

ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

УДК 528.9:681.3.06

С.В. Абламейко, А.Н. Крючков

ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЯ: ИСТОРИЯ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТОК
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНСТИТУТЕ

Рассмотрены история и этапы развития картографических информационных технологий в ИТК АН БССР (в настоящее время ОИПИ НАН Беларуси) на протяжении более чем 25 лет. Приведены этапы создания автоматизированных картографических систем, баз цифровых картографических данных. Описаны основные работы, выполняемые ОИПИ НАН Беларуси в области цифровой картографии.

Введение

Идея цифрового моделирования явлений и процессов с использованием пространственной информации (цифровой информации о местности – ЦИМ) возникла давно. Мировая история создания и использования ЦИМ насчитывает свыше 40 лет, но реальные работы в этой области начались в 1970-е гг. в сфере военных приложений и морских навигационных систем.

Первые научно-исследовательские и экспериментальные работы по преобразованию традиционных топографических и специальных карт в цифровую форму были проведены в США, СССР, Канаде, Франции, Германии [1]. Переход на новые виды высокоточного оружия, в частности крылатых ракет большой дальности действия, привел к широкому использованию цифровой картографической информации в системах стратегических крылатых ракет наземного, воздушного и морского базирования. Отсутствие промышленных технологий, программных и технических средств создания цифровых карт местности (ЦКМ), банков цифровой картографической информации, обеспечивающих перспективные требования видов ВС СССР к топогеодезическому обеспечению высокоточного оружия, большие территории планируемых театров военных действий потребовали разработки в короткие сроки эффективных методов, технологий и технических средств создания ЦКМ, и в первую очередь цифровых моделей рельефа (ЦМР).

В США первая цифровая модель местности была создана в 1957 г. в Массачусетском институте технологий. Она представляла собой ЦМР и предназначалась для проектирования дорог. Одной из первых публикаций в СССР по проблеме цифрового моделирования земной поверхности была статья Б.С. Хейфеца [2].

В США в 1973 – 1975 гг. уже были проведены летные испытания первых крылатых ракет с использованием цифровых моделей местности, а в 1975 г. принята программа национального картографирования. Ответственность за выполнение этой программы была возложена на Топографическое управление геологической съемки США и на картографическое управление Министерства обороны США [3].

В СССР первые поисковые НИР и экспериментальные разработки по созданию цифровых карт и моделей местности были проведены в 1971 – 1976 гг. в 29НИИ Военно-топографической службы (ВТС), что позволило определить принципиальные пути решения поставленных задач. Одновременно в ряде организаций кибернетического профиля выполнялись работы по созданию технических средств ввода-вывода графической информации. Так, в Институте технической кибернетики (ИТК) АН БССР проводился ряд разработок по созданию автоматизированных графических систем, обеспечивающих цифровой ввод-вывод графических изображений. Кибернетические средства для создания цифровых карт местности впервые были опробованы в Институте кибернетики АН УССР (Киев) в середине 1970-х гг. в рамках НИР по

заказу Военно-топографического управления Генерального штаба Вооруженных Сил СССР (ВТУ ГШ ВС СССР).

1. Развитие работ по цифровой картографии (1977 – 1991 гг.)

Имеющийся научно-технический задел в области обработки сложной графической информации позволил начать разработку технологии, технических, программных и информационных средств автоматизированных картографических систем. Для решения этой проблемы в СССР Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 2 сентября 1977 г. были определены организации, ответственные за разработку методов и средств картографического обеспечения систем управления крылатыми ракетами воздушного и морского базирования [4].

Согласно Постановлению главным исполнителем по разработке и изготовлению комплекса технических и программных средств создания, хранения, обновления и выдачи ЦКМ и автоматизированного управления базой цифровых картографических данных (комплекса БЦКД) был назначен ИТК АН БССР. Соисполнителями работ были определены 29НИИ ВТС, НИИ прикладной математики и кибернетики (НИИ ПМК) Горьковского государственного университета им. Н.И. Лобачевского и ряд других организаций. 29НИИ ВТС был определен ведущей организацией в части разработки исходных требований по технологии создания ЦКМ, алгоритмического и информационного обеспечений БЦКД, а также разработки тактико-технических заданий по НИОКР по данной тематике.

