

УДК 528,88; 528,9; 004,06; 004,891; 004,9

Научно-технические разработки в области цифровой картографии и геоинформационных технологий

Крючков Александр Николаевич

заведующий лабораторией картографических систем и технологий
E-mail: lab210@newman.bas-net.by

Лаборатория картографических систем и технологий была образована в 2000 г. на базе отдела № 210 «Автоматизированные картографические системы и технологии», созданного в 1975 г. В 1977 г. отдел стал головным подразделением Института технической кибернетики НАН Беларуси (ОИПИ НАН Беларуси) в области разработки методов, алгоритмов и программного обеспечения создания и обновления цифровых моделей местности на основе ручных и сканерных методов обработки картографических изображений. За успешное выполнение работ по созданию автоматизированных картографических систем и внедрению их в промышленную эксплуатацию заведующий отделом А. В. Старцев был удостоен Государственной премии СССР, а ряд сотрудников отдела – правительственных наград.

В настоящее время основными областями исследований лаборатории являются разработки:

- моделей представления геопространственной информации;
- методов, алгоритмов и программного обеспечения обработки данных дистанционного зондирования Земли;
- технологий и программно-информационных комплексов автоматизации картографических работ (создание и обновление цифровой информации о местности, автоматизированная подготовка карт и планов к изданию, автоматизированное составление топографических и специальных карт, создание картографических баз данных и др.);
- технологий и комплексов поддержки принятия решений на основе методов оперативного анализа свойств местности в экологии, чрезвычайных ситуациях, военных приложениях, а также создание геоинформационных систем различного назначения.

За период 2015–2024 гг. в лаборатории выполнены работы по девяти заданиям государственных программ научных исследований, 26 договорам на осуществление научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также две работы в рамках программ Союзного государства «Мониторинг-СГ», «Интеграция-СГ».

Лаборатория выполнила ряд международных контрактов с организациями России, Украины, Индии, Китая, Армении и Казахстана.

Ниже приводится краткое описание наиболее значимых разработок, выполняемых в период 2015–2024 гг.

1. *Специализированное программное обеспечение подвижного навигационно-топографического комплекса (СПО ПНТК)* (рис. 1, 2). Изготовитель и поставщик ПНТК – ООО «Мидивисана», Минск.

СПО ПНТК предназначено для решения задач по топографическому обеспечению боевых действий войск на оперативно-тактическом и тактическом уровнях. СПО ПНТК включает семь программно-информационных комплексов (ПИК) и обеспечивает:

- создание цифровой информации о местности (ЦИМ);
- обновление ЦИМ по данным, полученным с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА);
- формирование цифровых фотодокументов;
- мониторинг местности с использованием БПЛА;
- мониторинг местоположения ПНТК по данным GPS/ГЛОНАСС;
- комплексный анализ геопространственной информации и подготовка приложений по ее применению;

- определение координат наблюдаемых стационарных и движущихся объектов в реальном масштабе времени;
- формирование пространственных моделей и их визуализацию на экране коллективного пользования;
- решение расчетных и информационных задач по электронной карте;
- формирование банка данных ЦИМ.

Программно-информационные средства картографического обеспечения ПНТК предназначены для повышения оперативности решения частями навигационно-топографической службы Вооруженных Сил Республики Беларусь (НТС ВС РБ) задач по обеспечению войск и штабов актуальной информацией о местности на основе электронных карт и цифровых фотодокументов. В настоящее время в воинские части НТС ВС РБ поставлены восемь комплектов СПО в составе ПНТК и один комплект СПО в составе ПНТК в Министерство обороны Республики Казахстан.

2. *Специализированное программное обеспечение подвижного навигационно-геодезического комплекса (СПО ПНГК)* (рис. 3, 4). Изготовитель и поставщик ПНГК – ООО «Мидивисана».

СПО ПНГК предназначено для оперативного решения задач по топогеодезической подготовке районов боевого применения войск и маршрутов выхода в них и по ведению топографической разведки местности. ПНГК включает три ПИК: БД ЦИМ, ГИС ПНГК, РАЗВЕДКА-М, которые обеспечивают:

- ведение топографической разведки местности с использованием оптико-электронных средств и интегрированного навигационно-информационного комплекса;
- определение собственного местоположения ПНГК по данным интегрированного навигационно-информационного комплекса с автоматическим отображением местоположения на электронной карте местности;
- решение расчетных и информационно-аналитических задач по электронной карте с использованием геоинформационной системы (ГИС);
- формирование и ведение (хранение, обновление, поиск и выдачу) банка данных ЦИМ, в том числе данных топографической разведки;
- формирование и тиражирование текстовых и графических документов о местности.

