

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Объект авторского права

УДК 623.64(043.3)+912.43:623(043.3)+528.94(043.3)

ЧЕРЕНКО

Алексей Сергеевич

**ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТАКТИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ МЕСТНОСТИ ПРИ СОЗДАНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРТ ДЛЯ
ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата географических наук

по специальности 25.03.10 – картография

Минск, 2024

Работа выполнена в Белорусском государственном университете

Научный руководитель –

Курлович Дмитрий Мирославович,
кандидат географических наук, доцент,
первый проректор Белорусского
государственного университета

Официальные оппоненты:

Волчек Александр Александрович,
доктор географических наук, профессор,
профессор кафедры природообустройства
учреждения образования «Брестский
государственный технический университет»;

Токарчук Олег Васильевич,
кандидат географических наук, доцент,
доцент кафедры городского и
регионального развития учреждения
образования «Брестский государственный
университет имени А.С. Пушкина»

Оппонирующая организация –

Государственное научное учреждение
«Институт природопользования
Национальной академии наук Беларуси»

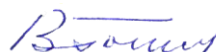
Защита состоится 13 ноября 2024 г. в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.01.06 при Белорусском государственном университете по адресу: 220030, Беларусь, г. Минск, ул. Ленинградская, 8, юридический факультет, ауд. 407.

Телефон ученого секретаря + 375 17 209 50 86; e-mail: gubinVN@bsu.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского государственного университета.

Автореферат разослан « 8 » октября 2024 г.

Исполняющий обязанности
ученого секретаря совета
по защите диссертаций Д 02.01.06, доктор
географических наук, профессор



В.Н.Губин

ВВЕДЕНИЕ

Главным источником геопространственной информации в Вооруженных Силах (ВС) Республики Беларусь, который дает возможность изучить местность для ведения боевых действий, является топографическая карта. С ее помощью происходит анализ территории, размещение подразделений, осуществляются измерения и расчеты, необходимые для ведения боя.

При нанесении на топографическую карту обстановки с использованием условных тактических знаков она трансформируется в карту оперативной обстановки. Однако при подготовке и ведении боевых действий зачастую требуется дополнительная информация об отдельных рубежах, участках и объектах местности, которая на топографических картах и картах оперативной обстановки не отображается. Следовательно, в дополнение к предыдущим видам карт также изготавливаются специальные карты местности, которые содержат необходимые командирам и штабам пространственные данные для изучения и оценки характеристик и тактических свойств местности, организации передвижения войск и взаимодействия.

Несмотря на повсеместное развитие геоинформационных систем (ГИС) и цифровой картографии в ВС Республики Беларусь сложилась практика создания специальных карт местности преимущественно для традиционного картографирования. В рамках настоящего диссертационного исследования впервые предлагаются новые картографические научные подходы, технологические приемы и методы по автоматизации формирования специальных карт местности, что соответствует Концепции строительства и развития ВС Республики Беларусь до 2030 года.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Исследование соответствует п. 1 «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства» и его подпункту «Аэрокосмические и геоинформационные технологии», п. 6 «Обеспечение безопасности человека, общества и государства» и его подпункту «Научное и научно-техническое обеспечение национальной безопасности и обороноспособности государства» перечня приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь на 2021–2025 годы.

Результаты диссертационного исследования были использованы в плановых НИР БГУ «Разработка методики и технологии создания карты изменений местности с применением подвижного навигационного геодезического комплекса» (2018–2020 гг., № ГР 20191284), «Разработка содержания, методик и технологий формирования средствами геоинформационных систем специальных карт местности для ВС Республики Беларусь» (2020–2022 гг., № ГР 20212840),

плановых НИР ВС Республики Беларусь «Разработка классификатора электронных условных знаков специальных карт местности» (2022–2023 гг., № ГР 2.45.23).

Цель, задачи, объект и предмет исследования. *Цель исследования* – разработка новых научных подходов, технологических приемов и методов создания специальных карт местности средствами современных ГИС для топогеодезического и навигационного обеспечения ВС Республики Беларусь.

Исходя из поставленной цели были решены следующие задачи:

- систематизировать теоретические принципы и методические подходы создания специальных карт, обосновать научные аспекты совершенствования специального военного картографирования;

- провести анализ современного состояния топогеодезического и навигационного обеспечения специальными картами местности ВС Республики Беларусь и обосновать теоретико-методические подходы совершенствования процесса автоматизации построения данного рода картографических произведений;

- создать авторский классификатор специальных карт с электронной библиотекой мультимасштабных условных знаков для использования в ВС Республики Беларусь посредством ГИС «Панорама»;

- осуществить ревизию существующих правил цифрового описания объектов цифровых топографических карт в масштабе от 1 : 10 000 до 1 : 200 000 для автоматизации создания на основе данных общегеографических карт специальных карт местности для ВС Республики Беларусь;

- разработать методику создания специальных карт местности для ВС Республики Беларусь средствами ГИС.

В качестве *объекта исследования* были выбраны характеристики и свойства местности в рамках номенклатурного листа N-35-069-Б, включающего Борисовский полигон и территорию севернее его. *Предметом исследования* являются приемы и способы автоматизации процессов построения специальных карт местности для ВС Республики Беларусь с использованием ГИС.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- впервые в Республике Беларусь разработана методика создания специальных карт военного назначения с использованием геоинформационного картографирования в мультимасштабном формате, основанная на авторской разработке цифрового описания информации топографической карты.

- впервые создан классификатор специальных карт для ВС Республики Беларусь, который реализован в ГИС «Панорама». В основу его кодирования положены иерархический метод классификации информации первого подмножества и фасетный метод классификации второго подмножества;

- предложены авторские картографические подходы для оптимизации процесса формирования цифровых топографических карт масштаба 1 : 10 000 – 1 : 200 000, пригодных для автоматизированного составления в ГИС специальных карт местности военного назначения;

Положения, выносимые на защиту:

1. *Совершенствование теоретических основ специального картографирования для военных целей*, включающее геоинформационный подход при создании специальных карт с учетом природно-географических факторов местности и на основании топографических карт для геоинформационного картографирования, авторскую классификацию специальных карт, используемых в ВС Республики Беларусь (предложено 4 классификационных типа и 11 подтипов), что в совокупности качественно улучшает методику специального картографирования для военных целей.

2. *Классификатор специальных карт местности*, представляющий собой библиотеку электронных условных знаков, классифицированную на 15 слоев, включающих 333 объекта, реализованный в программном продукте ГИС «Панорама», позволяющий в автоматическом режиме производить формирование символизации и семантики объектов специальных карт местности в мультимасштабном формате для ВС Республики Беларусь.

3. *Методология цифрового описания информации, отображаемой на топографических картах масштаба 1 : 10 000 – 1 : 200 000*, детализированная для автоматизации составления специальных карт местности для ВС Республики Беларусь, заключающаяся в изменении геометрических и дополнении атрибутивных составляющих векторных объектов цифровых карт.