1.1. Ручное цифровое и создание БЦКД

Разработка БЦКД состояла из нескольких этапов. *Первый этап* включал создание комплекса устройств для автоматизации считывания графической информации о местности с топографических карт и составления цифровых карт местности (ОКР «ЭКЛИПТИКА»). Комплекс был реализован в виде двухуровневой схемы, где на первом уровне располагались автоматизированные рабочие места картографа (АРМ-К), а на втором уровне – ЕС ЭВМ. На первом этапе в состав комплекса входили два АРМ-К (АРМ-К1 и АРМ-К2) и ЭВМ ЕС-1035. АРМ-К1 и АРМ-К2 были реализованы на базе мини-ЭВМ СМ-4 (чуть позднее заменены на СМ-1420) и включали устройства ввода картографической информации, графического документирования и средства передачи данных в ЕС ЭВМ. Вначале предполагалось, что АРМ-К1 должен обеспечивать оцифровку топографических карт, а АРМ-К2 – редактирование цифровых карт после их контроля (программный контроль выполнялся на ЕС ЭВМ, а визуальный – по контрольно-графической копии, полученной на графопостроителе АРМ-К1). Однако в дальнейшем функции АРМ-К1 и АРМ-К2 были унифицированы и комплексы могли выполнять задачи как цифрования, так и редактирования [5]. Комплекс АРМ-К1 комплектовался двумя интерактивными рабочими местами на базе устройства ввода графической информации ПЛАНШЕТ-Р и одним местом на базе устройства ПЛАНШЕТ-С. Устройства ввода были разработаны и изготовлены совместно специалистами ИТК АН БССР и ЦКБ с ОП АН БССР и обеспечивали все требования по производительности и точности цифрования исходных картографических материалов (ИКМ). В дальнейшем серийное производство устройств ПЛАНШЕТ-С и ПЛАНШЕТ-Р было налажено на заводах «Эвистор» (Витебск) и «Комета» (Ульяновск).

Устройство ПЛАНШЕТ-Р было скомпоновано из стойки управления и планшета-стола размером 850x620 мм с регулируемой высотой и наклоном рабочей поверхности. Указатель координат имел встроенную оптическую систему с 1,6-кратным увеличением и подсветкой изображения в зоне считывания. Устройство было снабжено алфавитно-цифровым табло на 32 знакоместа и функциональной клавиатурой. Алфавитно-цифровое табло обеспечивало отображение информации о процессе оцифровки (виды ошибок, технологические режимы, координаты точек и др.), а функциональная клавиатура – управление режимами работы устройства. Ручное цифрование ИКМ осуществлялось как в режиме считывания отдельных точек, так и в режиме непрерывного слежения за контуром или линией. Устройство ПЛАНШЕТ-С было предназначено для полуавтоматического считывания координат изолиний рельефа. В состав устройства входили стойка управления фотоэлектрической следящей системой, стойка управ

ления рабочим полем ПЛАНШЕТ-Р и координатный планшет-стол, совмещенный с рабочим полем ПЛАНШЕТ-Р. В состав ПЛАНШЕТ-С также входила функциональная клавиатура, алфавитно-цифровое табло и указатель координат. Устройство ПЛАНШЕТ-С обеспечивало считывание графической информации в двух режимах: ручного ввода управляющей и корректирующей информации и автоматического отслеживания линий. Широкого распространения устройство ПЛАНШЕТ-С не получило в силу ряда причин: критичности к качеству изображения, узкой области обрабатываемых изображений (только рельеф), трудности в эксплуатации и некоторых других.

На *втором этапе* была выполнена разработка комплекса средств хранения, поиска, обновления и выдачи цифровых карт местности и автоматизированного управления базой цифровых картографических данных (ОКР «АЛГОРИТМ-97»). Разработанные на первом и втором этапах комплексы были информационно и технологически объединены в единый комплекс технических и программных средств БЦКД.