Разработанные программно-информационные средства ПНГК обеспечивают повышение оперативности топогеодезической разведки местности и доведение данных разведки до войск и воинских формирований.

СПО ПНГК поставляется в двух модификациях: ПНГК в составе трех ПИК без БПЛА и ПНГК-БАК в составе двух ПИК без комплекса РАЗВЕДКА-М с двумя БПЛА.

В настоящее время в воинские части НТС ВС РБ поставлено 16 комплектов СПО в составе ПНГК и ПНГК-БАК и один комплект СПО в составе ПНГК в Министерство обороны Республики Казахстан.

3. *Специализированное программное обеспечение подвижного полиграфического комплекса (СПО ППК)* (рис. 5, 6). Изготовитель и поставщик ППК – ООО «Мидивисана».

СПО ППК предназначено для повышения оперативности решения частями НТС ВС РБ задач по обеспечению войск и штабов средствами топогеодезической информации на твердой основе и электронном виде в полевых условиях. СПО ППК включает три ПИК (СОСТАВЛЕНИЕ-СК, ИЗДАНИЕ-ПК, РЕШЕНИЕ-УОЗ), которые обеспечивают:

- составление специальных карт военного назначения (путей сообщения, автомобильных дорог, геодезических данных, искусственных препятствий, условий маскировки, условий проходимости, участков рек) и расширенной справки о местности;
- решение специальных задач по анализу оперативно-тактических свойств местности;
- формирование и ведение банка данных ЦИМ и полиграфической продукции;
- решение учетно-операционных задач (наличие карт на складах, учет движения полиграфической продукции и др.);
- автоматизированную подготовку к изданию топографических и специальных карт.

СПО ППК обеспечивает снижение затрат на составление специальных карт военного назначения и подготовку их к изданию, на получение расчетных характеристик по объектам местности, а также снижение временных затрат на решение специальных задач.



Рис. 1. Технологический модуль ПНТК

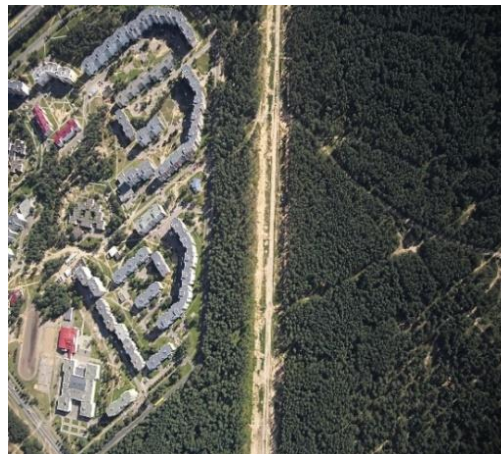


Рис. 2. Фотоснимок местности по результатам полета БПЛА

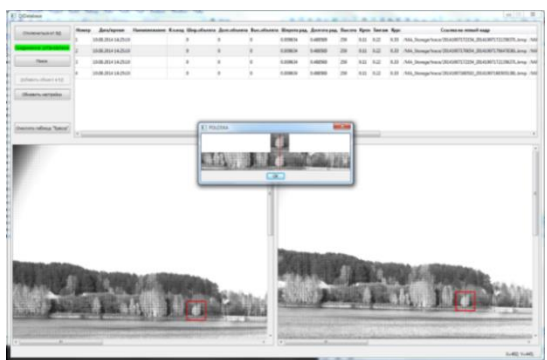


Рис. 3. Получение двух снимков на объекты разведки с использованием оптико-электронных средств