4. *Методика геоинформационного автоматизированного построения цифровых специальных карт местности (геодезических данных, условий проходимости и маскировки, водных рубежей) для ВС Республики Беларусь*, характеризующаяся применением топографической карты трансформированной для геоинформационного картографирования, наличием авторских инструментов автоматизации (конвектор обработки данных каталогов координат), что позволяет сократить процесс составления специальных карт не менее чем в 4 раза.

Личный вклад соискателя ученой степени. Диссертация является самостоятельно выполненным научным трудом, в основе которого лежат данные, полученные лично автором, а также результаты работы с литературными и картографическими материалами. На основе электронных топографических карт масштаба 1:50 000 в рамках номенклатурного листа N-35-069-Б автором создан для традиционного и геоинформационного картографирования комплект специальных карт местности (геодезических данных, условий проходимости и маскировки, водных рубежей), используемых в ВС Республики Беларусь. Автором самостоятельно разработан конвектор обработки цифровых каталогов координат для автоматизации процесса создания специальных карт геодезических данных. На основе проведенной оценки правил цифрового описания топографических карт были разработаны предложения по изменению метрических и атрибутивных данных элементов их содержания. Самостоятельно разработан классификатор и основанные на нем методики автоматизированного построения цифровых специальных карт местности для ВС Республики Беларусь.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.

Результаты исследования были доложены на республиканской научно-практической конференции «Геоинформационные системы военного назначения: теория и практика подчинения» (Минск, Беларусь, 2019–2023 гг.); республиканском научно-практическом семинаре «ГИС-технологии в науках о Земле» (Минск, Беларусь, 2022 г.); всероссийской межведомственной научно-практической конференции «Муниципальные образования регионов России: проблемы исследования, развития и управления» (Воронеж, Россия, 2022 г.); международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы устойчивого природопользования: научно-методическое обеспечение и практическое решение» (Минск, Беларусь, 2022 г.); республиканской научно-практической конференции «Обеспечение пограничной безопасности и охрана государственной границы Республики Беларусь» (Минск, Беларусь, 2023 г.).

Опубликование результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ (6 без соавторов), в том числе: 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, соответствующих п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий (2,1 авт. л.); 10 публикаций в сборниках материалов научных конференций; 2 тезисов докладов. Общий объем опубликованных материалов составляет 4,4 авторского листа.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из перечня сокращений и условных обозначений, введения, общей характеристики работы, 4 глав основной части, заключения, списка использованных источников и приложения. Общий объем диссертации составляет 188 страниц, в том числе: 19 таблиц, 66 рисунков, 3 формулы на 42 страницах; 8 приложений на 61 странице. Список использованных источников включает 144 наименования на 13 страницах, включая 15 публикаций соискателя на 3 страницах.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В главе 1 «Теоретическо-методические основы тематического картографирования для военных целей» анализируется состояние исследований в области военного картографирования, применения специальных карт местности и влияния природно-географического фактора на ведение боевых действий, предлагается авторская классификация, определение специальных карт местности и геоинформационный подход при их создании.

Теоретические основы военного картографирования были разработаны еще в середине XX века. Большой вклад в развитие теории военного картографирования внесли представители российской (В.В. Глушков, В.Г. Елюшкин и др.) белорусской (В.К. Утекалко) и зарубежной (Д. Блэк, Д. Рапунцель, М. Энди и др.) научных школ. В.В. Глушков провел исследование по становлению и развитию военной картографии в России (XVIII – начало XX в.). В.Г. Елюшкин подробно описал процесс перехода от традиционного аналогового военного картографирования к геоинформационному. Д. Блэк при помощи образцов военных

карт различных исторических эпох показал, как военная картография менялась с XVI по XX вв.

Представлен исторический обзор развития методов тематического военного картографирования специальной информации, используемой в ВС Республики Беларусь. Предложена авторская схема классификации 20 наименований специальных карт местности (рисунок 1).

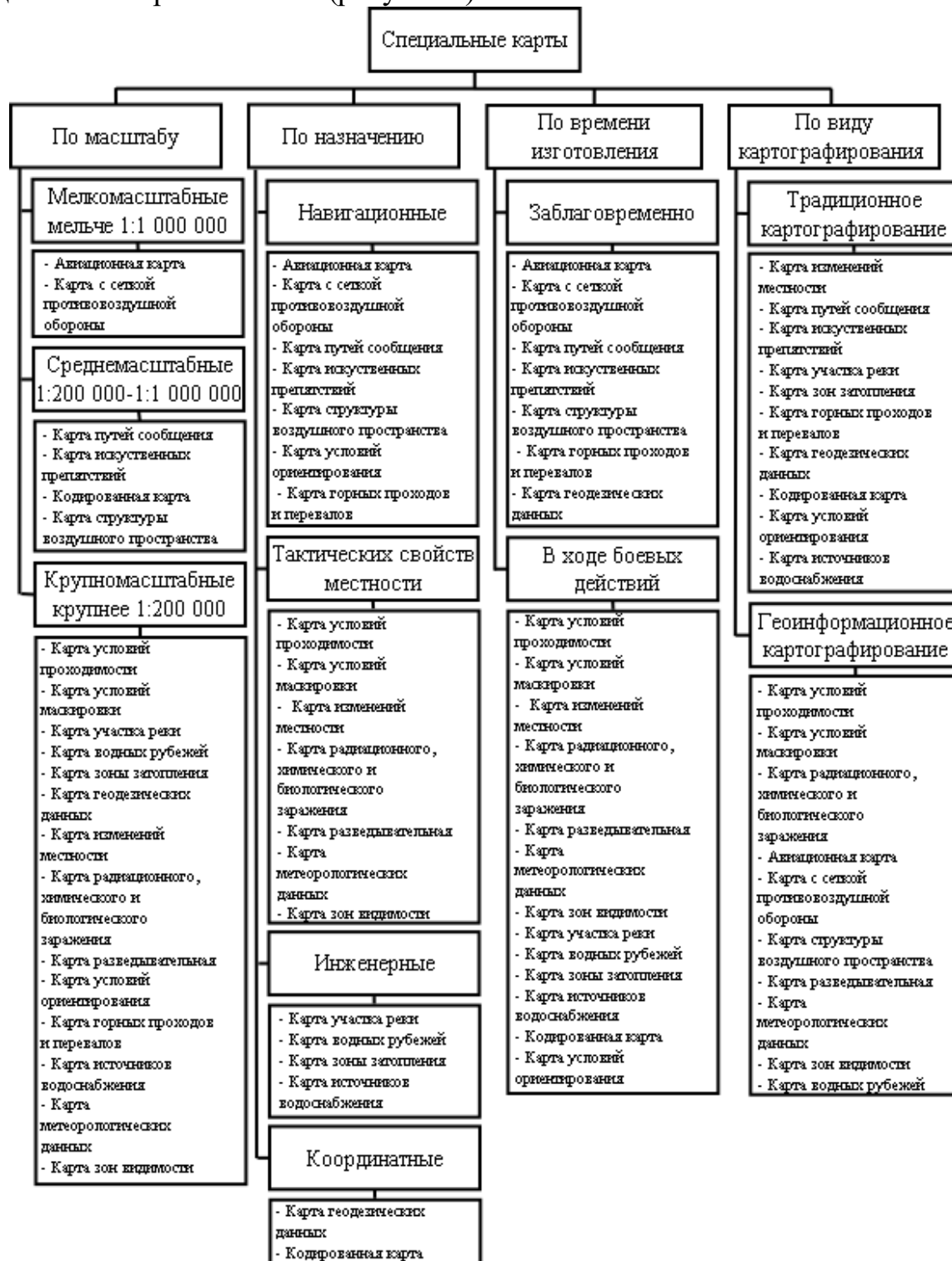


Рисунок 1 – Схема классификации специальных карт местности, используемых в военном деле