Комплекс БЦКД был предназначен для создания ЦКМ по топографическим картам отечественных и зарубежных изданий и цифровым данным о рельефе местности, поступающим из автономно функционирующих комплексов обработки космических фотоснимков, а также для автоматизированного хранения, обновления и выдачи ЦКМ видам ВС СССР. Он включал в себя двухмашинный вычислительный комплекс на базе ЭВМ ЕС-1060 (верхний уровень) и набор автоматизированных рабочих мест АРМ-К (нижний уровень). На верхнем уровне обеспечивалось решение задач приема и систематизации цифровых картографических данных, управление потоками картографических данных в ходе их преобразований, централизованного формирования и обновления ЦКМ, ведение информационного архива и выдачи ЦКМ пользователям в установленной структуре.

Комплексы АРМ-К, как было сказано выше, обеспечивали преобразование картографических изображений в цифровую форму, редактирование ЦКМ по результатам контроля, получение контрольно-графических и архивно-графических копий, формирование промежуточных массивов ЦКИ и передачу их в базу данных.

В 1983 г. головной образец комплекса БЦКД был введен в эксплуатацию и начато серийное изготовление ЦКМ на большие территории [4].

Третий этап работ включал создание еще трех комплексов БЦКД для организации региональных баз цифровых картографических данных, а также модернизацию технологии, программных и информационных средств создания ЦКМ.

В первую очередь модернизация коснулась технологии обработки данных в АРМ-К. В полном объеме технология обработки данных в БЦКД описана в монографии [6]. Опытная эксплуатация БЦКД показала ряд недостатков в технологии создания ЦКМ, к наиболее существенным из которых можно было отнести выполнение ряда технологических операций по созданию ЦКМ на разных уровнях БЦКД. Так, оцифровка ЦКМ выполнялась на комплексах АРМ-К; ввод семантики (атрибутов объекта), слияние метрики объектов и семантики, а также контроль первичных данных – на средствах верхнего уровня БЦКД; редактирование ЦКМ и получение графических копий – на АРМ-К. Это увеличивало время создания ЦКМ и количество ошибок, усложняло организационное взаимодействие между базой данных и комплексами цифрования. Исследования показали, что АРМ-К при определенной их доработке могут обеспечить получение функционально полных ЦКМ. С этой целью была выполнена доработка комплексов АРМ-К в рамках ОКР «АРКА». Доработка включала расширение функциональных возможностей комплексов. К 1984 г. работы были завершены, что позволило начать производство автономных картографических комплексов создания ЦКМ. В дальнейшем комплексы АРМ-К стали известны под названием АРКА. Они были поставлены на ряд предприятий Главного управления геодезии и картографии (ГУГК) СССР.

Информационную основу ЦКМ составлял классификатор топографической информации [7], разработанный специалистами 29НИИ ВТС для топографических карт.

В комплексе БЦКД использовались несколько форматов представления картографической информации: формат обработки Ф1, формат хранения Ф4 и формат выдачи Ф9.

Одновременно с выполнением работ по созданию ЦКМ в интересах ВТУ ГШ ВС СССР в 1981 г. была начата разработка технологий создания цифровых морских карт в интересах Главного управления навигации и океанографии Минобороны СССР: НИОКР РЕСКРИПТ «Автоматизированный комплекс цифровых морских карт», ОКР РАВНОДЕЙСТВИЕ «Автоматизированный комплекс редактирования цифровых морских карт», ОКР РЕЦЕПТУРА «Цифровой морской картографический комплекс». Разработанные комплексы успешно прошли испытания и были поставлены на объекты заказчика для развертывания работ по созданию цифровых морских карт.

В 1984 г. за успешную разработку методов и средств картографического обеспечения крылатых ракет и своевременный ввод в эксплуатацию БЦКД институт был награжден орденом Трудового Красного Знамени, большое число сотрудников ИТК АН БССР – орденами и медалями, ряд разработчиков удостоены Государственной премии СССР.

