяйственных комплексов и объектов. Большое внимание уделено технологии тематической обработки космических снимков для сельскохозяйственного картографирования и разработке технологической схемы создания сельскохозяйственных карт.

В настоящее время автоматизация постепенно заменяет традиционные виды деятельности, в связи с этим в диссертационной работе использованы два способа автоматического тематического дешифрирования космических снимков – классификация без обучения и с обучением. Комплексное дешифрирование космических снимков (визуальное и автоматическое) дает оптимальный результат, который служит главным этапом в составлении сельскохозяйственных карт (рисунок 2).



Рисунок 2 – Технологическая схема выполнения автоматической классификации космических снимков

Технологическая схема создания электронных сельскохозяйственных карт представляет собой полный цикл создания карт и включает в себя последовательные этапы работ: подготовительный этап, этап полевых работ, этап составительских работ. Особое внимание уделено этапу составительских работ, в котором разработано содержание и база данных создаваемых карт (рисунок 3).

Содержание сельскохозяйственных карт представляет собой совокупность отображаемых на картах сельскохозяйственных комплексов, объектов и связанных с ними условий для развития сельского хозяйства территории.

В четвертом разделе рассмотрены вопросы практического создания комплексной электронной сельскохозяйственной карты (КЭСК) и серии аналитических электронных сельскохозяйственных карт (АЭСК) на примере пригородной территории Ханоя. Картографирование сельскохозяйственных комплексов и объектов основано на дешифрировании разновременных космических снимков с использованием картографических материалов, литературно-справочных и ведомст-

венных данных и проведением полевых исследований на данной территории. Базовыми снимками для создания КЭСК пригородной территории Ханоя были выбраны два многозональных снимка со спутника Landsat 8 OLI с номерами 045 и 046 маршрута 127 съемочной системы Landsat на дату 01 июля 2015 г. Эти снимки полностью охватывают исследуемую территорию без облачности.

Визуальное дешифрирование сельскохозяйственных объектов с выделением преобладающих культур выполнено по многозональным космическим снимкам в различных вариантах синтеза. Визуальное дешифрирование произведено с использованием разновременных космических снимков со спутников Landsat (с 1993–2015 гг.), SPOT 5 (2009 г.) и Quickbird (2009 г.).