По результатам анализа и систематизации теоретических основ военного картографирования под *специальными картами местности, применяемыми в военном деле*, нами понимаются карты, создаваемые на базе топографических карт в пределах их точности и в едином технологическом цикле с дополнительным специальным содержанием, позволяющим детально изучить местность, обеспечить навигацию войск, организовать взаимодействие и решить военные задачи при планировании боевых действий (с сохранением изображения комплекса основных топографических объектов).

При создании специальных карт с использованием компьютерных технологий автор предлагает применять два подхода:

- традиционный (карта создается для печати в номенклатурные листы аналоговых топографических карт специальной нагрузки);
- геоинформационный (карта создается под использование в электронном виде с топографической основой без разделения на номенклатурные листы и совместно с множеством других слоев информации, с невизуализированной атрибутивной информацией, с настроенными границами видимости объектов, с возможностью визуализации при помощи тайловых наборов).

Разработана сравнительная методика проектирования специальных карт, используемых в ВС Республики Беларусь для традиционного и геоинформационного картографирования. Все этапы, входящие в нее, одинаковы для представленных типов карт. Формирование содержания будет раскрыто отдельно для каждого типа специальных карт (рисунок 2).



Рисунок 2 – Сравнительная методика проектирования специальных карт, используемых в ВС Республики Беларусь, для традиционного и геоинформационного картографирования

Проанализирована связь природно-географических факторов с тактическими свойствами местности Республики Беларусь (рисунок 3). Эти факторы были учтены при разработке классификатора условных знаков и составленного на его основе комплекта специальных карт местности для ВС Республики Беларусь.



Рисунок 3 – Связь природно-географических факторов с тактическими свойствами местности Республики Беларусь

В главе 2 «**Геоинформационная технология создания классификатора специальных карт местности**» *представлен способ создания картографического классификатора специальных карт местности с использованием программных продуктов акционерного общества конструкторского бюро «Панорама».*

При проведении анализа существующих классификаторов специальных карт местности в ВС Республики Беларусь выявлено отсутствие в них какой-либо системы классификации и кодирования объектов местности. На большинство специальных карт цифровые классификаторы отсутствуют. Поэтому впервые был разработан авторский картографический классификатор специальных карт, в котором была использована система классификации и кодирования объектов местности, в основу которой положены иерархический метод классификации информации первого подмножества и фасетный метод классификации информации второго подмножества.

При проведении анализа имеющихся сведений множества классификаторов была выбрана следующая многофункциональная иерархическая последовательность присвоения уникального кода объектам. Первые две цифры кода – номер слоя. Из-за того, что в цифровом классификаторе невозможно

поставить вначале кода цифру 0 и для сохранения количества цифр равным 7, первый слой обозначается цифрой 10.

Третий символ кода, обозначающий номер класса и указывающий на принадлежность объекта карты или классификационной группировки к определенному элементу содержания карты, был расширен в описании объектов по сравнению с топографическим классификатором, путем добавления в некоторые слои дополнительных характеристик:

1. математические элементы, элементы плановой и высотной основы;
2. рельеф суши;
3. гидрография и гидротехнические сооружения;
4. населённые пункты;
5. промышленные, сельскохозяйственные, социально-культурные и военные объекты;
6. дорожная сеть и дорожные сооружения;
7. растительный покров и грунты;
8. границы, ограждения, отдельные природные явления, результаты военных действий и тактические характеристики местности;
9. подписи на карте.

Четвертая цифра обозначает номер второй ступени классификации и т. д. до последней ступени. В тех случаях, когда объект карты находится на более высокой ступени классификации, оставшиеся младшие разряды кодового обозначения заполняются нулями (таблица 1).

Таблица 1 – Структура классификационного кода объекта специальной карты

№ п/п	Классификация	Кодовое обозначение						
1.	Тип специальной карты	X	X	0	0	0	0	0
2.	Элемент содержания карты	X	X	X	0	0	0	0
3.	Класс	X	X	X	X	0	0	0
4.	Группа	X	X	X	X	X	0	0
5.	Отряд	X	X	X	X	X	X	0
6.	Род	X	X	X	X	X	X	X

В главе 3 «Методические рекомендации по цифровому описанию информации на топографических картах для специального военного картографирования» дано обоснование и изложены рекомендации по изменению государственных электронных топографических карт с целью их дальнейшего использования для создания специальных карт местности при геоинформационном картографировании.

Цифровые топографические карты, созданные по действующим геодезическим и картографическим нормам и правилам, фактически полностью копируют изображение аналоговых топографических карт. Соблюдение этих руководящих документов, которые, в первую очередь, направлены на составление карт под издание, привело к затруднениям при их применении для целей

ГИС-анализа, моделирования и автоматизированного процесса составления специальных карт.

Проанализировав существующие технологии автоматизированного создания специальных карт на основе государственных цифровых топографических карт формата SXF с использованием ПИК «Составление СК», были выявлены ряд особенностей в правилах цифрового описания картографических объектов, которые не позволяют в полной мере автоматизировать процесс создания специальных карт местности, что приводит к необходимости последующей их ручной доработки картографами.

В целом при геоинформационном картографировании цифровое представление данных должно обеспечивать отображение окружающего пространства максимально приближено к реальному для более качественного анализа местности. Все предлагаемые изменения правил цифрового описания объектов топографических карт с целью геоинформационного картографирования можно структурировать по трем группам: изменение метрических данных существующих объектов цифровой карты (дорожная сеть, контура населенных пунктов, растительность), добавление (изменение) семантических (атрибутивных) данных объектов цифровых карт (пункты ГГС, гидрография, растительность), изменение типа объектов или создание новых объектов.

В главе 4 **«Методика геоинформационного проектирования цифровых специальных карт местности»** *представлены разработанные методики формирования средствами ГИС специальных карт (геодезических данных, условий проходимости и маскировки, водных рубежей) для традиционного и геоинформационного подходов.*

Для создания *специальной карты геодезических данных* основным источником информации являются каталоги координат. В связи с этим для автоматизации процесса создания карт автором на языке программирования Python был разработан инструмент автоматизации, позволяющий конвертировать данные из этих каталогов в файл, который дает возможность автоматизированно нанести в программно-информационном комплексе «Составление-СК» все контурные точки вместе с ориентирными направлениями на геодезических пунктах из электронных каталогов координат.

