

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ

РГБ ОД

- 5 ИЭН 2303

На правах рукописи

УДК528.9

УЛЬД ВАЛЛЬ МАЛИК

**Разработка методики и технологии создания и использования
базовой цифровой карты Мавритании.**

Специальность: 05.24.03 – Картография

АВТОРЕФЕРАТ

диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва - 2000

Работа выполнена в Московском государственном университете геодезии и картографии.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент А.Г.Иванов

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Е.И.Халугин

кандидат технических наук
Л.П.Новоселова

Ведущая организация – ПКО «Картография»

Защита состоится 21 июня 2000 г. в "10⁰⁰" часов на заседании диссертационного совета К063.01.02 в Московском государственном университете геодезии и картографии по адресу:
103064, Москва, Гороховский пер., 4, МИИГАиК, ауд. 321.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МИИГАиК.

Автореферат разослан "19" мая 2000 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Краснопетцев Б.В.

29 (63Ма) 9, 0
2174 с 181, 0

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы.

Современная картографическая продукция в виде цифровых карт с успехом используется в различных отраслях народного хозяйства. Этому особенно способствует бурное развитие программно-технического обеспечения автоматизированных систем. Причем, если при крупномасштабном цифровом картографировании (КЦК) в качестве информационного обеспечения во всем мире используется весь масштабный ряд топографических карт, то мелкомасштабное цифровое картографирование (МЦК), основанное на цифровании обзорных общегеографических карт, только начинает развиваться, и для ее практической реализации необходимы научно-методические разработки.

Цифровое крупномасштабное и мелкомасштабное картографирование наряду с общими чертами имеют существенные различия. Так, картографическая продукция крупномасштабного цифрового картографирования - цифровые топографические карты (ЦТК) по содержанию являются полной копией традиционных топографических карт, что совершенно справедливо, так как этим достигается прекрасная совместимость достоинств традиционных (обеспечение обзорности) и цифровых (обеспечение расчета) карт. Содержание, выраженное условными знаками, и подписями, также как и классификация и кодирование картографической информации ЦТК отрабатывается на уровне государственных стандартов. Цифровая (обзорная) общегеографическая карта (ЦОК), как правило, создается на основе не одного, а нескольких исходных картографических материалов (ИКМ) с привлечением дополнительной справочно-статистической информации. В результате, ЦОК по содержанию гораздо "богаче" (информативнее) ИКМ. При этом возникает необходимость отработки содержания, конструирования КУЗ и подписей, а также разработки системы классификации и кодирования картографической информации.

Для обеспечения оперативной отдачи от разработки ставится первоочередная задача - создание генеральной базовой цифровой картографической основы (ЦК-О) масштаба 1:2 500 000 с одновременным формированием мелкомасштабной цифровой базы картографических данных (ЦБКД). Затем, решение задачи использования базы данных как для автоматизации технологических

процессов создания производных общегеографических и тематических карт, разработки всевозможных ГИС-проектов, так и для автоматизации информационных процессов и создания картографической информационной системы. При этом одной из функций системы является оперативный взаимообмен нормативной информацией с автоматизированными информационными системами поставщиков-потребителей для обеспечения оперативного дежурства и обновления цифровой картографической информации (ЦКИ) в ЦБКД.

Решение вышеуказанных задач всецело зависит от формирования и использования мелкомасштабной цифровой базы картографических данных, которая играет ведущую роль в триаде "персональный компьютер - программное обеспечение - база данных" и которая реально решает основной принцип любой автоматизированной системы, а именно, однократный ввод информации и многократное (многоцелевое) ее использование. Для реализации этого принципа необходимо при вводе картографической информации в систему предусмотреть такой состав информации, который обеспечит автоматизацию технологических, информационных процессов, генерализацию, необходимую для создания производных общегеографических и тематических карт.

Для практической реализации процесса генерализации (первоначально в части отбора) необходимо одновременно с цифрованием ИКМ выполнять картометрические работы по определению протяженности линейных объектов (рек, дорог) и площадей объектов (озер, водохранилищ), что в сочетании с размерами КУЗ и подписей позволяет вычислить как общую графическую нагрузку ЦК-О масштаба 1:2 500 000, так и графическую нагрузку классификационных групп картографических объектов, что в традиционной картографии сделать достаточно сложно. В условиях автоматизированного создания карт эта задача может быть решена без дополнительных затрат в технологическом процессе создания цифровой карты. Таким образом, создаются условия не только визуально оценивать нагрузку проектируемой карты, но определять числовое значение нагрузки, манипулировать ею в диалоговом режиме "картограф - ЭВМ" и тем самым выдерживать нагрузку карты в определенных пределах автоматизированными методами, т. е. появляется реальная возможность автоматизации слож-

нейшего картосоставительского процесса - генерализации в части отбора картографических объектов.

Таким образом, разработка методики и технологии создания цифровой карты, формирования и использования цифровой базы картографических данных является важной и актуальной задачей.

Цель и основные задачи диссертационной работы.

Основная цель диссертации - разработка методики и технологии создания цифровой карты Мавритании масштаба 1:2 500 000 с одновременным формированием мелкомасштабной цифровой базы картографических данных и ее использование для создания автоматизированным способом серии мелкомасштабных ЦК-О на территорию Мавритании.