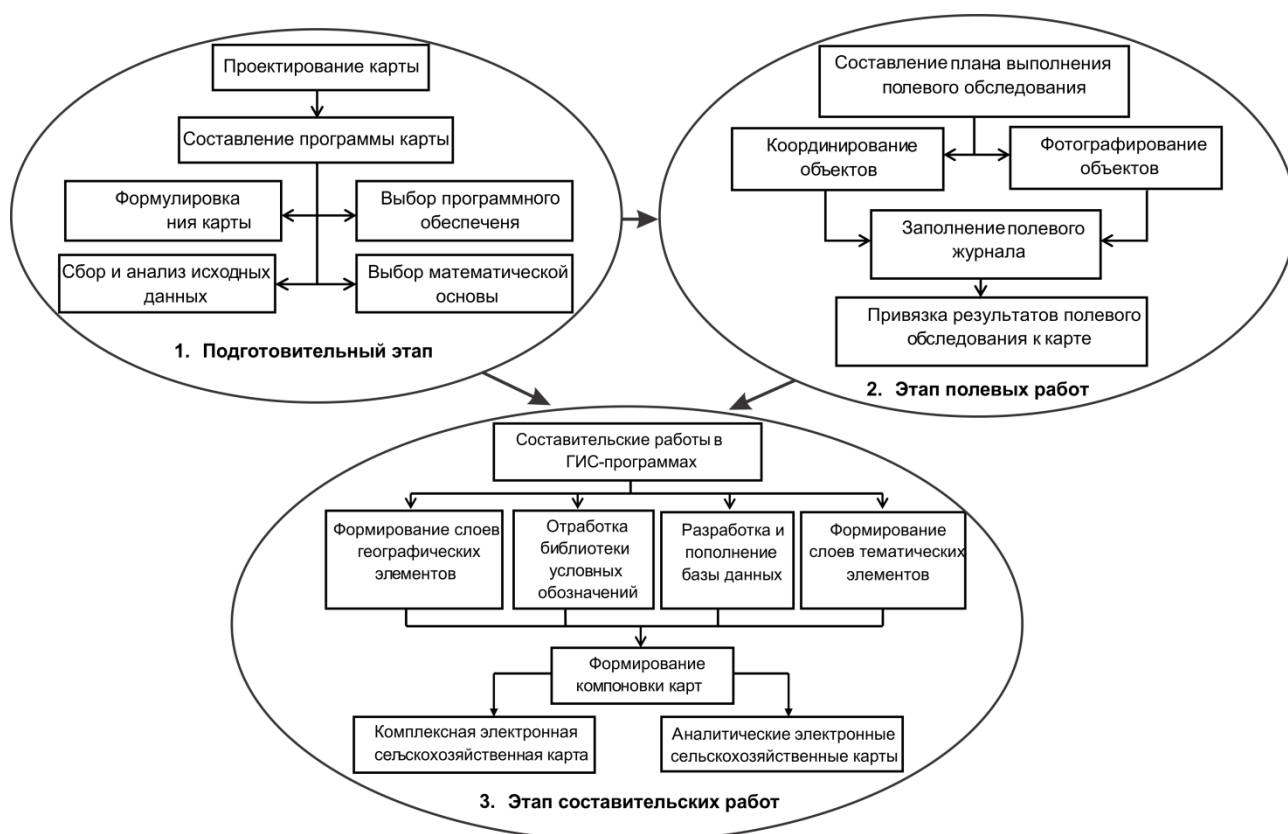


Рисунок 3 – Этапы выполнения работ по созданию сельскохозяйственных карт с использованием ГИС и ДЗЗ из космоса

В процесс обработки космических снимков входит два основных этапа: предварительная обработка и тематическая обработка (таблица 2).

Таблица 2

Этап предварительной обработки	Этап тематической обработки
1. Устранение полостной ошибки космических снимков Landsat 7 ETM+	1. Определение количества выделяемых классов проводится при визуальном дешифрировании космических снимков с привлечением дополнительных космических снимков более высокого пространственного разрешения
2. Выполнение атмосферной коррекции космических снимков	
3. Проведение геометрической коррекции, приведение данных космических снимков в единую систему координат – во Вьетнамскую систему координат VN-2000 (в универсальную поперечную цилиндрическую проекцию Меркатора UTM, с параметрами датум WGS-84 Международного эллипсоида)	
4. Улучшение качества снимков, составление синтеза многозональных изображений	2. Проведение автоматической классификации космических снимков без обучения и с обучением
5. Установление границы снимка по заданному контуру, соответствующему пригородной территории Ханоя	

В диссертационной работе проведена процедура автоматической классификации без обучения на основе алгоритма ISODATA. При этом заданы следующие основные параметры – число классов, максимальное число итераций, порог сходимости (Threshold) – количество пикселей (в процентах), которые меняют свою принадлежность к данному классу при переходе к другой итерации.

Результат классификации по методу ISODATA включает восемь основных классов: 1) суходольный рис; 2) кукурузоводство и цветоводство; 3) овощеводство; 4) однолетние насаждения; 5) лесные массивы и садоводство; 6) поливной рис, рыбоводство и гидрография; 7) населенные пункты и промышленные комплексы; 8) открытые грунты.

Некорректные результаты классификации представлены в классах 2, 5, 6, 7. Это объясняется тем, что объекты имеют близкие значения отражательной способности. Поэтому для повышения достоверности применили автоматическую классификацию с обучением, состоящую из создания обучающих эталонов, проведения их оценки, выбора математического алгоритма, оценки качества результата классификации.

При совместном использовании данных полевых исследований и снимков более высокого пространственного разрешения были выбраны 11 спектральных классов, соответствующих тематическим классам: суходольный рис, поливной

рис, кукурузоводство, овощеводство, цветоводство, однолетние насаждения, лесные массивы, гидрография, населенные пункты, промышленные комплексы, открытые грунты. Для каждого класса созданы несколько районов областей интереса, в которых количество выделяемых пикселей суммарно составляет не менее 500 (по методике J. A. Richards, 2006).