В геоинформационном подходе нет потребности в экономии места на топографических картах и сокращенном отображении координат, а наоборот – координаты контурных точек лучше вносить в семантику объекта для донесения точных полных координат. В геоинформационном подходе картографировать направления на ориентир целесообразно типом объекта с характером локализации «Линейные», что позволяет отображать реальное положение ориентира на местности. Занесение значений дирекционных углов и расстояний в семантику из каталогов координат позволяет иметь точные геодезические данные ориентирных направлений (рисунок 4).

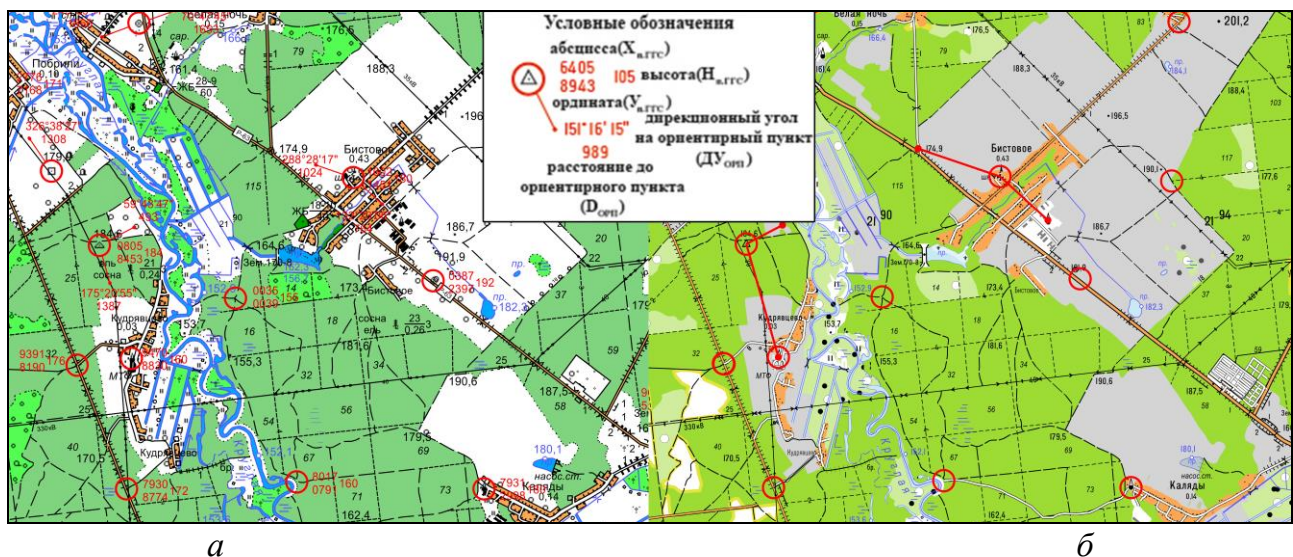


Рисунок 4 – Фрагменты цифровых специальных карт геодезических данных масштаба 1:50 000 номенклатуры N-35-069-Б (картографическая основа – Госкомимущество Республики Беларусь), созданные с применением традиционного (а) и геоинформационного (б) подходов

В результате проведенных исследований разработана методика создания специальной карты геодезических данных, включающая следующие этапы (рисунок 5).

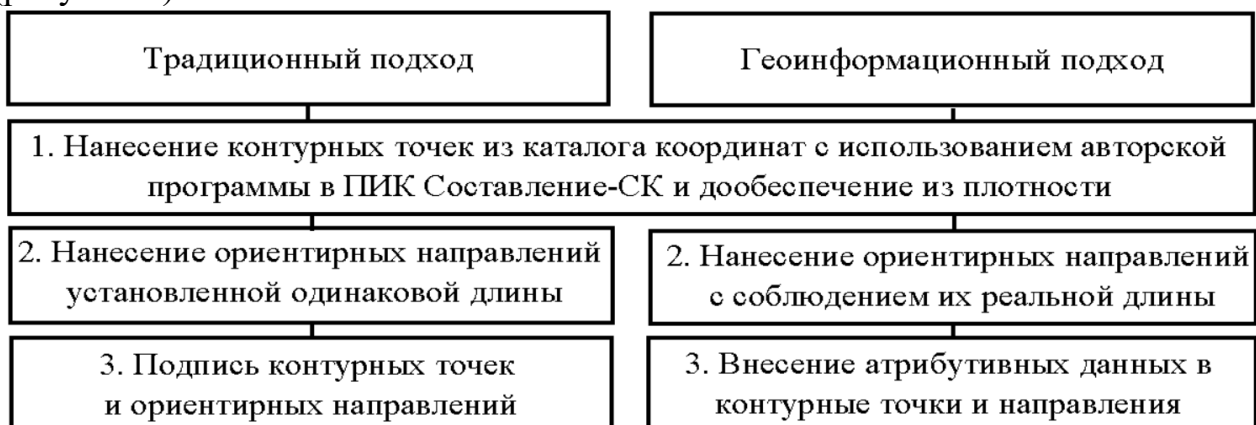


Рисунок 5 – Этапы формирования специального содержания специальной карты геодезических данных

Основным картографическим способом изображения условий проходимости при традиционном подходе является качественный фон. Он подразумевает выделение на топографической карте площадных зон, которые характеризуют степень проходимости местности. Для повышения информативности *специальных карт условий проходимости* для традиционного подхода дополнительно разработаны условные знаки. Проходимость дорог показана линейными условными знаками для колесной и гусеничной техники. Мосты выделены по количественной характеристике грузоподъемности, которая в общем также отображает проходимость для предыдущих двух видов техники. Стоит отметить, что дороги, проходимые для колесной техники, по умолчанию, проходимые для гусеничной, а мосты, проходимые для гусеничной техники, проходимые для колесной (таблица 2, рисунок 6 а).