Таким образом, за короткие сроки была решена задача обеспечения крылатых ракет цифровыми картами местности, однако возрастающая потребность в ЦКМ уже не обеспечивалась средствами на основе методов ручной дигитализации, к основным недостаткам которых можно отнести:

- производительность в технологии ручного цифрования зависела от скорости обработки информации человеком-оператором, увеличить которую в несколько раз было практически невозможно;

- увеличение производительности за счет расширения комплексов цифрования, наращивания вычислительных мощностей баз данных было сопряжено с огромными материальными и людскими затратами;

- ручной ввод, несмотря на свою простоту и дешевизну, требовал большого напряжения человека-оператора, что приводило к снижению точности ввода и появлению ошибок в цифровых данных;

- технология ручного цифрования была сопряжена со значительным объемом редакционно-подготовительных работ, иногда соизмеримым с самим процессом цифрования.

1.2. Растровый ввод и обработка картографической информации

Несмотря на все эти недостатки, за счет мощных средств контроля и строгого выполнения всех технологических операций созданные ЦКМ удовлетворяли потребителей по всем заданным параметрам. Технология ручного цифрования стала самым «узким местом» при создании цифровых карт.

Понимая важность данной проблемы, в 1980 г. ВТУ ГШ заказало ИТК АН БССР НИР «Лиричность». Сначала исследования по этой работе велись в направлении металлизации картографических изображений и их ввода. Затем было принято решение модернизировать устройство ввода ПЛАНШЕТ-С. Фотоэлектрическая следящая система устройства была дополнена ПЗС-матрицей размером 32x32 элемента, которая использовалась для сканирования участков изображения (разрывов, разветвлений, разрывов линии подписью и т. д.), требующих дополнительного анализа. Это позволило организовать сканирование и получение растровых изображений для их последующей обработки. В 1981 – 1983 гг. было разработано на СМ ЭВМ программное обеспечение, позволяющее векторизовать сканированные изображения. Результаты исследований были опубликованы в работе [8].

Проведенные исследования показали принципиальную возможность разработки технологий создания ЦКМ на основе растровой обработки данных. Кроме решения задач по модернизации методов создания ЦКМ, на повестке дня уже стояли новые задачи цифрового картографирования, а именно обновление цифрового фонда картографических данных с использованием данных космической съемки, автоматизированного составления карт базового и производного масштабов, автоматизированной подготовки карт к изданию.

Для выполнения всех этих задач решением Комиссии Президиума Совета Министров СССР по военно-промышленным вопросам от 11 июля 1983 г. № 251 в 1983 г. в ИТК АН БССР была начата ОКР ПРИВАДА «Разработка технических и программных средств растрового счи

тывания и обработки картографического изображения, автоматизированного составления и вывода цифровых и графических оригиналов топографических карт».

Комплекс ПРИВАДА разрабатывался на основе современных методов обработки растровых изображений для решения следующих основных задач [9]:

- создания ЦКМ по расчлененным издательским оригиналам и цветным тиражным оттискам топографических карт;
- создания ЦКМ по цветным тиражным оттискам карт иностранного издания (США, Канада, Великобритании);
- составления номенклатурных листов топографических карт (НЛ ТК) производного масштаба по НЛ ТК базового масштаба;
- составления НЛ ТК базового масштаба по информации от фотограмметрических комплексов;
- автоматизированного изготовления издательских оригиналов ТК;
- изготовления ЦКМ по расчлененным оригиналам обновления;
- обновления ТК производного масштаба по цифровым массивам изменений базового масштаба.

Сканерный ввод обладает большой точностью и скоростью оцифровки и не требует усилий со стороны оператора. Однако для этого метода необходимо дорогостоящее и сложное программное обеспечение по выделению графических и семантических признаков объектов изображения. Кроме того, существенным для сканеров является качество исходного материала. При плохом качестве материала (особенно для насыщенных цветных тиражных оттисков карт или карт, имеющих механические повреждения) затраты оцифровки с использованием раstra иногда становятся соизмеримы с затратами на ручное цифрование. Поэтому в отдельных случаях технология комплекса ПРИВАДА предусматривала использование средств ручной дигитализации.