Далее проведена оценка качества обучающих эталонов, включающая два метода: построение графика спектральных кривых по обучающим эталонам и вычисление значения делимости между обучающими эталонами.

Оценка выбора обучающих эталонов по значению делимости между двумя эталонами была выполнена путем проведения анализа схожести эталонов и по расстоянию их от центра. Результаты вычисления значения делимости между эталонами показал, что у каждого из двух эталонов высокая делимость, поэтому проведение классификации космических снимков является достоверным.

Для проведения классификации выбран алгоритм максимального правдоподобия, так как данный алгоритм относится к наиболее точным методам классификации объектов на космических снимках, близких по спектральным характеристикам сельскохозяйственных культур и растительности. Результат классификации снимков показал, что полученное изображение более достоверно по сравнению с методом классификации без обучения, так как объекты из полученного изображения с близкими спектральными характеристиками разбиты на отдельные классы более точно.

При проведении оценки качества результата классификации составлена матрица ошибок, представляющая собой таблицу, построенную из статистических данных всех классов полученного изображения после классификации, в которой приведены количество верно и неверно классифицированных пикселей (в процентах) каждого класса. Вычислена средняя точность, которая представляет собой соотношение общего количества верно классифицированных пикселей всех классов к общему количеству пикселей на снимке. Также вычислен коэффициент Каппа, являющийся другой мерой точности классификации. Чем значение  $K$  ближе к

единице, тем точнее классификация. Результат показал, что точность классификации каждого класса составляет от 79,9 % до 99,7 %, средняя точность результата классификации составляет 92,9 %, а коэффициент Каппа равен 0,9.

Для проверки достоверности результатов автоматической классификации сельскохозяйственных объектов и комплексов был использован метод полевого обследования, основанный на сопоставлении результатов классификации сельскохозяйственных объектов и комплексов на точках полевого наблюдения. Результаты полевого обследования были согласованы с исследованиями Вьетнамского государственного технического университета имени Ле Куи Дона, которые были проведены в период с июня по август 2015 г. в пригородной территории Ханоя. При этом было обследовано 90 точек с определением их координат и описанием объектов, распределенных на всей исследуемой территории. Таким образом, был сделан вывод, что результаты классификации сельскохозяйственных объектов и комплексов по космическим снимкам являются достоверными.

Далее была выполнена обработка векторных данных для создания КЭСК в среде ГИС. КЭСК предназначена для управления и планирования сельского хозяйства, инвентаризации сельскохозяйственных производств (рисунки 4, 5).

Сформированная база данных КЭСК используется при создании единого геоинформационного ресурса (геопортала) исследуемой территории и территории страны в целом, обеспечивающего поддержку развития сельского хозяйства Вьетнама. Она может быть применена при составлении атласа сельского хозяйства данной территории и для изучения территории в целях устойчивого регионального развития.

В диссертационной работе все этапы по составлению и редактированию карт выполнены в программе ArcGIS 10.1. Основное содержание КЭСК представлено комплексами сельскохозяйственного земледелия, полученными из результата автоматической классификации космических снимков. Не менее важную роль в КЭСК играют группы производственных экономических показателей сельского хозяйства и объектов сельскохозяйственной инфраструктуры,

сформулированные при анализе статистических и литературно-справочных данных. Топографическая основа, использованная в КЭСК, получена по цифровой топографической карте данной территории в масштабе 1 : 100 000.