Таблица 2 – Разработанные условные знаки для карты условий проходимости местности при традиционном подходе

Наименование условного знака	Внешний вид	Код	Тип геометрии
Проходимая зона		1184100	Полигональный
Труднопроходимая зона		1184200	Полигональный
Непроходимая зона		1184300	Полигональный
Проходимая для колесной техники дорога		1161100	Линейный
Проходимая для гусеничной техники дорога		1161200	Линейный
Мост грузоподъемностью менее 15 тонн		1162100	Ориентированный точечный
Мост грузоподъемностью от 15 до 30 тонн		1162200	Ориентированный точечный
Мост грузоподъемностью более 30 тонн		1162300	Ориентированный точечный

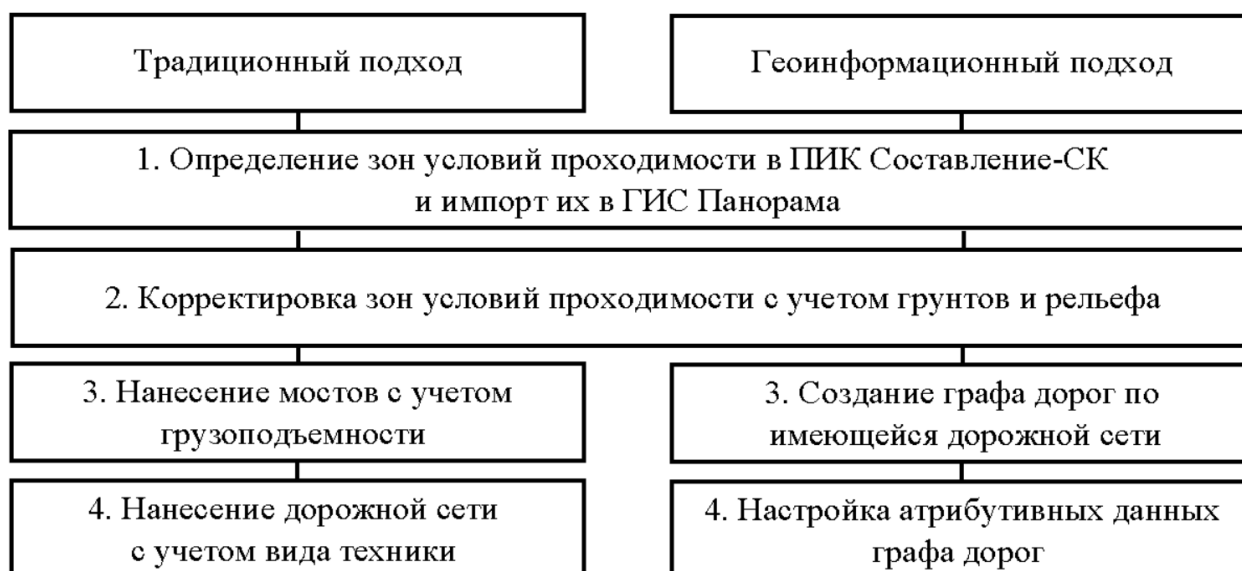
Существенным преимуществом геоинформационного подхода над традиционным является возможность построения графа дорожной сети. Он способствует возрастанию оперативности принятия решения при планировании совершения марша. Поэтому для геоинформационного картографирования условий проходимости предложено комбинированное использование графа дорожной сети и зон проходимости при планировании передвижения (рисунок 6 б).



Рисунок 6 – Фрагменты цифровых специальных карт условий проходимости масштаба 1:50 000 номенклатуры N-35-069-Б (картографическая основа – Госкомимущество Республики Беларусь), созданные с применением традиционного (а) и геоинформационного (б) подходов

* Примечание: условные знаки проходимости см. в таблице 2.

В результате проведенных исследований разработана методика создания специальной карты условий проходимости, включающая следующие этапы (рисунок 7).



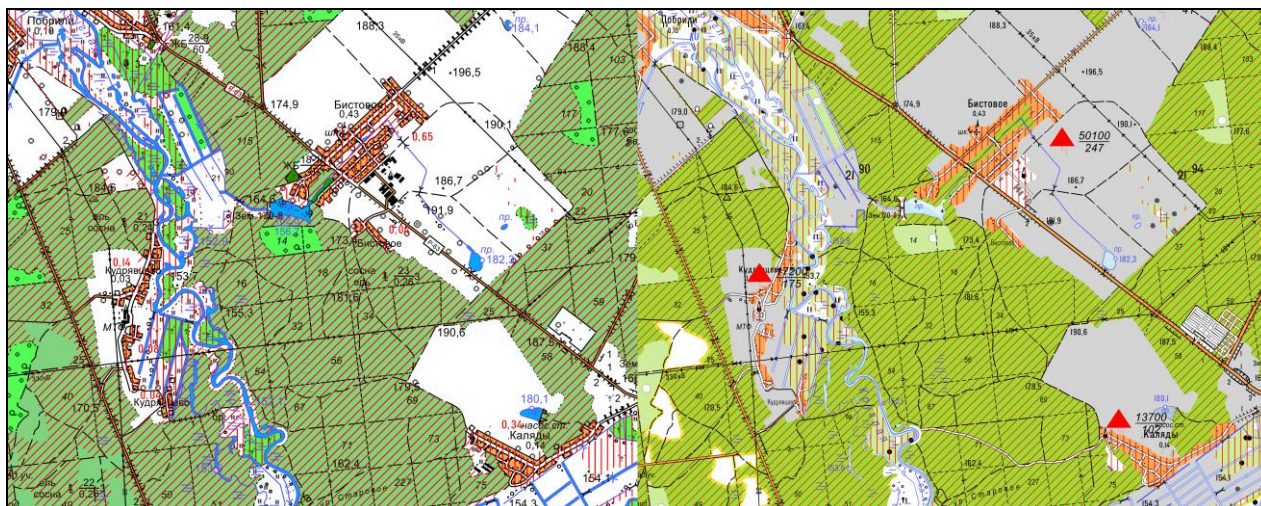
**Рисунок 7 – Этапы формирования содержания
специальной карты условий проходимости**

Специальная карта условий маскировки. Карты условий маскировки предназначены для планирования и организации скрытого расположения войск. Для решения этой задачи предложено за основу подсчета этих возможностей в населенных пунктах использовать значения площадей объектов под строениями, взятых из метрики. Для этого в качестве основы необходимо использовать цифровые карты, на которых все строения по локализации являются полигональными, а не векторными, как в существующих цифровых топографических картах.

Немаловажным фактором является возможность не только замаскироваться в населенном пункте, но и в случае обнаружения остаться невредимым после артиллерийского обстрела. Поэтому маскировочные свойства зачастую идут рука об руку с защитными свойствами местности. Наиболее актуальными объектами на местности в случае обстрела являются подвалы и бомбоубежища, которые также должны отображаться на картах условий маскировки (таблица 3, рисунок 8).

Таблица 3 – Разработанные условные знаки для специальной карты условий маскировки

Наименование условного знака	Внешний вид	Код	Тип геометрии
Открытая зона		1184100	Полигональный
Полузакрытая зона		1184200	Полигональный
Закрытая зона		1184300	Полигональный
Убежище		1254100	Точечный
Площадь зданий и подвальных помещений		1254200	Точечный



а

б

Рисунок 8 – Фрагменты цифровых специальных карт условий маскировки масштаба 1:50 000 номенклатуры N-35-069-Б (картографическая основа – Госкомимущество Республики Беларусь, созданные с применением традиционного (а) и геоинформационного (б) подходов

* Примечание: условные знаки проходимости см. в таблице 3.

В результате проведенных исследований разработана методика создания специальной карты условий проходимости, включающая следующие этапы (рисунок 9).