Перед разработчиками стояла сложная задача, так как в СССР в этот период не было серийно выпускаемых широкоформатных черно-белых и цветных сканеров, фотоплоттеров и средств цветной печати, растровых цветных графических дисплеев, отсутствовали также методы, технологии и программные средства растровой обработки сложных графических изображений, имеющие возможности промышленного применения. Тем не менее, в ряде организаций велись отдельные экспериментальные работы в этой области, например в НИИ ПМК (Горький) [10], Институте кибернетики (ИК) АН УССР [11].

В течение 1984 – 1987 гг. в ИТК АН БССР при участии 29НИИ ВТС и ЦКБ с ОП АН БССР были разработаны и изготовлены опытные образцы черно-белого РАСТР-Ч и цветного РАСТР-Ц сканеров, фотоплоттера РАСТР-В; растровый цветной графический дисплей РЦГД, а также технологии, программные и информационные средства, решающие поставленные задачи.

Разработанная технология растровой обработки картографических изображений была основана на методах автоматического формирования векторного представления и частичной автоматической классификации объектов изображения, а также унификации обработки черно-белых и цветных изображений за счет использования единой технологической схемы, что достигается путем цветоделения исходного цветного изображения на первом этапе обработки картографической информации [9, 12].

Комплекс ПРИВАДА являлся базовым образцом, основой для создания нового поколения картографических систем и комплексов, которые в дальнейшем должны были заменить комплексы АРМ-К и АРКА.

В 1988 г. два опытных образца комплекса ПРИВАДА были представлены на государственные испытания. Первые образцы были реализованы в виде двухмашинных комплексов на базе мини-ЭВМ СМ-1420 с единым полем внешней памяти. Полученные результаты испытаний, а также результаты НИР ЭКЛИПТИКА-86 показали правильность выбранных технических решений в части дальнейшего развития комплексов БЦКД. В 1988 г. начались работы по созданию новых систем и комплексов в рамках системы ГЕОДЕЗИЯ, куда включались разработки подсистем Геодезия-1 (база данных), Типаж-90 (автоматизированная система изготовления, хранения и выдачи цифровых и топографических карт), Апшеронск (фотограмметрическая

подсистема) и Секстет-90 (информационно-поисковая система выдачи информации о картографической обеспеченности и изученности географических районов).

Основой подсистемы Типаж-90 должен был стать комплекс ПРИВАДА, доработанный по результатам государственных испытаний. Государственные испытания комплекса ПРИВАДА в целом показали эффективность технологий растровой обработки картографических данных, а также правильность выбранных технических решений по реализации задач комплекса. Однако испытания выявили ряд принципиальных недостатков, которые существенно снижали технические характеристики решаемых задач, особенно по производительности и надежности комплекса. Эти недостатки определялись рядом объективных и субъективных причин. Во-первых, технические возможности мини-ЭВМ СМ-1420 не обеспечивали в полном объеме обработку больших объемов растровой информации в связи с маленькой оперативной и внешней памятью, низкой надежностью, низкой скоростью обработки и т. д. Во-вторых, ввиду отсутствия графических мониторов (разработанный дисплей РЦГД не в полной мере удовлетворял потребностям технологий) вся обработка велась фактически без оперативного вмешательства оператора и приводила часто к необходимости по несколько раз повторять технологические процессы после оценки полученных результатов. В-третьих, стало ясно, что ряд методов преобразования растровой информации требует дополнительных исследований и доработок.

С учетом выявленных недостатков, а также в связи с появлением на рынке СССР персональных ЭВМ было принято решение провести модернизацию комплекса ПРИВАДА и реализовать его в виде совокупности рабочих мест на базе ПЭВМ, объединенных локальной сетью. Модернизированный комплекс ПРИВАДА прошел в 1991 г. приемку межведомственной комиссии и был принят как базовый комплекс для создания подсистемы Типаж-90.

Разработка подсистемы Типаж-90 велась по двум направлениям: разработка базового образца подсистемы создания и обновления ЦТК по картматериалам и фотограмметрической информации; разработка сбалансированных модификаций подсистемы применительно к конкретному объекту эксплуатации, условиям размещения и видам решаемых задач. В 1992 г. были завершены государственные испытания системы ГЕОДЕЗИЯ в составе подсистем Типаж-90, Геодезия-1, Апшеронск, Секстет-90. Началась доработка подсистем по результатам государственных испытаний, но распад СССР не дал завершить работы в полном объеме. Они были практически прекращены.