Для достижения поставленной цели в диссертации решаются следующие основные задачи:

- Определение состава картографических объектов, разработка системы классификации и кодирования, конструирование картографических условных знаков и подписей;
- Разработка предмашинных форматов записи информации классификационных групп картографических объектов, обеспечивающих решение технологических и информационных задач;
- Разработка методики и технологии создания генеральной базовой цифровой картографической основы (ЦК-О) Мавритании масштаба 1:2 500 000 и формирования мелкомасштабной цифровой базы картографических данных;
- Разработка методики использования цифровой базы картографических данных для автоматизированного создания производных базовых цифровых картографических основ для общегеографического и тематического картографирования;
- Практическая апробация разработанных методик и технологий на примере создания фрагмента генеральной базовой ЦК-О Мавритании масштаба 1:2 500 000 и фрагментов производных базовых ЦК-О Мавритании разных масштабов.

Научная новизна работы.

Научная новизна работы заключается в том, что в едином технологическом цикле разработана методика создания как генеральной базовой ЦК-О масштаба 1:2 500 000, так и производных базовых ЦК-О для общегеографического и тематического картографирования Мавритании с использованием ЦБКД и методики определения графической нагрузки проектируемых карт и манипулирования ею.

Практическая ценность и реализация результатов работы

Во первых выполнена апробация разработанной технологии и методики на примере создания фрагментов генеральной базовой ЦК-О Мавритании масштаба 1:2 500 000 с использованием нескольких ИКМ и справочно-статистической информации. Во вторых выполнена апробация методики формирования мелкомасштабной ЦБКД и ее использование для создания производных базовых ЦК-О разных масштабов для общегеографического и тематического картографирования Мавритании на основе методики отбора картографических объектов в интерактивном режиме - "картограф - ЭВМ".

Основные результаты диссертационной работы используются при проведении практических работ со студентами картографического факультета по курсам "Цифровая картография" и "Автоматизация процессов создания и использования карт".

В дальнейшем рукопись диссертации с приложениями будет подготовлена для передачи в Министерство высшего образования Мавритании и Управление топографии и картографии при Министерстве оборудования и транспорта для использования в народном хозяйстве страны.

Публикации и апробация работы.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на международной научно-технической конференции "220 - лет геодезическому образованию в России (24 - 29 мая 1999 г.), научно-технических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК (1997-1999).

Результаты диссертационных исследований изложены в двух опубликованных статьях и одной статье переданной в журнал и принятой к опубликованию (журнал "Геодезия и картография").

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана общая постановка проблемы, обоснована ее актуальность, сформулирована цель и определены основные задачи исследований, изложено краткое содержание работы.

Глава 1. Особенности мелкомасштабного цифрового картографирования.

Мелкомасштабное цифровое картографирование (МЦК), также как и крупномасштабное, приобретает все большее научное и практическое значение для народного хозяйства. При этом МЦК имеет существенные особенности.

В отличие от цифровых топографических карт, которые, как уже отмечалось выше являются полной копией соответствующих традиционных топографических карт, мелкомасштабные цифровые карты (ЦОК) в качестве ИКМ, как правило, используют несколько картографических источников и дополнительную справочно-статистическую информацию в традиционной и цифровой форме, включая взаимобмен нормативной информации между картографическими автоматизированными системами и автоматизированными системами поставщиков-потребителей информации, что не только обогатит цифровую карту, но и позволит организовать дежурство и оперативное обновление ЦКИ.

Другое отличие заключается в формировании ЦКИ в мелкомасштабной цифровой базе картографических данных не по единой разграфке и номенклатуре, а по политико-административному делению. Первоначально целесообразно содержание базы данных ограничить четырьмя основными информационными слоями: границы, элементы гидрографии, населенные пункты и пути сообщения, которые должны образовать генеральную базовую цифровую картографическую основу (ЦК-О) на территорию Мавритании масштаба 1:2 500 000.

Необходимо сформировать такой состав исходной информации, который наиболее полно обеспечит решение технологических и, самое главное, информационных задач. Решение технологических задач, прежде всего, связано с автоматизацией процессов создания и использования карт, включая процесс созда-

ния генеральной базовой ЦК-О Мавритании масштаба 1:2 500 000. Для обеспечения этого разработан единый фиксированный формат записи ЦКИ, независимый от классификационных групп картографических объектов и включающий код политико-административной привязки и код значимости картографического объекта, который образован на основании 4-х уровневого иерархического графа, где в вершине графа расположен код классификационной группы, на втором уровне - код картографического объекта, на третьем-четвертом уровнях - коды параметров или характеристик объектов, а грани графа передают логические связи объектов и их параметров внутри классификационных групп. В завершении дается идентификационный код "ключ" картографического объекта, служащий для слияния метрической и семантической информации.

Решение информационных задач связано с созданием различных справочных документов и работой в режиме "запрос-ответ". Для реализации этих сложных задач недостаточно использовать только единый жесткий формат записи ЦКИ, необходим также гибкий формат, зависящий даже не от классификационной группы, а от характера картографического объекта, учитывающий интересы потребителей и отражающий логические связи объектов как внутри группы, так и вне ее. Для создания информационной системы сначала необходимо провести анкетирование возможных потребителей и определить их информационные интересы, но это крайне трудоемкое и дорогое мероприятие. К тому же зачастую интересы потребителей формируются на базе самой информационной системы благодаря ее функционированию и развитию. Поэтому целесообразно логически максимально учесть возможные запросы и предусмотреть гибкую систему адаптации комплекса к новым запросам. Так, река является линейным физико-географическим объектом и помимо политико-административной ее привязки необходимо иметь географическую привязку по речным бассейнам, реализующую связь "океан-море-основная река-притоки 1,2-го и других порядков", что обеспечит поиск любой реки и всей логической цепочки взаимосвязи рек.