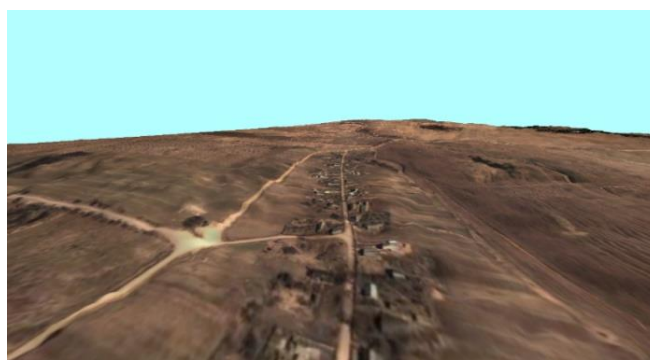


Рис. 4. 3D-модель рельефа с наложением текстуры снимка

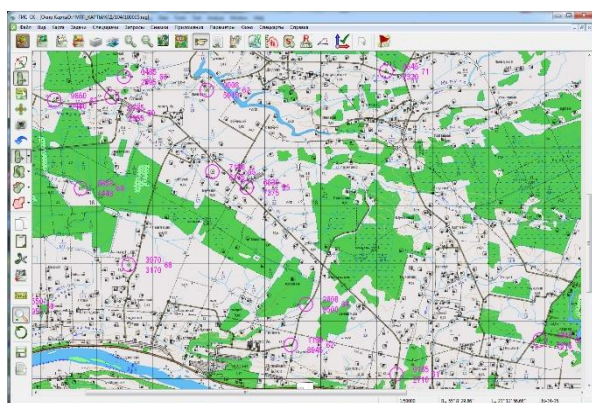


Рис. 5. Карта геодезических данных

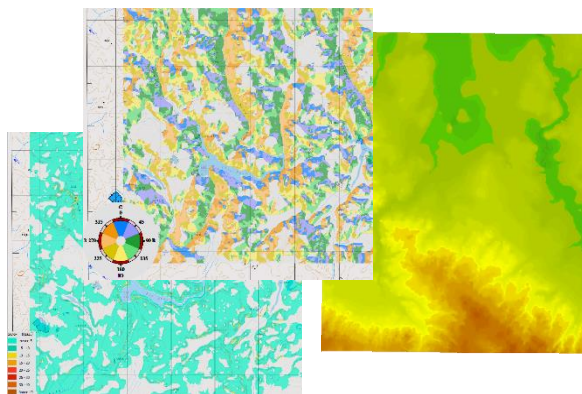


Рис. 6. Построение матричных карт: рельефа, уклонов и экспозиции склонов

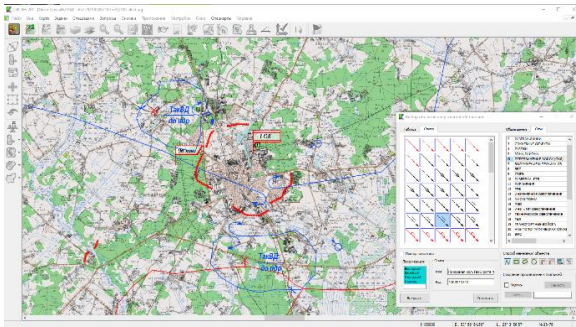


Рис. 7. Нанесение оперативно-тактической обстановки



Рис. 8. Построение трехмерной модели местности

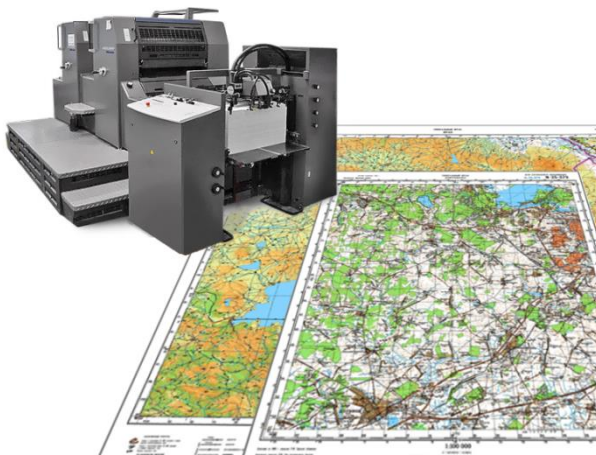
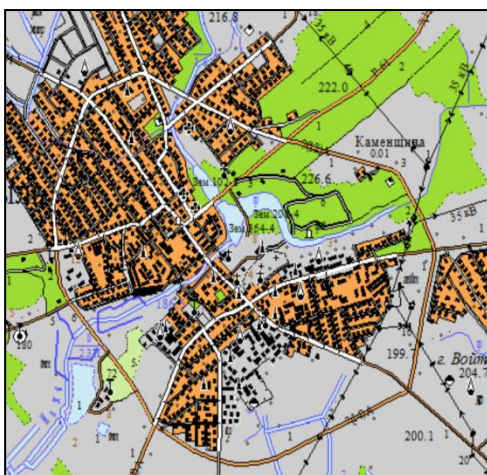