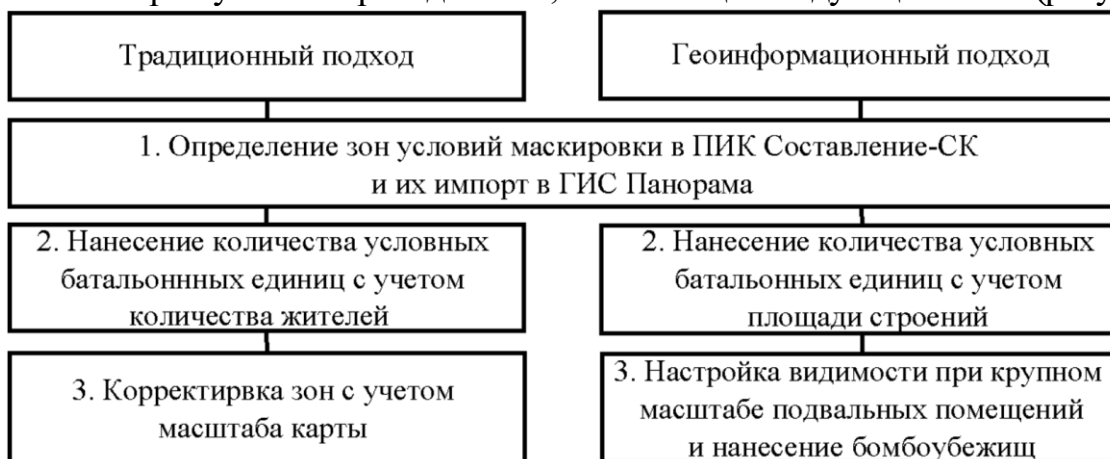


Рисунок 9 – Этапы формирования содержания специальной карты условий маскировки

В ВС Республики Беларусь, используются три типа специальных гидрографических карт местности: карты участков рек, карты водных рубежей, карты зон затопления. Карты участков рек используется при крупномасштабном картографировании, а карты водных рубежей при среднемасштабном. Оба типа карт содержат зону затопления. Поэтому при геоинформационном картографировании целесообразно использовать одну карту, которая будет видоизменяться в зависимости от настройки границ видимости объектов карты по масштабу. Оптимальным наименованием для специальной военной гидрографической карты является карта водных рубежей.

При создании карт водных рубежей дополнительно разработаны условные знаки, характеризующие гидрографию по проходимости военной техники (таблица 4, рисунок 10).

Таблица 4 – Разработанные условные знаки для карты водных рубежей

Наименование условного знака	Внешний вид	Код	Тип геометрии
Переправа гусеничной техники (надводная)		2432510	Линейный
Переправа колёсной техники		2432520	Линейный
Переправа с использованием плавучих средств и машин-амфибий		2432530	Линейный
Места, наиболее благоприятные для понтонной переправы		2432540	Линейный
Переправа танков под водой		2432550	Линейный
Участок, требующий детального изучения с использованием БЛА		2484100	Полигональный

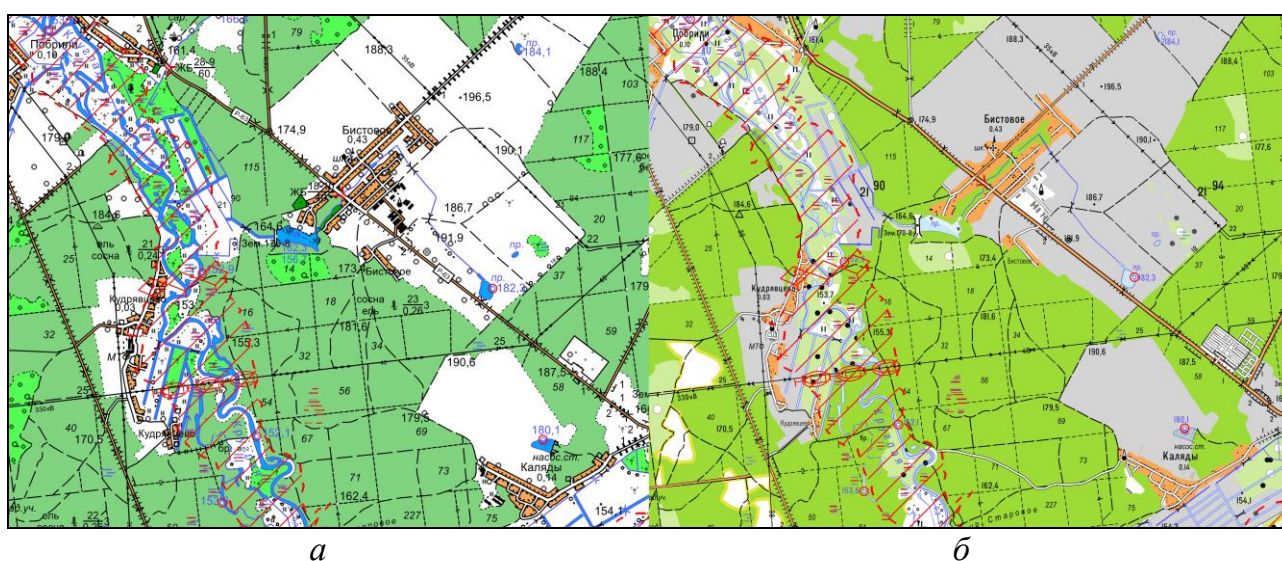


Рисунок 10 – Фрагменты специальных карт водных рубежей масштаба 1:50 000 номенклатуры N-35-069-Б

(картографическая основа – Госкомимущество Республики Беларусь), созданные с применением традиционного (а) и геоинформационного (б) подходов

* Примечание. условные знаки проходимости см. в таблице 4.

В результате проведенных исследований разработана методика создания специальной карты водных рубежей, включающая следующие этапы (рисунок 11).



Рисунок 11 – Этапы формирования содержания специальной карты водных рубежей

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Природно-географические факторы влияют на эффективность ведения военных действий. Их учет возможен преимущественно с точки зрения ландшафтного подхода, когда все объекты, элементы и процессы на местности рассматриваются во взаимосвязи. Специальные карты местности являются результатом такого изучения территории и позволяют предоставлять дополнительную информацию, не содержащуюся на топографических картах. Специальные карты, используемые в ВС Республики Беларусь, в основном созданы для традиционного картографирования. Применение геоинформационного подхода при создании специальных карт улучшает информативность и сокращает время доведения информации до войск [1–А, 2–А, 3–А, 5–А, 9–А, 10–А, 14–А, 15–А].

2. Разработанный классификатор специальных карт местности, используемых в ВС Республики Беларусь, позволяет сократить по времени технологический цикл создания специальных карт за счет библиотек условных знаков с уже настроенными размерами, цветовой палитрой, возможными атрибутами и внешним видом. Используемая в классификаторе система классификации и кодирования объектов местности дает возможность увеличивать количество типов специальных карт и объектов в них. Присвоенное условным знакам свойство мультимасштабности позволяет создавать специальные карты для геоинформационного картографирования, в котором отображение данных в разном масштабе будет отличаться [2–А, 11–А].