Для расширения функциональных возможностей системы и решения конкретных практических задач по автоматизированному созданию производных общегеографических и тематических карт на основе базовой ЦК-О Мавритании масштаба 1:2 500 000 необходимо в процессе цифрования ИКМ выполнять кар-

тометрические работы, что с учетом размеров картографических условных знаков и подписей позволяет определить оптимальную нагрузку ЦК-О, манипулировать ею путем автоматизированного отбора картографических объектов и тем самым держать нагрузку в определенных пределах автоматизированными методами, т.е. появляется реальная возможность автоматизировать сложнейший картосоставительский процесс - генерализацию, хотя бы в части отбора картографических объектов.

Глава 2. Методика и общая технологическая схема создания генеральной базовой цифровой картографической основы (ЦК-О) масштаба 1:2 500 000 и формирования цифровой базы картографических данных (ЦБКД).

В едином технологическом процессе осуществляется как создание генеральной базовой ЦК-О Мавритании масштаба 1:2 500 000 и формирование ЦБКД, так и использование ЦБКД для дальнейшей автоматизации технологических процессов создания производных базовых ЦК-О и тематических карт разных масштабов на территорию Мавритании. Создание генеральной базовой ЦК-О масштаба 1:2 500 000 складывается из следующих основных технологических этапов (рис.1):

- Редакционные работы;
- Подготовка ИКМ к цифрованию;
- Преобразование картографической информации в цифровую форму;
- Автоматическая (программная) обработка ЦКИ;
- Автоматизированная (диалоговая) обработка ЦКИ;
- Графическое отображение обработанной ЦКИ;
- Формирование цифровой базы картографических данных (ЦБКД).

Представленная методика и технология создания цифровых карт основывается на методике и технологии разработанной коллективом специалистов под научным руководством Е.И.Халугина (для крупномасштабных ЦК), но в связи с особенностями мелкомасштабного картографирования имеются и существенные различия. Так, в технологический процесс создания ЦК-О одновременно с цифрованием включен процесс выполнения картометрических работ для определения графической нагрузки отдельных информационных слоев и общей нагрузки