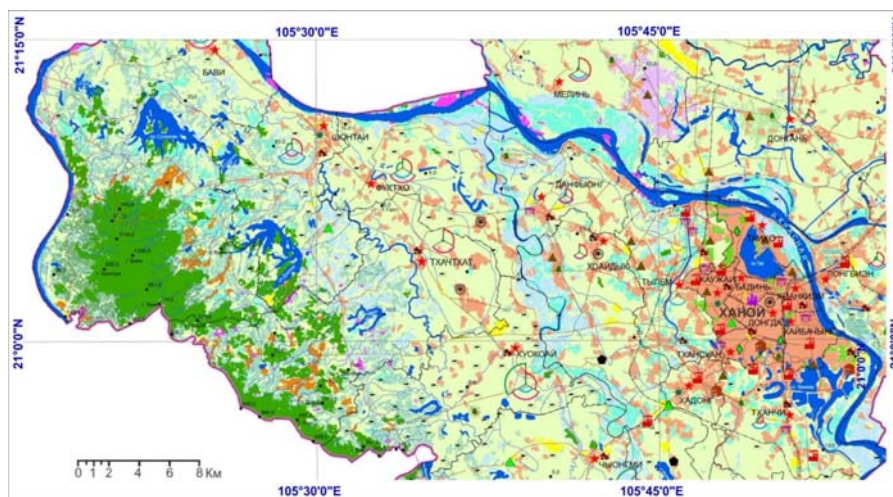


Рисунок 4 – Фрагмент КЭСК пригородной территории Ханоя масштаба 1 : 100 000 (уменьшена)



Рисунок 5 – Легенда КЭСК Ханоя

Одним из достоинств КЭСК, как базовой карты, является возможность создавать на ее основе новые производные картографические модели, в частности, составлять аналитические сельскохозяйственные карты, отображающие новые научные знания по сельскохозяйственной тематике.

Целью создания *карты рисовых полей* пригородной территории Ханоя является решение задачи контроля и инвентаризации выращивания риса. Карта рисовых полей может быть использована как инструмент для планирования и управления производством продукции рисоводства на этой территории (рисунок 6).

*Карта занятости населения сельским хозяйством* предназначена для показа количественных характеристик населения, занятого в сельском хозяйстве. Она находит применение при оценке освоенности территории, управления сельскохозяйственными работами, а также для учета трудовой деятельности и занятости населения данной территории (рисунок 7).

Другой аналитической картой является *карта обеспеченности зерновыми культурами*. Она показывает объемы зерновых культур в расчете на человека по каждому району. Ее использование служит основой для принятия решений по оценке обеспеченности зерновыми культурами населения. Также карта может быть использована при решении задач по управлению, регулированию сельскохозяйственных работ и обеспечению ими населения на данной территории (рисунок 8).

*Карта животноводства* отражает количество животноводческих ферм и состояние главных отраслей животноводства: скотоводства, свиноводства и птицеводства (рисунок 9). Она предназначена для инвентаризации, оценки и планирования развития животноводства на пригородной территории Ханоя. По карте возможно провести анализ перспектив развития животноводства на отображаемой территории.