Рис. 9. Подготовка к изданию цифровых карт



Рис. 10. Формирование слоя гипсометрической окраски

Исходная ЦТК



Составляемая ЦТК

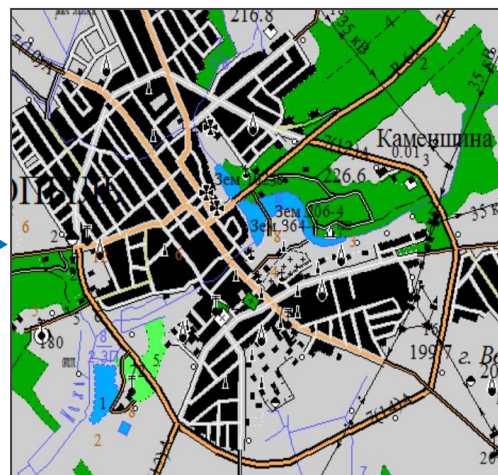


Рис. 11. Генерализация населенных пунктов ЦТК ПМ

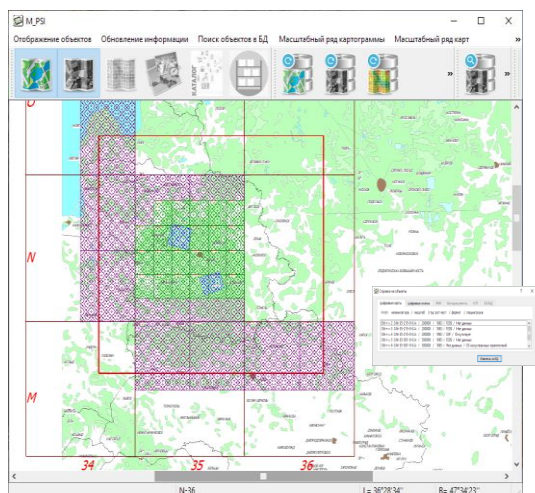


Рис. 12. Формирование картограммы

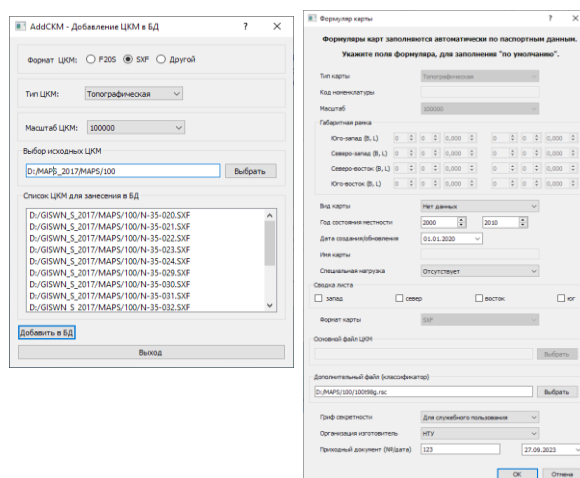


Рис. 13. Формирование фондов цифровых карт

4. Программно-информационный комплекс поддержки принятия решений в части выполнения специальных задач по анализу оперативно-тактических свойств местности ГИС-ВН-2М (рис. 7, 8).

ГИС-ВН-2М предназначен для использования органами военного управления при проведении командно-штабных учений и планирования боевых операций на основе анализа оперативно-тактических свойств местности и оперативно-тактической обстановки. Комплекс обеспечивает:

- оперативный анализ местности на основе цифровых карт местности и цифровых снимков земной поверхности;
- ввод, редактирование и ведение разнородных данных оперативно-тактической обстановки на электронной карте;
- визуализацию ЦИМ (цифровых карт, снимков, фотодокументов, тематической информации, трехмерных моделей местности и др.);
- подготовку графических документов для задач планирования и выполнения боевых задач;
- выполнение расчетно-аналитических и информационных задач (построение буферных зон, построение матриц высот рельефа и местности, вычисление площади и длины объектов, получение справочной и статистической информации по объекту, группе объектов, листу карты и др.);
- выполнение оперативно-тактических и специальных задач (расчет марша, расчет оптимального маршрута с учетом задаваемых ограничений, поиск областей с заданными характеристиками, расчет запаса топографических карт и др.);
- обработку цифровых снимков;
- поддержку многопользовательского доступа к данным оперативно-тактической обстановки, экспорт-импорт векторных данных форматов SXF, Share и MID/MIF во внутренний формат комплекса.

Комплекс построен по модульному принципу и реализован в операционных системах Windows и Linux.

Модификации ПИК ГИС-ВН-2М поставляются в составе подвижных навигационно-топографических, навигационно-геодезических и полиграфических комплексов.

5. Программно-информационный комплекс автоматизированной подготовки карт и планов населенных пунктов к изданию (ПИК ИЗДАНИЕ-М) (рис. 9, 10).