**Общая технологическая схема создания основной базовой ЦК-О
масштаба 1:2 500 000 Мавритании.**

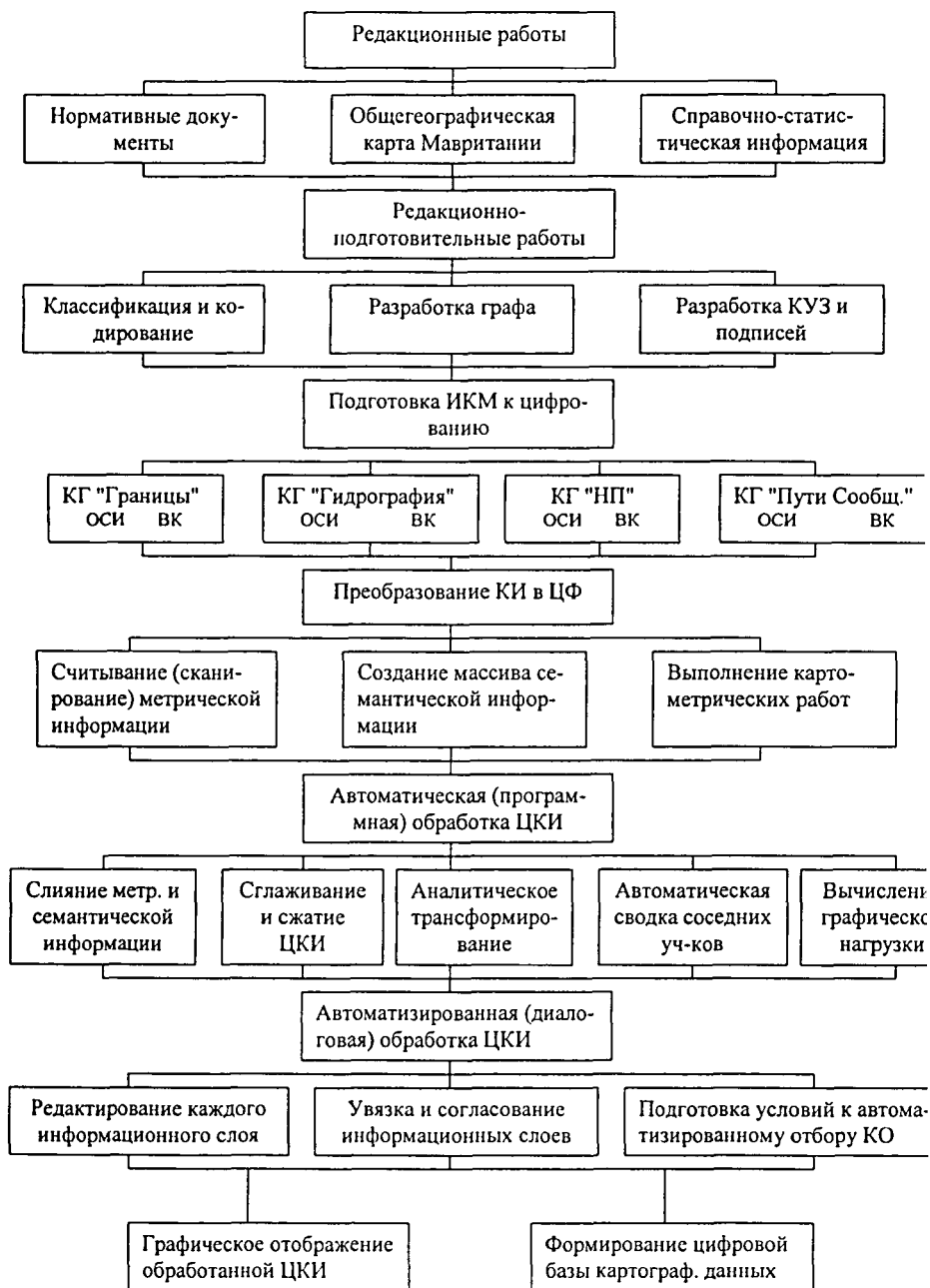


Рис. 1

генеральной ЦК-О масштаба 1:2 500 000. Этим создаются условия для автоматизированного создания производных карт. Особое место в технологии отведено автоматизированной обработке ЦКИ посредством диалогового режима работы "картограф-ЭВМ", что позволяет автоматизировать сложнейший картосоставительский процесс - генерализацию по отбору картографических объектов при создании производных карт. Большое внимание в данной технологии отводится этапу формирования соответствующей цифровой базы картографических данных, которая играет ведущую роль в решении проблемы цифрового мелкомасштабного картографирования. Успешное решение перечисленных задач всецело зависит от состава информации, которая должна быть вложена на входе системы, т.е. внесена в табличный документ (ведомость кодирования).

Автором изучены физико-географические особенности Мавритании и сделаны выводы о крайне неравномерной освоенности и заселенности территории, огромная часть которой занята каменистой и песчаной равниной, переходящей в пустыню Сахару. Также автором проведен анализ имеющихся картографических материалов и выбраны две общегеографические карты Мавритании масштаба 1:2 500 000 (1986г. и 1993г.) в качестве исходных картографических материалов. Причем, первая, несмотря на ее устарелость, более точна и подробна, и поэтому использовалась как основная, а вторая - в качестве дополнительной, особенно по отображению дорожной сети. Кроме картографических материалов использовалась справочно-статистическая информация, что обогатило содержание базовой ЦК-О и соответствующей базы данных.

В результате были разработаны редакционно-технические указания по созданию ЦК-О Мавритании масштаба 1:2 500 000, в которых был определен состав картографических объектов и сведения о них для четырех классификационных групп картографических объектов, составляющие содержание ЦК-О (границы, элементы гидрографии, населенные пункты, пути сообщения). Причем, для учета дальнейшего развития и использования цифровой картографической базы данных предусмотрены резервные объекты, которых нет на ИКМ. Так, среди границ, кроме единиц первого порядка (областей) предполагается давать единицы второго порядка (департаменты); в отношении гидрографии - каналы (мелиоративные); для населенных пунктов - занимаемые ими площади.

После определения необходимого состава характеристик были выполнены их классификация и кодирование. В результате вся совокупность объектов с характеристиками представлена в виде взаимосвязанных и соподчиненных классов, подклассов и подподклассов. В основе классификации лежит иерархическая система, которая позволила все объекты и сведения о них разделить на взаимоисключающие друг друга группы. Классифицируемые объекты на каждом уровне иерархии распределены по приоритету с точки зрения важности, масштабной "живучести" и т.д. Таким образом, каждый объект приобрел свое четкое однозначное положение ("нишу") в общей системе классификации.

С общей логической структурой системы классификации связана система кодирования картографической информации, которая однозначно определяет (идентифицирует) каждый объект и его характеристики. Результат классификации и кодирования объектов и их характеристик отображены в виде двухмерного графа, в вершине которой размещена одна из восьми классификационных групп, а на остальных уровнях объекты и их характеристики. Грани графа представляют собой логические связи между объектами и их характеристиками. Положительным моментом является то, что удалось единым графом четырех уровней структуры описать все классификационные группы картографических объектов, а это позволило использовать единый предмашиный формат записи информации для реализации технологического процесса создания ЦК-О и формирования соответствующей базы данных (рис.2).

Цифровая картографическая информация мелкомасштабной ЦБКД распределяется в соответствии с политико-административным делением картографируемых территорий. Одним из важнейших аргументов за такое фрагментирование ЦКИ является построение тематических баз данных, где справочно-статистическая информация хранится и обрабатывается по политико-административному делению.

Предмашинный формат записи картографической информации

№№ пп	Разделы Записи	Политико-административная привязка			Объекты и их характеристики				Ключ
		Гос-во	Адм. единица	Субъект	№ КГ 1 ур.	КО 2 ур.	Хар-ки 3 ур.	Пар-ры 5 ур.	
1	Поле Записи	1	2	3	4	5	6	7	8
2	№ поля записи	1	2	3	4	5	6	7	8
3	Макс. разряд кода	999	9	99	9	9	9	9	999
4	Количество знаков	3	1	2	1	1	1	1	3
5	Источники	Стандарт ISO	Нормативные документы		Код ЦТК	ГРАФ			Список объектов
Пример 1 "Граница"	Граница области	Мавритания 478	Область 1	Асаба 02	КГ "Границы" 8	Гос-во 1	Область 1	Департамент 0	002
Пример 2 "Гидрография"	р. Горголь	Мавритания 478	Область 1	Горголь 05	КГ "Гидр-фия" 3	Река 3	Пост. 1	Не судох. 2	007
Пример 3 "НП"	НП Мбут	Мавритания 478	Область 1	Горголь 05	КГ "НП" 4	Центр. Департ. 3	Город 1	3-10 тыс. 4	106
Пример 4 "ПС"	Ж/Д	Мавритания 478	Область 0	Трарза 00	КГ "ПС" 6	Вид "ПС" Сухопутная 1	Тип "ПС" Ж/Д 1	Об-ты 0	001

Вся картографическая информация, хранящаяся в базе данных, представлена в виде определенной структуры. Под структурой ЦКИ понимают совокупность упорядоченных и устойчивых связей объектов и их характеристик (параметров) в системе организации массивов ЦКИ, созданной по определенным логическим правилам. При построении базы данных соблюдается иерархическая структура понятий, и информация в ней группируется в нескольких уровнях. Вся информация в базе данных располагается в виде классификационного графа- "дерева" (рис.3).