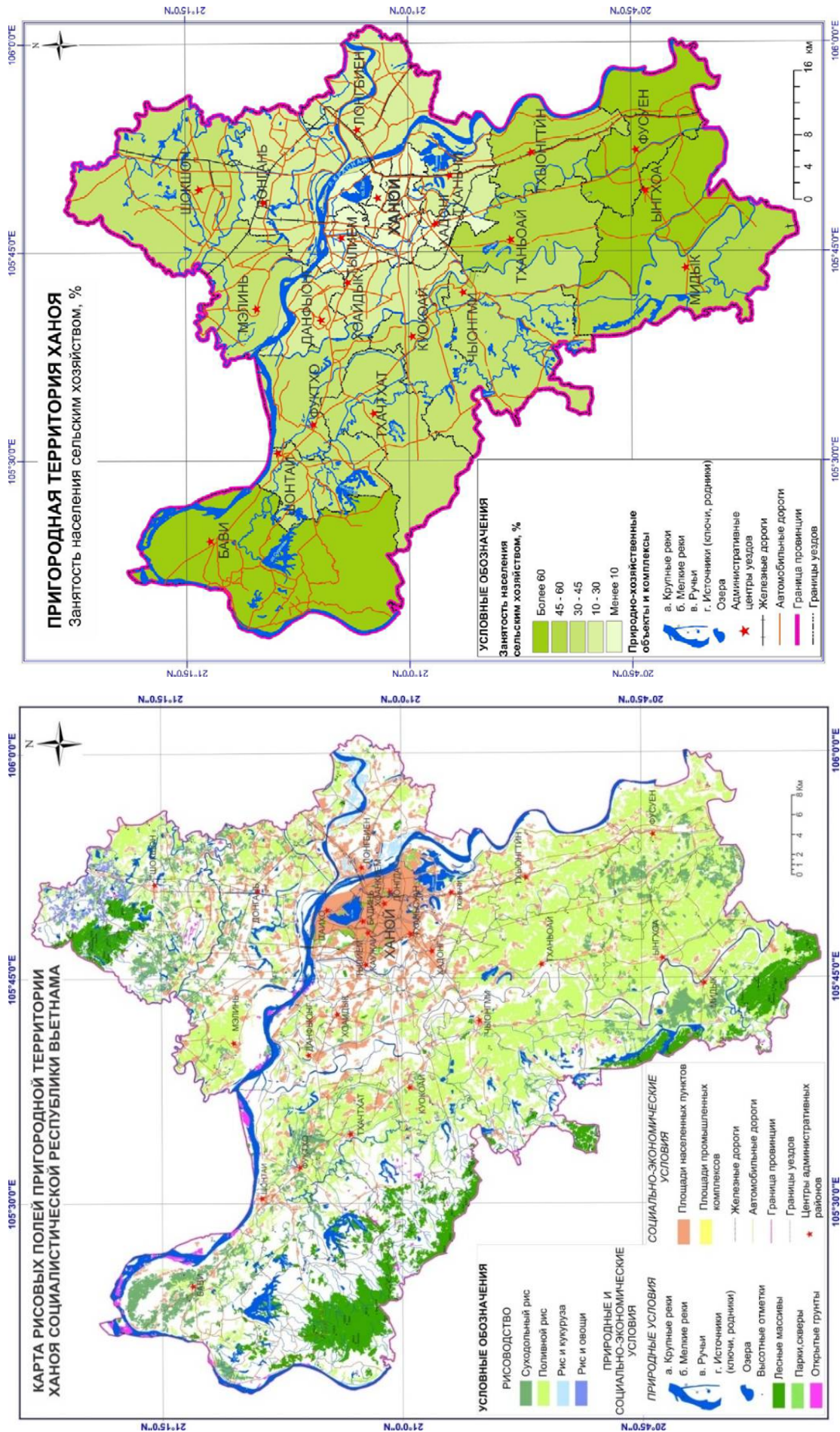


Рисунок 6 – Карта рисовых полей пригородной территории Ханоя (уменьшена)

Рисунок 7 – Карта занятости населения сельским хозяйством пригородной территории Ханоя (уменьшена)