Было принято решение подготовить новые уточненные тактико-технические задания (ТТЗ) на ОКР Геодезия-М и Типаж-М с головным исполнителем от Российской Федерации и соисполнителем ИТК АН Беларуси. ТТЗ на указанные работы были подготовлены ИТК АН Беларуси совместно с 29НИИ ВТС, но в силу политических перемен участия в этих работах ИТК АН Беларуси не принимал. Следует отметить, что указанные работы были все-таки выполнены (головной исполнитель – Инженерно-производственное предприятие «КСИ», Москва) и приняты на вооружение [13, 14].

2. Дальнейшее развитие цифровой картографии (1992 г. – настоящее время)

После распада СССР приемником работ в области цифровой картографии стала ВТС Министерства обороны России и объем их в ИТК АН Беларуси стал резко сокращаться. Однако в начале 1992 г. в интересах Министерства обороны России была начата ОКР КАРТА-Э «Создание системы электронных карт для обеспечения автоматизированных систем управления Вооруженных Сил Российской Федерации». В данной работе ИТК АН Беларуси выполнял составную часть ОКР КАРТА-ИО «Разработка технологии создания цифровых карт и изготовления издательских оригиналов карт и планов городов». Особенностью работы являлось расширение номенклатуры видов карт: кроме цифровых топографических карт, создавались цифровые обзорно-географические карты, цифровые аэронавигационные карты, цифровые планы городов всех масштабов. Кроме того, информационное обеспечение уже ориентировалось на создание электронных карт, необходимых потребителям.

В рамках данной работы совместно с 29НИИ ВТС была проделана большая работа по разработке базового информационного обеспечения (БИО), включающего:

- единую систему классификации и кодирования топографической информации для всех масштабов и видов карт и планов;
- правила цифрового описания объектов местности;
- форматы и структуры представления картографической информации;
- правила кодирования единиц хранения в базах данных.

В качестве базового формата обработки данных был принят формат F20S, который впоследствии после незначительных доработок стал Государственным стандартом Республики Беларусь по цифровому представлению карт и планов [15].

В 1996 г. работы по ОКР КАРТА-ИО были завершены, документация и специализированное программное обеспечение разработанных технологий были переданы в 29НИИ ВТС.

После 1992 г. работы в области цифровой картографии в ИТК АН Беларуси стали развиваться в нескольких направлениях: модернизации и развития технологий создания и обновления ЦКМ, в том числе с использованием данных аэрокосмосъемки; модернизации средств автоматизированного изготовления издательских оригиналов топографических и специальных карт; разработки базы цифровых картографических данных и средств создания электронных карт [16, 17]. В институте также ведутся интенсивные работы в области создания геоинформационных систем (ГИС) различного направления.

С 1993 г. начались работы с топографической службой (ТС) ВС Республики Беларусь по созданию картографического центра и оснащению его современными технологиями создания и обновления цифровой информации о местности, современными техническими средствами и комплексами. Работы выполнялись совместно с ОАО «Пеленг». К концу 1999 г. был разработан базовый образец комплекса создания и обновления цифровых и электронных карт. Комплекс включал картографическую и фотограмметрическую системы. С 2000 г. в рамках ОКР РУПОР-И начались работы по созданию интегрированного картографо-геодезического комплекса (ИКГК), который должен обеспечить производство цифровых и электронных карт местности для удовлетворения потребностей ВС Республики Беларусь. В настоящее время работы находятся на стадии завершения. ИКГК включает фотограмметрическую и картографическую системы. Системы включают ряд автоматизированных картографических подсистем и комплексов, которые разработаны на основе рабочих мест, объединенных в единую вычислительную сеть. Подсистемы обеспечивают реализацию технологий создания, обновления, хранения и выдачи картографической информации в графической и цифровой формах. В состав фотограмметрической системы входят:

- автоматизированное рабочее место оператора-дешифровщика АРМ-ДМ;
- фотограмметрический сканер;
- аналитический стереофотограмметрический прибор АСФП;
- аналитическо-цифровая фотограмметрическая станция АЦФС-М.