Комплекс предназначен для использования в воинских частях НТС ВС РФ для подготовки издательских оригиналов по обновленным (или пересоставленным) цифровым топографическим, обзорно-географическим, специальным картам и планам населенных пунктов с последующим получением заданного тиража карт и планов типографскими средствами. ПИК ИЗДАНИЕ-М обеспечивает:

- автоматизированное формирование электронных издательских оригиналов по цифровым топографическим, обзорно-географическим, специальным картам и планам населенных пунктов в условных знаках и подписях, принятых для карт отечественного издания;
- создание и редактирование библиотек условных знаков; автоматизированное формирование справки о местности;
- автоматизированное формирование математической основы карты;
- формирование зарамочного оформления;
- формирование слоя гипсометрической окраски;
- формирование формуляра;
- редактирование с помощью встроенного редактора;
- получение контрольных копий в виде цветного изображения;
- подготовку и вывод издательских оригиналов и их контрольных копий на технические средства графического документирования;
- создание комплектов цветоделенных издательских оригиналов в формате Postscript.

Комплекс обеспечивает снижение затрат на изготовление единицы продукции не менее 70 % и является отечественной разработкой, обеспечивающей импортозамещение зарубежных аналогов при решении задач по подготовке издательских оригиналов по цифровым картам и планам населенных пунктов.

ПИК ИЗДАНИЕ-М передан в воинские части НТС ВС РБ, а его модификация поставляется в составе ППК. Пять комплектов СПО комплекса поставлены в топографическую службу ВС Армении.

6. Программно-информационный комплекс автоматизированного составления топографических карт производного масштаба (ПИК СОСТАВЛЕНИЕ-Ц) (рис. 11).

Комплекс предназначен для обновления цифровых топографических карт (ЦТК) путем составления топографических карт производного масштаба (ЦТК ПМ) по обновленному базовому масштабу (БМ) топографической карты 1:10 000 с использованием методов картографической генерализации цифровых карт. Комплекс обеспечивает:

- загрузку и выгрузку ЦТК в формате SXF и F20S;
- входной, промежуточный и выходной контроль метрики ЦТК БМ и ЦТК ПМ;
- автоматизированное составление ЦТК ПМ, включающее сшивку номенклатурных листов ЦТК БМ в номенклатурные листы ЦТК ПМ, установление пространственно-логических связей между объектами, переклассификацию кодов, объединение контуров растительности, изменение характера локализации объектов, цензово-нормативный отбор объектов, согласование контуров растительности, генерализацию горизонталей, генерализацию объектов населенных пунктов;
- изменение характеристик и перерасмещение подписей; генерализацию заполняющих условных знаков.

ПИК СОСТАВЛЕНИЕ-Ц обеспечивает уровень автоматизации 60 % и выше, что позволяет значительно повышать производительность труда и уменьшать временные затраты на обновление ЦТК всего масштабного ряда.

Комплекс передан в промышленную эксплуатацию на государственное предприятие «Белгеодезия» Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь и в 31-й навигационно-топографический центр Министерства обороны Республики Беларусь.

7. Банк данных цифровой информации о местности (БД ЦИМ) (рис. 12, 13).

БД ЦИМ обеспечивает формирование и ведение банка данных ЦИМ, осуществление архивного хранения цифровых и аналоговых картографических материалов, ведение складского учета картографических материалов и предоставление потребителю ЦИМ и их производных продуктов.

С помощью БД ЦИМ обеспечивается:

- формирование фонда цифровых топографических, обзорно-географических и специальных карт;
- формирование фонда цифровых матриц высот рельефа и местности;
- формирование фонда цифровых снимков и фотодокументов;
- формирование фонда каталогов геодезических пунктов;
- формирование каталога мировых координат и опорных точек;

- организация складского учета и хранения картографических материалов;
- поиск, просмотр, редактирование и скачивание элементов банка данных;
- ведение справочника организаций и подразделений;
- ведение технологических справочников БД ЦИМ;
- учет прохождения информации в базе данных;
- управление учетом информации в базе данных;
- составление отчетов о наличии материалов, видов данных масштабов хранения, отчетов по дате состояния местности;
- выдача справочной информации о состоянии архивов банка данных в текстовом и графическом виде с использованием картограммы.

Для управления базами данных используется СУБД PostgreSQL. СПО разработано под операционные системы Windows 7/10 и Linux Ubuntu 20.04. LTS.

Модификации БД ЦИМ поставляются в подвижные навигационно-топографические, навигационно-геодезические и полиграфические комплексы. СПО БД ЦИМ эксплуатируется в воинских частях НТС ВС РФ.