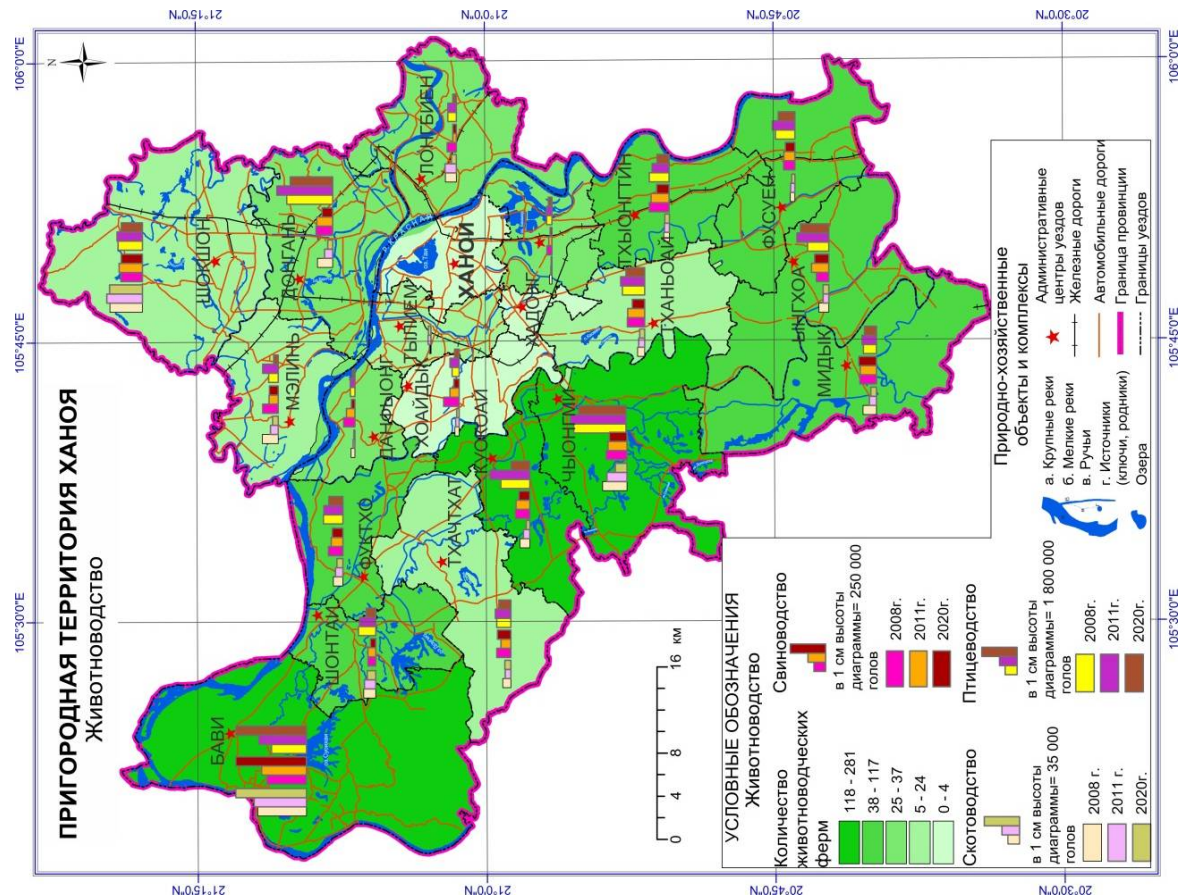


Рисунок 9 – Карта животноводства пригородной территории Ханоя (уменьшена)