Пример иерархической структуры мелкомасштабной ЦБКД (реки)






Номер уровня	Направленный граф	Ярусы	Натуральное выражение	Пример кодирования
1	2	3	4	5
1		Том данных	Администр. единица 1-го порядка	Мавритания, обл Горголь 478.1.05
2		Набор файлов	Классификац. группа картографических объектов	Элементы гидрографии 3000
3		Файлы	Картографический объект	Река 3200
4		Блок записей	Характеристики	Постоянное русло 3210
5		Запись	Параметры	Судоход. участок реки 3211

Рис. 3

Вершина графа (первый уровень) носит название "том", располагается на одном машинном носителе, имеет имя и оглавление всего содержания ЦКИ, относящаяся к административной единице первого порядка Мавритании. Второй уровень - "набор файлов", предназначен для хранения классификационных групп картографических объектов (например, КГЗ "элементы гидрографии"). Третий уровень - "файл", предназначен для хранения картографических объектов (например, рек). Четвертый уровень - "блок записей", предназначенный для хранения параметров объектов (например, для рек - постоянный водоток). Пятый уровень - "запись", предназначен для хранения характеристик реки (например, судоходный участок реки).

Глава 3. Методика и технология использования цифровой базы картографических данных для создания производных базовых ЦК-О.

При создании мелкомасштабных карт особо важное значение приобретает проблема генерализации объектов картографирования, которая метко характеризуется как научно-творческий процесс, трудно поддается математизации, а, следовательно, и автоматизации. Поэтому реальное решение этого сложнейшего картосоставительского процесса возможно при взаимодействии картографа с ЭВМ, где ЭВМ решает формализуемые процессы, а картограф - логические задачи. С позиции цифровой картографии под автоматизированной картографической генерализацией (АКГ) понимают математическую обработку ЦКИ в автоматическом и/или в автоматизированном (диалоговом) режиме с целью отбора и обобщения объектов цифровой карты в соответствии с ее назначением и масштабом, а также особенностями картографируемой территории. В настоящей работе решен вопрос отбора картографических объектов.

Отбор объектов влияет на общую нагрузку карты, под которой понимают всю совокупность штриховых обозначений внутри рамок карты. Нагрузка карты, в зависимости от методов отбора, может быть, например, оптимальной (когда карта насыщена, но читаема) или предельной (после которой карта становится не читаемой). Нагрузка карты является функцией четырех величин, а именно:

- масштаб карт;
- количество (густота) объектов на местности (или на исходном материале);
- значимость объектов;
- размеры картографических условных знаков (КУЗ) и подписей.

Эта зависимость, определяющая количественную генерализацию, может быть установлена способами математической статистики эмпирически или аналитически. В условиях автоматизированного процесса в картографии, опираясь на выполненные многими авторами работы по формализации количественной генерализации, появилась возможность реализации отбора содержания карты машинным способом. В работе рассмотрен алгоритм решения количественной генерализации содержания карты, разработанный коллективом специалистов под научным руководством А.Г. Иванова на кафедре картографии МИИГАиК

при участии автора. В зависимости от характера локализации рассмотрены точечные объекты на примере населенных пунктов, линейные на примере рек и дорог, а площадные на примере озер.

К существенным свойствам карты относится соответствие карты количественным соотношениям отображенных на ней объектов, которое может определяться площадной нагрузкой карты, то есть площадью, занимаемой картографическими объектами в мм^2 на 1 см^2 карты (или в % к площади карты). При этом величина общей графической нагрузки складывается из величин нагрузки классификационных групп картографических объектов, которые в свою очередь складываются из градаций объектов, а далее отдельных объектов и т.д.

Многочисленные измерения картографических изображений показали, что с уменьшением масштаба:

- нагрузка карты возрастает (до масштаба 1:500000), а затем становится устойчивой;

- процентное соотношение между нагрузками классификационных групп картографических объектов становится относительно постоянной.

Одним из важнейших факторов, влияющих на отбор КО является их густота на карте в зависимости от их густоты на местности. На основании физико-географической изученности Мавритании и анализа общегеографических карт масштаба 1:2 500 000 были выявлены три района по освоенности территории, отличающиеся друг от друга по густоте картографических объектов (населенные пункты, реки и пути сообщения): обжитой, малообжитой, где будет производиться отбор объектов и необжитой, где объекты даются все.

Ведущие картографы (К.А. Салищев, А. Гетц и др.) предлагали помимо количественных факторов при отборе учитывать их качество, а именно – степень их значимости, но при этом отмечали сложность реализации этого процесса. В условиях цифровой картографии при цифровании каждому картографическому объекту присваивается индивидуальный код, в котором заложена информация, определяющая его значимость. Так, значимость населенного пункта определяется сочетанием трех факторов: политико-административным значением, типом и численностью жителей, что выражается цифровым кодом, который образован на основании иерархической классификации, где населенные пункты размещены по

степени значимости: сначала размещены по политико-административному значению: "столица государства-центры областей-центры департаментов - не имеющие административного значения", затем по типу населенного пункта: "город-сельский населенный пункт", а в последних по градации численности жителей: от более 100 тыс. до менее 3 тыс.