В состав картографической системы входят автоматизированные картографические подсистемы:

- создания цифровых и электронных карт и планов АКП-ЭК;
- оперативного обновления ЦИМ АКП-ОД. Основу данной подсистемы составляют рабочие места на основе цифровой фотограмметрической системы ЦФС RM (разработка ОАО «Пеленг»);
- помещения, хранения и выдачи ЦИМ пользователям (база данных) АКП-БД;
- подготовки и получения издательских оригиналов карт и планов АКП-ИО. В состав данной подсистемы входит широкоформатный растровый фотопринтер РФП совместной разработки ОИПИ НАН Беларуси и ОАО «Пеленг».

В 1998 г. были начаты работы по модернизации и развитию средств создания и обновления ЦКМ в интересах ТС Министерства обороны Украины (ОКР АТЛАС-1РБ). На первом этапе были модернизированы рабочие места и технология ручного цифрования, поставка которых выполнялась в картографическом центре Министерства обороны Украины еще в советское время.

На втором этапе начались работы по созданию полнофункциональной системы создания, обновления и выдачи ЦКМ. Система АТЛАС включает в себя пять подсистем: фотограмметрическую (исполнитель ГП «Геосистема», Винница), обновления ЦКМ по ортофотоснимкам (ис-

полнитель АО «СПАЭРО Плюс», Харьков), создания цифровых и электронных карт (КАРТА-Ц), автоматизированного получения издательских оригиналов топографических и специальных карт (ИЗДАНИЕ-Ц) и хранения и выдачи ЦКМ (БАНК-Ц). Подсистемы КАРТА-Ц, ИЗДАНИЕ-Ц и БАНК-Ц разрабатываются в ОИПИ НАН Беларуси. В настоящее время идет этап изготовления опытных образцов подсистем с последующим представлением их на государственные испытания. Все подсистемы функционируют в едином информационном пространстве, основу которого составляет базовое информационное обеспечение, разработанное в ОИПИ НАН Беларуси. Базовым форматом обработки, хранения и выдачи ЦКМ является формат F20S. Подсистема БАНК-Ц обеспечивает выдачу данных в наиболее известных ГИС-форматах: DXF, MID/MIF, SXF и др.

В настоящее время в ОИПИ НАН Беларуси ведутся работы по многим направлениям ГИС: созданию гибридных средств ввода, основанных на методах ручного и сканерного ввода данных, разработке новых методов формирования цифровой информации о местности по карт-материалам и данным дистанционного зондирования [17, 18].

Работы ведутся в рамках республиканских и союзных программ, по отдельным контрактам с зарубежными и отечественными предприятиями. Данное направление в ОИПИ НАН Беларуси по-прежнему является одним из приоритетных.

Заключение

Прошло более 20 лет с момента начала массового изготовления цифровых карт местности. Стремительное совершенствование и развитие технической базы (ПЭВМ, сканеров, графических мониторов и др.), появление на рынках СНГ огромного количества геоинформационных систем и специализированных картографических и фотограмметрических пакетов, реализованных в основном на методах зарубежных разработок (ESRI, Erdas, Intergraf и др.), разрыв научных и технических связей между институтами и организациями, работающими в области цифровой картографии, привели фактически к утрате принципов единой технологии, единых форматов, единых требований к цифровым и электронным картам.

В настоящее время появляется большое количество статей, в которых авторы пытаются принизить значимость результатов, полученных в период 1971 – 1992 гг. О работах ИТК АН БССР ныне практически нигде не упоминается, а если и упоминается, то вскользь, хотя на протяжении почти 20 лет институт был головной организацией в СССР в области цифровой картографии. За этот период были разработаны технологии, ориентированные на автоматизацию процессов распознавания картографических изображений, на объектно-ориентированные структуры данных, на эволюционное развитие методов и алгоритмов обработки данных и их применение в новых разработках, на непрерывное развитие и совершенствование базового информационного обеспечения, основу которого составляет единая система классификации и кодирования топографической и технологической информации.