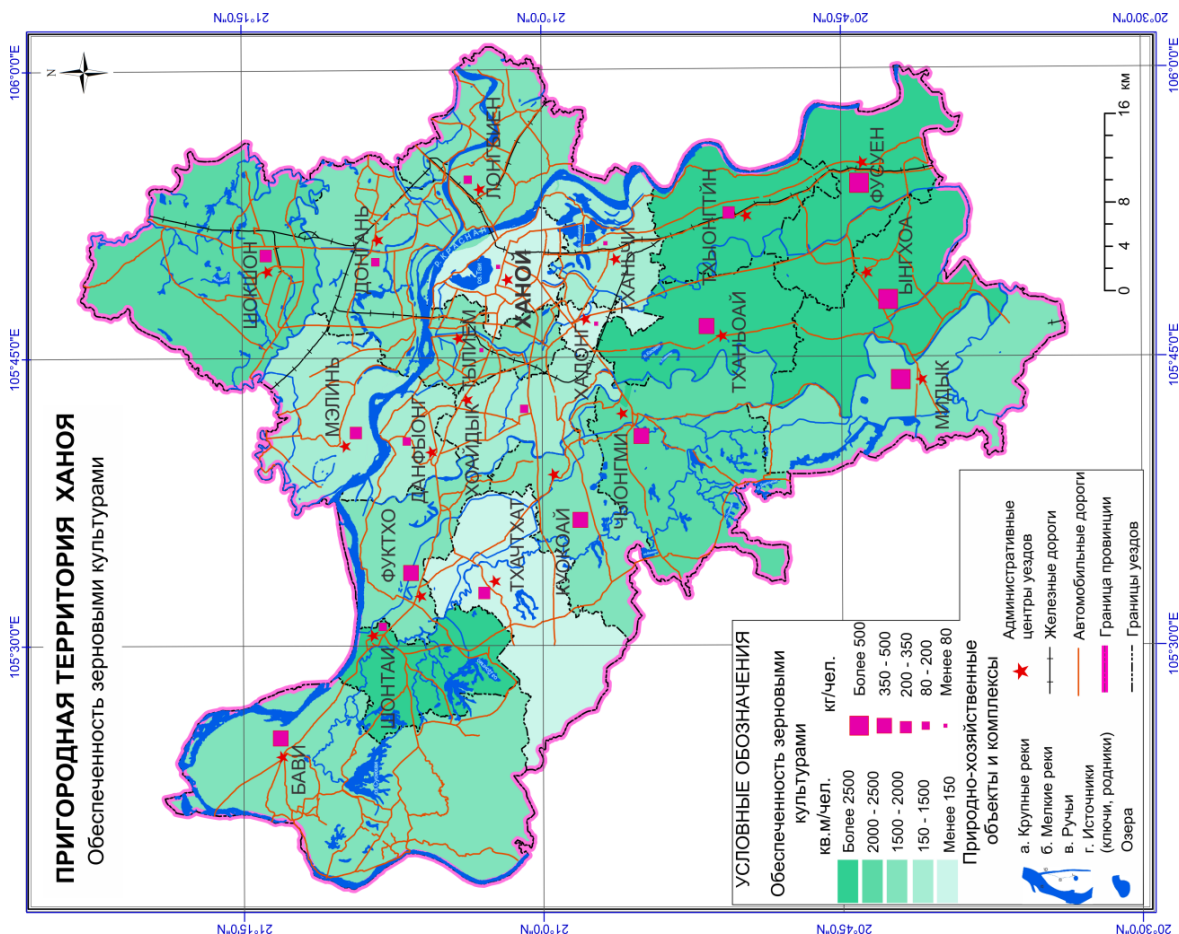


Рисунок 8 – Карта обеспеченности зерновыми культурами пригородной территории Ханоя (уменьшена)

Комплексная сельскохозяйственная Веб-карта (КСВК) пригородной территории Ханоя дает возможность представления, получения, редактирования, хранения и передачи картографических данных через Интернет, что позволяет передать пользователям данные с различных исходных форматов данных. Поэтому она является самым эффективным инструментом составления и использования картографических произведений в современное время.

Технологическая схема составления и публикации комплексной сельскохозяйственной Веб-карты в программе ArcGIS Online и ее интерфейс представлены на рисунках 10, 11 соответственно.