Помимо того, что цифровой код определяет степень значимости населенного пункта, этот же код позволяет сконструировать его графический образ (КУЗ и подпись). Для реализации этого каждый фактор, определяющий населенный пункт, должен отображаться своими средствами. Так, политико-административная значимость – характером линии подчеркивания подписи; тип населенного пункта – видом шрифта подписи; численность – формой и размерами КУЗ и подписей.

Важным фактором, влияющим на графическую нагрузку, и, следовательно, на отбор, является площадь, занимаемая населенными пунктами на карте, которая складывается из площади КУЗ и площади подписи, причем на мелкомасштабных картах основная доля площади (порядка 90%) падает на площадь подписи. В результате исследований, проведенных В.И. Суховым и А.Г. Ивановым, выведена формула расчета площади населенного пункта, зависящая от диаметра кружка и высоты букв подписи. Если приравнять диаметр кружка и высоту подписи, то формула расчета площади занимаемой населенными пунктами на базовой ЦК-О масштаба 1:2 500 000, существенно упростится ($S_{\text{пп}}=9,18 \cdot D^2$). Необходимо отметить следующее, что если в традиционной картографии размеры используемых шрифтов и КУЗ строго определены и узаконены (это в частности связано с жесткой технологией их воспроизведения), то в условиях цифровой картографии особенно при работе с электронными картами имеется возможность манипулирования с размерами и тем самым добиваться оптимального результата при создании производных карт. Для практической реализации метода отбора населенных пунктов, отранжированные по степени значимости группы населенных пунктов и соответствующие им размеры площадей вводят в компьютер для определения графической нагрузки населенными пунктами на базовой ЦК-О масштаба 1:2 500 000, создавая условия для автоматизированного отбора населенных пунктов при создании производных ЦК-О более мелких масштабов.

Далее рассмотрены линейные объекты. Речная сеть, также как и населенные пункты, характеризуется густотой. Для территории Мавритании по густоте выделено три типа речной сети: очень редкая, редкая и средняя, которые хорошо согласуются с районированием по густоте населенных пунктов. Для создания условий отбора рек необходимо их расположить в порядке значимости, в качестве которой принимается соподчиненность рек от основной (р. Сенегал) до притоков n -го порядка, которая отражена в абсолютных кодах речной сети, разработанных автором, где каждая река имеет свой индивидуальный код, представляющий собой логическую взаимосвязь рек. В результате цифрования ИКМ определены длины всех рек Мавритании, имеющиеся на общегеографической карте Мавритании масштаба 1:2 500 000, что с учетом их средней толщины позволило вычислить их площади на карте и все эти данные занести в таблицу и ввести ее в ЭВМ. Таким образом, отранжированные по степени значимости (от основной до n -го порядка) и значению занимаемых ими площадей на базовой ЦК-О масштаба 1:2 500 000, реки введены в оперативную память ЭВМ, создавая условия для автоматизированного отбора рек при создании производных карт. При этом учитываются и площади занимаемые подписями названий рек, исходя из требований инструкции, что реки подписываются, если их длина на карте превышает 30 мм.

Отбор дорог зависит от густоты дорожной сети, ее состава, масштаба карты и связей с другими объектами и, прежде всего, с населенными пунктами, а поэтому районирование Мавритании по густоте дорог тесно связано с густотой населенных пунктов. Поэтому их отбор зависит от степени обжитости районов страны, а в малообжитых и необжитых районах показываются все дороги вплоть до вьючных и караванных. Задача ранжирования дорожной сети по степени значимости от класса "магистральных" до класса "караванных" решается на стадии подготовительных работ при формировании табличного документа (ведомости кодирования). В соответствии с КУЗ, зная толщину различных типов дорог, и получив в результате цифрования их длину, определяем площадь занимаемую дорогами на карте. Эти данные занесены в специальную таблицу, которая введена в оперативную память ЭВМ для осуществления автоматизированного отбора дорог при создании производных карт.

Помимо линейных объектов -рек, элементами гидрографии являются и площадные объекты в виде озер и водохранилищ, размеры которых определяются в процессе цифрования и определения их площадей. Затем площадные объекты (например, озера) ранжируются в порядке уменьшения площадей и заносятся в специальную таблицу, создавая условия для реализации автоматизированного их отбора.

При крупномасштабном цифровом картографировании, создавая цифровые топографические карты всего масштабного ряда топографических карт, определяются условия для автоматизированного создания любых ЦК-О для решения самых разнообразных народно-хозяйственных задач. При мелкомасштабном цифровом картографировании помимо общегеографической карты масштаба 1:2 500 000 остальные масштабы четко не определены. Поэтому возникает необходимость создания серии базовых мелкомасштабных ЦК-О для автоматизированного создания общегеографических и тематических карт, а также для разработки самых разнообразных ГИС-проектов. Причем, это должно осуществляться автоматизированным способом с использованием рассмотренных методик отбора картографических объектов.