Сегодня, наверное, не было бы тех успехов в области создания и использования цифровой информации о местности, если бы не пионерские разработки ИТК АН БССР, 29НИИ ВТС, НИИ ПМК Горьковского университета и ряда других организаций.

Список литературы

1. Мартыненко А.И. Автоматизация в картографии // Картография. – Т. 6. – М.: ВИНТИ, 1974.
2. Хейфец Б.С. Аппроксимирование топографической поверхности ортогональными полиномами Чебышева // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1964. – Вып. 2. – С. 78-86.
3. Топогеодезическое и навигационное обеспечение вооруженных сил США на национальном и глобальном уровне / В. Хвостов, Н. Воронков, В. Елюшкин, А. Масленников // Зарубежное военное обозрение. – 1998. – № 5. – С. 10-14; 1998. – № 6. – С. 9-13.

4. Бызов Б.Е. 50 лет на службе Отечеству. – М.: Ин-т полит. и воен. анализа, 2002. – 84 с.
5. Аппаратурно-программный комплекс создания цифровых моделей карт АРМ-К / А.В. Старцев, А.Н. Крючков, С.Б. Бочаров и др. // Методы создания цифровых карт и планов и их использование в системах автоматизированного проектирования. – М.: ЦНИИГАиК ГУГК СССР, 1987. – С. 131-139.
6. Халугин Е.И., Жалковский Е.А., Жданов Н.Д. Цифровые карты / Под ред. Е.И. Халугина. – М.: Недра, 1992. – 419 с.
7. Классификатор топографической информации. – М.: ВТУ ГШ, 1985. – 60 с.
8. Семенов О.И., Абламейко С.В. Методы и алгоритмы обработки растровой графической информации. – Мн.: Ин-т техн. кибернетики АН БССР, 1984. – 104 с.
9. Kryuchkov A. Automated cartographic system // Seminar «New materials and technologies of Republic of Belarus», September 25-26, 1997. – Hyderabad, India. – P. 88-89.
10. Подсистема растрового ввода-вывода и обработки графической информации РАСТР-1 / Ю.Г. Васин, О.А. Башкиров и др. // Автоматизация обработки сложной графической информации. – Горький: Горьковский гос. ун-т, 1984. – С. 235-254.
11. Шлезингер М.И. Математические средства обработки изображений. – Киев: Наукова думка, 1989. – 200 с.
12. Обработка и отображение информации в растровых графических системах / О.И. Семенов, С.В. Абламейко, В.И. Берейшик, В.В. Старовойтов. – Мн.: Наука и техника, 1989. – 183 с.
13. Астахов С.И. Унификация технологий – в объединении их общим замыслом // Геодезия и картография. – 2003. – № 11. – С. 7-8.
14. Долотов С.Ю. Применение комплекса «Типаж-М» и ГИС «Интеграция» в топографо-геодезическом производстве // Геодезия и картография. – 2003. – № 11. – С. 9-10.
15. СТБ 1025-96. Цифровая картография. Цифровое представление топографических карт и планов.
16. Kryuchkov A., Ablameyko S., Beregov B. Automatic map digitizing: problems and solution // Computing and Control Engineering Journal. – February, 1994. – V. 5. – № 1. – P. 33-39.
17. Абламейко С.В., Апарин Г.П., Крючков А.Н. Географические информационные системы. Создание цифровых карт. – Мн.: Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. – 276 с.
18. Абламейко С.В., Крючков А.Н. Информационные технологии создания и обновления цифровых и электронных карт местности // Информатика. – 2004. – №2. – С. 86-93.

Поступила 05.11.04

*Объединенный институт проблем
информатики НАН Беларуси,
Минск, Сурганова, 6
e-mail: abl@newman.bas-net.by*

S.V. Ablameyko, A.N. Kryuchkov

DIGITAL MAPPING: HISTORY AND STAGES OF TECHNOLOGIES DEVELOPMENT AT THE INSTITUTE

The paper considers the history and the stages of development of cartographic information systems and technologies in the United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus during the period of more than 25 years. Generations of created GIS and cartographical data bases are shown. Resent results and projects in the area of GIS and remote sensing data processing are also given.