3. Сформированные рекомендации для геоинформационного картографирования по преобразованию правил цифрового описания информации существующих электронных топографических карт государственного образца позволяют автоматизировать процесс создания специальных карт местности для ВС Республики Беларусь. Разработанная на основе этих рекомендаций топографическая карта N-35-069-Б для геоинформационного картографирования перспективна для использования в других областях, таких как геоинформационное обеспечение боевых действий, моделирование применения подразделений, вооружения и боевой техники, анализ тактических свойств местности [1–А, 3–А].

4. Разработанные методики создания специальных карт (геодезических данных, условий проходимости и маскировки, водных рубежей) местности в мультимасштабном формате для военных целей, способствуют автоматизации построения в ГИС цифровых специальных карт. Спроектированный для геоинформационного и традиционного картографирования на основании разработанных методик комплект специальных карт местности на номенклатуру N-35-069-Б позволяет комплексно и всесторонне оценить местность для ведения боевых действий [1–А, 3–А, 4–А, 6–А, 7–А, 8–А, 12–А, 13–А].

Рекомендации по практическому использованию результатов:

1. Разработанная методика автоматизированного картографирования средствами ГИС цифровых специальных карт условий проходимости, маскировки, водных рубежей и геодезических данных является научно обоснованной, прошла апробацию в 31 навигационно-топографическом центре и внедрена в производственную деятельность (акты внедрения в в/ч 29591 от 07.07.2022 и от 22.09.2023).

2. Разработанный в программном продукте ГИС «Панорама» файл ресурса классификатора специальных карт местности, представляющий библиотеку электронных условных знаков с системой классификации и кодирования, которая позволяет производить формирование символизации и семантики объектов специальных карт местности рекомендован в производственную деятельность навигационно-топографическим управлением ВС Республики Беларусь к использованию для разработки методических рекомендаций навигационно-топографическим воинским частям по созданию специальных карт местности (акт внедрения от 16.06.2023).

3. Методики создания специальных карт местности с применением картографического классификатора и созданный комплект цифровых специальных карт на номенклатуру N-35-069-Б используются в образовательном процессе общевоинской кафедры военного факультета БГУ при изучении учебной дисциплины «Геоинформационные системы военного назначения» (акты внедрения № 2.4/340 от 31.10.2023, № 2.4/64 от 14.03.2024)

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

*Статьи в рецензируемых научных изданиях, соответствующих п. 19
Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий*

1–А. Черенко А. С., Корьев Л. В. Использование геоинформационных технологий для формирования специальной карты геодезических данных Вооруженных Сил Республики Беларусь // Земля Беларуси. – 2021. – № 2. – С. 37–44.

2–А. Черенко А. С. Разработка единого классификатора специальных карт местности с использованием геоинформационных технологий // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2022. – №1. – С. 87–100.

3–А. Черенко А. С., Курлович Д. М. Использование геоинформационных технологий для формирования специальной карты условий проходимости // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2023. – №1. – С. 33–46.

Материалы научных конференций

4–А. Черенко А. С., Котлобай А. В. Использование геоинформационных технологий для создания специальных гидрографических карт в Вооруженных Силах Республики Беларусь // Актуальные вопросы устойчивого природопользования: научно-методическое обеспечение и практическое решение : материалы междунар. науч.-практич. конференции, посвященной 60-летию НИЛ экологии ландшафтов факультета географии и геоинформатики БГУ, Минск, 9–11 ноября 2022 г. / БГУ, Фак. географии и геоинформатики; редкол.: Д. С. Воробьёв [и др.]. – Минск : БГУ, 2022. – С. 252–257.

5–А. Черенко А. С. Возникновение и перспективы использования специальных карт местности в Вооруженных Силах на примере военно-географического альбома русского географического общества // Муниципальные образования регионов России: проблемы исследования, развития и управления : материалы V Всерос. межведом. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Воронеж, 10–12 ноября 2022 г.; редкол.: Р.Е. Рогозиной [и др.]. – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2022. – С. 823–828.

6–А. Котлобай А. В., Черенко А. С. Использование геоинформационных технологий для создания специальных гидрографических карт в Вооруженных Силах Республики Беларусь // Гис-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы респ. науч.-практ. семинара студентов и молодых ученых, Минск, 16 нояб. 2022 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. А. Сазонов [и др.]. – Минск : БГУ, 2022. – С. 82–91.

7–А. Шумский Е. В., Черенко А. С. Применение ГИС при создании специальных карт условий маскировки // Гис-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы респ. науч.-практ. семинара студентов и молодых ученых, Минск, 16 нояб. 2022 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: А. А. Сазонов [и др.]. – Минск : БГУ, 2022. – С. 175–180.

8–А. Черенко А. С. Возможности использования геоинформационных технологий для формирования специальных карт местности для обеспечения пограничной деятельности // Обеспечение пограничной безопасности и охрана государственной границы Республики Беларусь: теория и практика [Электронный ресурс] : материалы XII респ. науч.-практ. конф., Минск, 16 февр. 2023 г. : в 3 ч. / Ин-т погранич. службы Респ. Беларусь ; редкол.: П. И. Миронюк [и др.]. – Минск : ИПС РБ, 2023. – Ч. 2. – С. 229–233.

9–А. Черенко А. С. Подготовка специалистов геоинформационных систем по созданию специальных карт местности для трансформации существующего топогеодезического обеспечения в геоинформационное // 87-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием) : материалы конф., Минск, 31 января – 17 февр.

2023 г. [Электронный ресурс] / Белорус. гос. технол. ун-т редкол.: И.В. Войтов [и др.]. – Минск : БГТУ, 2023. – С. 542–544.

10–А. Черенко А. С., Котлобай А. В. Проблематика обучения специалистов геоинформационных систем по созданию специальных гидрографических карт // материалы 87-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 17 февр. 2023 г. [Электронный ресурс] / Белорус. гос. технол. ун-т; редкол.: И. В. Войтов [и др.]. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 544–546.

11–А. Черенко А. С., Кудрявцев Д. А. Разработка семантики единого классификатора специальных карт // Геоинформационные системы военного назначения: теория и практика применения : материалы IX Респ. науч.-практ. конф., Минск, 12 мая 2023 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. М. Бахарь [и др.]. – Минск: БГУ, 2023. – С. 28–35.

12–А. Черенко А. С., Чикин А. М. Методология использования карт проходимости местности для планирования передвижения войск и навигации беспилотных наземных транспортных средств // Геоинформационные системы военного назначения: теория и практика применения : материалы IX Респ. науч.-практ. конф., Минск, 12 мая 2023 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: А. М. Бахарь [и др.]. – Минск : БГУ, 2023. – С. 103–108.

13–А. Черенко А.С., Котлобай А.В. Создание карты водных рубежей с использованием геоинформационных систем // Геоинформационные системы военного назначения: теория и практика применения : материалы IX Респ. науч.-практ. конф., Минск, 12 мая 2023 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. М. Бахарь [и др.] ; – Минск: БГУ, 2023. – С. 132–140.