На основании этого разработана технология автоматизированного создания производных базовых ЦК-О (рис.4). В результате определения графической нагрузки базовой ЦК-О масштаба 1:2 500 000, вычисления коэффициента графической нагрузки, формирования таблиц с данными по информационным слоям, создаются условия для автоматизированного отбора картографических объектов (рек, населенных пунктов, дорог). Задача отбора имеет как количественный, так и качественный аспект. Количественный аспект отбора формализован и разработан алгоритм его решения, который заключается в преобразовании ведомостей кодирования в таблицы отбора, в которых объекты отранжированы по значимости и для каждого вычислена площадь, занимаемая им на ЦК-О масштаба 1:2 500 000. Вычисленный коэффициент графической нагрузки служит "порогом" (критерием), который лимитирует отбор объектов при суммировании их площадей. Качественный аспект отбора, учитывающий взаимосвязь картографических объектов, их достопримечательность, местную локализацию и т.д., не поддается формализации и выполняется в интерактивном режиме "картограф-

ЭВМ". Для обеспечения диалога картографа с компьютером на дисплей выводится уменьшенное до масштаба создаваемой карты изображение генеральной базовой ЦК-О масштаба 1:2 500 000 и соответствующие данные таблицы отбора картографических объектов, способом манипулирования картограф реализует качественный аспект отбора, "держит" графическую нагрузку в определенных пределах, установленным "порогом".

Технологическая схема использования ЦБКД для создания производных ЦК-О

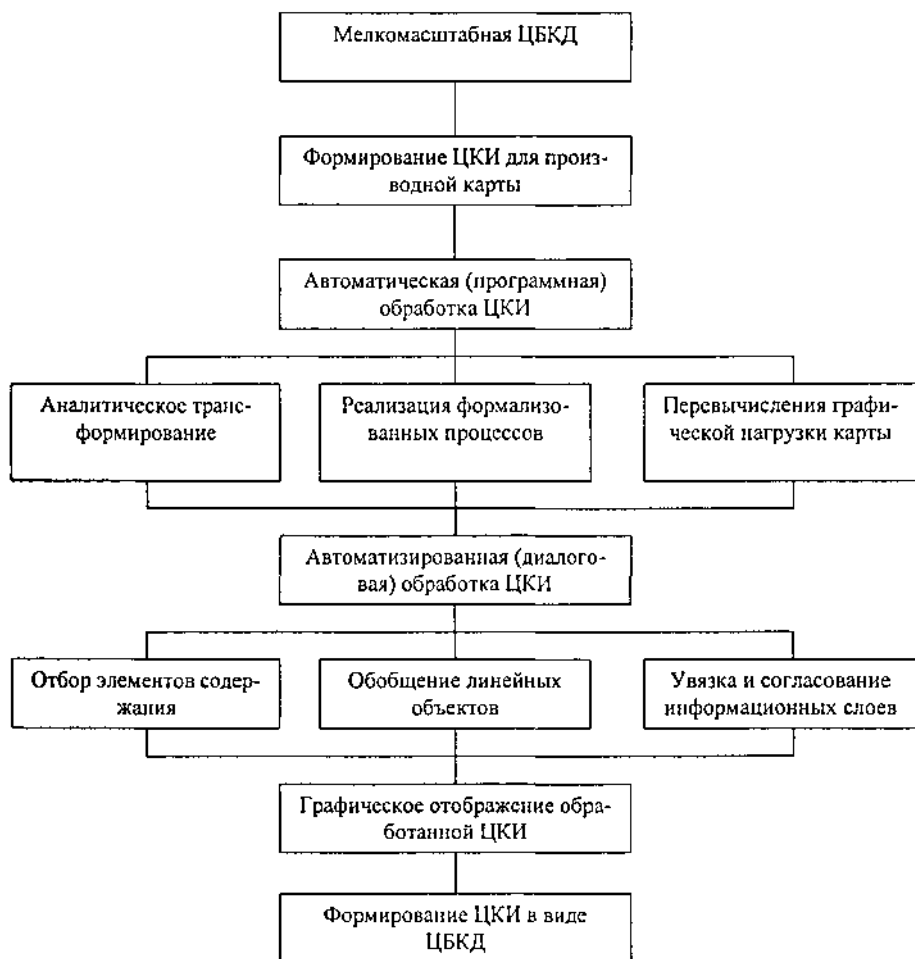


Рис. 4

Глава 4. Экспериментальные исследования по апробации методики и технологии создания и использования генеральной базовой цифровой картографической основы Мавритании масштаба 1: 2 500 000

В соответствии с поставленными в диссертационной работе задачами были выполнены экспериментальные исследования по апробации разработанных методик и технологий создания как генеральной базовой ЦК-О Мавритании масштаба 1: 2 500 000, так и серии производных базовых ЦК-О масштабов на примере 1: 5 000 000, 1: 10 000 000, и 1: 15 000 000, автоматизированным способом с использованием баз данных ЦКИ базовой ЦК-О. В результате создан фрагмент генеральной базовой ЦК-О Мавритании и фрагменты производных базовых ЦК-О масштабов 1: 5 000 000, 1:10 000 000, 1: 15 000 000.

На основании изучения физико-географических особенностей Мавритании, имеющихся ИКМ и доступных справочно-информационных данных был определен масштаб основной базовой карты, состав картографических объектов и их характеристики (параметры), выполнены классификация и кодирование картографической информации. Проведено районирование Мавритании по густоте: населенных пунктов, рек, дорог. Причем, при районировании Мавритании по густоте размещения населенных пунктов учитывалась и плотность населения по областям Мавритании.