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

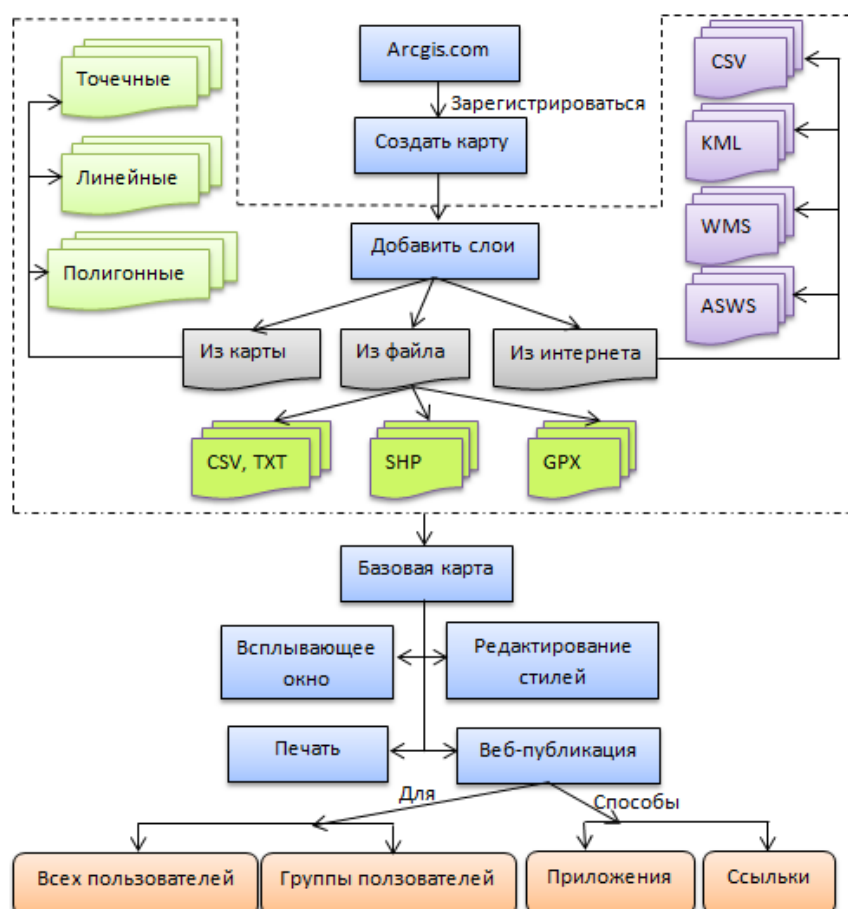


Рисунок 10 – Технология создания КСВК

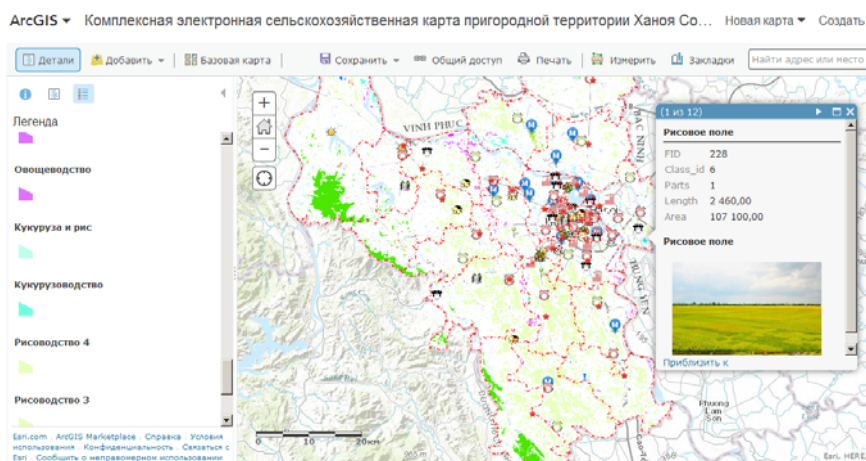


Рисунок 11 – Интерфейс КСВК пригородной территории Ханоя

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 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.

2 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.

3 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.

4 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.

5 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.

6 Хоанг Зыонг Хуан. Технология использования дистанционных методов изучения лесной растительности в целях топографического картографирования [Текст] / Хоанг Зыонг Хуан // Материалы Всерос. науч. техн. конф. «Геонауки – 2013: Актуальные проблемы изучения недр». – Иркутск : Изд-во ИрГТУ. – 2013. – Вып. 13. – С. 395–398.

7 Пластинин, Л. А. К программе электронной топографо-тематической карты, создаваемой с использованием ГИС и ДЗЗ [Текст] / Л. А. Пластинин, Хоанг Зыонг Хуан, Д. Г. Сыренов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр., 8–18 апреля 2014 г., Новосибирск: 5-я Международная конференция «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху "Больших данных"» : сб. материалов. – Новосибирск : СГГА, 2014. – С. 232–236.

8 Хоанг Зыонг Хуан. Технология создания карт растительного покрова по данным многозональной съемки Landsat 8 [Текст] / Хоанг Зыонг Хуан // Материалы XVIII науч. конф. молодых географов Сибири и Дальнего Востока «Развитие географических знаний: научный поиск и новые методы исследования». – Иркутск : Изд-во ИГ СО РАН. – 2014. – С. 97–98.

9 Хоанг Зыонг Хуан. Технология создания топографо-тематических карт с использованием ГИС и ДЗЗ из космоса [Текст] / Хоанг Зыонг Хуан // Материалы XVIII науч. конф. молодых географов Сибири и Дальнего Востока «Развитие географических знаний: научный поиск и новые методы исследования». – Иркутск : Изд-во ИГ СО РАН. – 2014. – С. 99–100.

10 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.

11 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.

12 Пластинин, Л. А. Принципы создания электронных топографо-тематических карт с использованием ГИС и данных ДЗЗ [Текст] / Л. А. Пластинин, Хоанг Зыонг Хуан, Д. Г. Сыренов // Материалы научно-техн. конф. «Геодезия, картография, кадастр – современность и перспективы». – М. : Изд-во МИИГАиК. – 2014. Выпуск 7. – С. 132–135.

13 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.

14 Хоанг Зыонг Хуан. Создание карты использования земель на территории Вьетнама на основе ГИС и ДЗЗ из космоса [Текст] / 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. 63–67.

15 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.