Тезисы докладов

14–А. Черенко А.С. Анализ современных методов создания специальных карт и фотодокументов местности и их применение в вооруженных силах // Геоинформационные системы военного назначения: теория и практика применения : тез. докл. VI Респ. науч.-практ. конф., Минск, 19 апр. 2019 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: А. М. Бахарь [и др.]. – Минск: БГУ, 2019. – С. 7–10.

15–А. Черенко А. С. Анализ современных методов создания специальных карт местности и их применение в вооруженных силах // Геоинформационные системы военного назначения: теория и практика применения : тез. докл. VII Респ. науч.-практ. конф., Минск, 17 апр. 2020 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: А. М. Бахарь [и др.]. Минск: БГУ, 2020. – С. 3–6.

РЕЗЮМЕ

Черенко Алексей Сергеевич

Геоинформационное картографирование тактических свойств местности при создании специальных карт для Вооруженных Сил Республики Беларусь

Ключевые слова: специальные карты, топографические карты, военное дело, векторный классификатор, кодирование объектов, карта геодезических данных, проходимости, карта условий маскировки, карта водных рубежей, правила цифрового описания картографической информации.

Объект исследования: характеристики и свойства местности в рамках номенклатурного листа N-35-069-Б, включающего Борисовский полигон и территорию севернее его.

Цель исследования: разработка новых научных подходов, технологических приемов и методов создания специальных карт местности средствами современных ГИС для топогеодезического и навигационного обеспечения ВС Республики Беларусь.

Методы исследования: картографический, аэрокосмический, ГИС-технологии, компьютерного моделирования, сравнительный.

Полученные результаты и их научная новизна: 1) разработан единый классификатор специальных карт местности; 2) предложено и обосновано применение геоинформационного подхода при проектировании специальных карт местности с учетом природно-географических факторов; 3) составлена классификация специальных карт местности, включающая 4 классификационных типа и 11 подтипов; 4) усовершенствованы теоретические основы специального военного картографирования; 5) сформированы рекомендации по преобразованию правил цифрового описания информации существующих электронных топографических карт масштаба 1:10 000 – 1:200 000 для геоинформационного картографирования; 6) разработаны методики создания специальных карт местности в мультимасштабном формате для военных целей.

Рекомендации по использованию: результаты исследования рекомендуется использовать в деятельности органов военного управления и навигационно-топографической службе для создания специальных карт местности.

Степень использования: результаты исследования используются в производственном процессе воинской части 29591 ВС Республики Беларусь, используются в образовательном процессе БГУ.

Область применения: военное дело, оценка местности, образовательный процесс.

РЭЗЮМЭ

Чарэнка Аляксей Сяргеевіч

Геаінфармацыйнае картаграфаванне тактычных уласцівасцяў мясцовасці пры стварэнні спецыяльных карт для Узброеных Сіл Рэспублікі Беларусь

Ключавыя словы: спецыяльныя карты, тапаграфічныя карты, ваенная справа, вектарны класіфікатар, кадаванне аб'ектаў, карта геадэзічных дадзеных, карта умоў праходнасці і маскіроўкі мясцовасці, карта водных рубяжоў, правілы лічбавага апісання картаграфічнай інфармацыі.

Аб'ект даследавання: характарыстыкі і ўласцівасці мясцовасці ў рамках наменклатурнага ліста N-35-069-б, які ўключае Барысаўскі палігон і тэрыторыю на поўнач ад яго.

Мэта даследавання: распрацоўка новых навуковых падыходаў, тэхналагічных прыёмаў і метадаў стварэння спецыяльных карт мясцовасці сродкамі сучасных ГІС для тапагеадэзічнага і навігацыйнага забеспячэння УС Рэспублікі Беларусь.

Метады даследавання: картаграфічны, аэракасмічны, ГІС-тэхналогіі, камп'ютэрнага мадэлявання, параўнальны.

Атрыманыя вынікі і іх навуковая навізна: 1) распрацаваны адзіны класіфікатар спецыяльных карт мясцовасці; 2) прапанавана і абгрунтавана прымяненне геаінфармацыйнага падыходу пры праектаванні спецыяльных карт мясцовасці з улікам прыродна-геаграфічных фактараў; 3) складзена класіфікацыя спецыяльных карт мясцовасці, якая ўключае 4 класіфікацыйных тыпу і 11 падтыпаў; 4) удаканалены тэарэтычныя асновы спецыяльнага ваеннага картаграфавання; 5) сфарміраваны рэкамендацыі па пераўтварэнні правілаў лічбавага апісання інфармацыі існуючых электронных тапаграфічных карт маштабу 1:10 000 – 1:200 000 для геаінфармацыйнага картаграфавання; 6) распрацаваны метадыкі стварэння спецыяльных карт мясцовасці ў мультымасштабном фармаце для ваенных мэтаў.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: вынікі даследавання рэкамендуецца выкарыстоўваць у дзейнасці органаў ваеннага кіравання і навігацыйна-тапаграфічнай службе для стварэння спецыяльных карт мясцовасці.

Ступень выкарыстання: вынікі даследавання выкарыстоўваюцца ў вытворчым працэсе вайскавай часці 29591 УС Рэспублікі Беларусь, выкарыстоўваюцца ў адукацыйным працэсе БДУ.

Галіна ужывання: ваенная справа, ацэнка мясцовасці, навучальны працэс.

SUMMARY

Cherenko Aleksey Sergeyevich

Geoinformation mapping of tactical properties of the terrain when creating special maps for the Armed Forces of the Republic of Belarus

Keywords: special maps, topographic maps, military science, vector classifier, encoding objects, geodetic data map, passability and camouflage map, water borders map, rules of digital description of cartographic information.

Research object: terrain characteristics and properties within Nomenclature Sheet N-35-069-B, which includes the Borisov training ground and the area north of it.

Research objective: development of new scientific approaches, technological methods and techniques for creation of special terrain maps by means of modern GIS for topogeodetic and navigation support of the Armed Forces of the Republic of Belarus.

Research methods: cartographic, aerospace, GIS-technologies, computer modelling, comparative.

Results and scientific novelty: 1) a unified classifier of special terrain maps has been developed; 2) the application of geoinformation approach in designing special terrain maps taking into account natural and geographical factors has been proposed and substantiated; 3) a classification of special terrain maps including 4 classification types and 11 subtypes has been compiled; 4) theoretical bases of special military mapping have been improved; 5) recommendations on transformation of rules of digital description of information of existing electronic topographic maps of scale 1:10 000 - 1:200 000 for geoinformation mapping are formed; 6) methods of creation of special terrain maps in multiscale format for military purposes are developed.

Recommendations for use: the results of the research are recommended to be used in the activities of military administration bodies and topographic service for the creation of special terrain maps.

Extent of application: The results of the study are used in the production process of military unit 29591 Armed Forces of the Republic of Belarus, used in the educational process BSU.

Application fields: military science, terrain assessment, educational process.