Изготовление ЦК-О Мавритании масштаба 1: 2 500 000 проведено методом цифрования ИКМ. При этом использовался сканерный ввод информации. Цифрование велось по растровому изображению. Весь процесс создания ЦК-О подразделяется на следующие этапы:

- сканирование и цифрование растра;
- привязка и цифрование растра;
- редактирование ЦК-О;
- изготовление графических копий.

Цифрование осуществлялось в открытой геоинформационной системе MapInfo 5.0 с предварительной привязкой растра для отображения карты в нужной проекции. Привязка осуществлялась нормальной равнопромежуточной конической проекции.

Одновременно с цифрованием проведено кодирование картографических объектов, а также, выполнялись картометрические работы по определению ме-

стоположения населенных пунктов, длин рек и дорог, площадей озер в масштабе карты. Эти данные были внесены в специальные таблицы отбора, составленные на основе соответствующих ведомостей кодирования, в которых картографические объекты распределены по коду значимости, даны расчеты площадей каждого объекта, группы объектов, графической нагрузки информационного слоя и общей графической нагрузки основного ИКМ, общегеографической карты Мавритании (1986 г.) масштаба 1: 2 500 000. В результате, расчеты показали, что графическая нагрузка общегеографической карты, даже обжитого района Мавритании, составляет 6 %, а для малообжитых 4%. Тогда как, исходя из положения В.И.Сухова об оптимальной нагрузке населенными пунктами и методе использования этого положения Гетцем для отображения населенных пунктов на Международной карте Мира масштаба 1: 2 500 000, коэффициент графической нагрузки для обжитого района Мавритании должен составлять 10 %, для малообжитого 8 %, а в необжитом - должны быть показаны все НП. Значит, основной ИКМ - Общегеографическая карта Мавритании (1986 г.) масштаба 1: 2 500 000 явно не перегружена населенными пунктами и возникает необходимость довести плотность населенных пунктов на генеральной ЦК-О масштаба 1: 2 500 000 до оптимальной, что позволит автоматизировать процесс создания производных базовых ЦК-О более мелких масштабов, опираясь на "аксиому" сохранения коэффициента графической нагрузки при ее оптимальном значении в независимости от масштаба карты.

На предыдущем этапе созданы условия для выполнения задачи автоматизированного отбора картографических объектов, которая была решена путем создания производных базовых ЦК-О Мавритании масштабов: 1:5 000 000; 1:10 000 000; 1:15 000 000.

После создания производных базовых ЦК-О был проведен сравнительный анализ состава картографических объектов с существующими традиционными картами соответствующих масштабов, который показал хорошую сходимость как по количеству картографических объектов, так и по конкретным объектам.

В главе дан состав технического и программного обеспечения, используемого при апробации предлагаемых методик и технологий.

Заключение

В соответствии с поставленной целью выполнены теоретические и экспериментальные исследования, которые привели к следующим основным результатам и выводам:

- Определен состав картографической информации содержания основной базовой ЦК-О Мавритании масштаба 1:2 500 000 на основании физико-географического изучения территории, анализа общегеографических карт и использования справочно-статической информации;

- Разработана методика и технология использования цифровой базы картографических данных для автоматизированного создания производных цифровых картографических основ более мелких масштабов для создания общегеографических и тематических карт, а также разработки самых разнообразных ГИС - проектов;

- Выполнен значительный объем экспериментальных работ по апробации разработанных методик и технологий на примере создания как фрагментов генеральной базовой ЦК-О масштаба 1: 2 500 000, так производных базовых ЦК-О масштаба 1: 5 000 000, 1: 10 000 000 и 1: 15 000 000 Мавритании с использованием программно-технического комплекса.

Сравнительный анализ содержания созданных образцов ЦК - О с аналогичными традиционными картами показал хорошую сходимость как по количественному (число объектов), так и по качественному (идентичности объектов) аспектам, что подтверждает правильность и корректность разработанной методики.

В заключение следует отметить, что выполненные разработки методики и технологии создания основной базовой ЦК - О масштаба 1: 2 500 000 и автоматизированного создания серии более мелкомасштабных ЦК-О Мавритании создают цифровую картографическую базу как для автоматизированного создания общегеографических и тематических карт, так и разработки самых разнообразных ГИС - проектов, имеющих огромное значение для народного хозяйства Мавритании. Помимо этого, данная разработка во многом будет способствовать созданию национального атласа Мавритании как в традиционной, так и электронной версии.

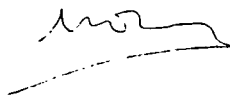
17

Основные положения диссертации изложены в следующих публикациях автора:

1. Мелкомасштабное цифровое картографирование (концептуальные основы) // Изв. вузов, сер. Геодезия и аэрофотосъемка, 1999, №1, с. 98-104. (соавторы: А.Г. Иванов, В.В. Гончаров и др.).

2. Формирование и использование цифровой картографической информации. Тезисы доклада на международной научно-технической конференции «220-лет геодезическому образованию в России»// Материалы международной научно-технической конференции «220-лет геодезическому образованию в России» (24-29 мая, 1999г.). –М.: Минобразование РФ, МИИГАиК, 1999, с.101-102 (соавторы: А.Г. Иванов, В.В. Гончаров и др.).

3. Автоматизированная картографическая генерализация (соавторы: А.Г. Иванов, В.В. Гончаров и др.) - в печати



Подп. к печати 15.05.2000	Формат 60×90	Бумага офсетная	Печ. л. 1,5
Уч.-изд. л. 1,5	Тираж 80 экз.	Заказ № 102	Цена договорная

МосГУГиК
103064, Москва К-64, Гороховский пер., 4