

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОЕННЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ**

**Материалы
IX Республиканской научно-практической
конференции**

Минск, 12 мая 2023 г.

Научное электронное издание

МИНСК, БГУ, 2023

ISBN 978-985-881-495-3

© БГУ, 2023

УДК 623.64:004(06)
ББК 68.83с51я431

Под общей редакцией *А. С. Черенко*

Редакционная коллегия:

полковник *А. М. Бахарь* (гл. ред.); подполковник *О. В. Руденков*;
подполковник *А. С. Черенко*; подполковник *Л. В. Корьев*;
майор *М. И. Кричевцов*; рядовой *Н. В. Скабицкий*

Рецензенты:

полковник *С. В. Савчук*;
майор *Е. А. Ерофеевский*

Геоинформационные системы военного назначения: теория и практика применения [Электронный ресурс] : материалы IX Респ. науч.-практ. конф., Минск, 12 мая 2023 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. М. Бахарь (гл. ред.) [и др.] ; под общ. ред. А. С. Черенко. – Минск : БГУ, 2023. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-985-881-495-3.

Рассматриваются актуальные вопросы геоинформационного обеспечения войск, обработки геопространственной информации с беспилотного летательного аппарата, автоматического дешифрирования аэрофотоснимков, создания карты водных рубежей с использованием геоинформационных систем и др.

Минимальные системные требования:

PC, Pentium 4 или выше; RAM 1 Гб; Windows XP/7/10/11; Adobe Acrobat

Оригинал-макет подготовлен в программе Microsoft Word

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *А. С. Черенко*

Подписано к использованию 31.07.2023. Объем 4,89 МБ

Белорусский государственный университет.
Управление редакционно-издательской работы.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.
Телефон: (017) 259-70-70.
email: urir@bsu.by
<http://elib.bsu.by>

ПРЕДИСЛОВИЕ

В сборнике материалов республиканской научно-практической конференции «Геоинформационные системы военного назначения: теория и практика применения», представлены и освещены результаты научно-поисковых и прикладных исследований в области применения современных геоинформационных технологий и результатов дистанционного зондирования Земли при картографировании и моделировании военных действий.

Среди основных задач, направленных на обеспечение устойчивого природопользования основное внимание уделено определению перспективных направлений развития геоинформационных систем военного назначения; повышение качества преподавания на военных факультетах (кафедрах); внедрение передового опыта работы в геоинформационных системах военного назначения в образовательный процесс на военных факультетах (в организациях).

Адресуется научным работникам, преподавателям, магистрантам, аспирантам высших специальных учебных заведений, специалистам в области геоинформационных технологиях.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
СЕКЦИЯ 1. ПРИМЕНЕНИЕ ГИС В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА	6
<i>Утекалко В.К., Бирзгал В. В.</i> Актуальные вопросы геоинформационного обеспечения войск.....	6
<i>Смольский А. Г., Коваленко С. Н., Михута М.В.</i> Нейросетевой алгоритм обработки геопространственной информации с беспилотного летательного аппарата.....	12
<i>Божко Р.А.</i> Обзор прикладных исследований гис в военном секторе.....	17
<i>Ошмяна Т.В.</i> Модель информационного взаимодействия.....	23
<i>Кудрявцев Д.А., Черенко А.С.</i> Разботка семантики единого классификатора специальных карт.....	28
<i>Чиненов Р. В.</i> Спутниковая система навигации в гис.....	35
<i>Осипёнок Ю. А.</i> Создание специальных карт с использованием ГИС.....	40
<i>Нагибов П.С.</i> Получение и обработка геодезических данных для ГИС с использованием современных программ.....	44
<i>Солдатенко Е. В.</i> Применение географических информационных технологий в системах геосъемки.....	47
<i>Скабицкий Н.В.</i> Методика создания цифровой версии макета местности и интегрирование его в электронную учебную карту.....	51
<i>Поздняков А.Е.</i> Автоматическое дешифрирование аэрофотоснимков.....	62
<i>Мартынов И.М.</i> Создание рельефа электронных топографических карт в ГИС «ПАНОРАМА».....	67
<i>Мисьник С. И.</i> Применение ГИС военного назначения.....	73
<i>Скорик А.Я.</i> Сравнительный анализ использования геоинформационных систем QGIS и GIS рапогата в военных целях.....	77
<i>Нестерович А.С.</i> Актуальность применения программы ГИС «Аксиома» в Вооружённых Силах Республики Беларусь.....	81
<i>Богданов А. О. , Руденков О. В.</i> Преимущества применения квадрокоптера для топогеодезической привязки позиции войск.....	84

СЕКЦИЯ 2. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В НАУКЕ.....89

Корьев Л.В. Методика определения координат пунктов СГС при помощи спутниковой аппаратуры.....91

Кричевцов М.И. Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки с целью создания карт оценки возможностей размещения радиотехнических средств.....94

Хрипач Н. А., Дудак М. Н. Геоинформационные системы и искусственный интеллект в военных исследованиях.....98

Чикин А. М., Черенко А.С. Методология использования карт проходимости местности для планирования передвижения войск и навигации беспилотных наземных транспортных средств.....103

Щерба С. Ю. Использование геоинформационных систем для решения задач служб радиационной, химической, биологической защиты.....108

Пуш А.В. Технологии гис военного назначения в геоинформационной разведке с использованием мультиспектральных и гиперспектральных технологий.....115

Белый К. А. Возможности применения гис органами военного управления.....121

Димитрукович В. С. Применение глобальной системы позиционирования в геоинформационных системах.....124

Ковель В.О. Создание 3D модели военного факультета с использованием программы Blender.....127

Котлобай А.В., Черенко А.С. Создание карты водных рубежей с использованием геоинформационных систем.....132

Фруль Е. С. Использование лазерного сканирования для определения эрозионно-опасных территорий в детальном масштабе.....140

СЕКЦИЯ 3 ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ОБРАЗОВАНИИ.....141

Ошмяна Т.В., Булойчик В.М. Функциональная схема воспроизведения информационного взаимодействия в имитационном модельном комплексе «ВИЛИЯ – М».....143

Богданов А. О. Преимущества обучения геоинформационным системам военного назначения военных специалистов негеографического профиля.....149

СЕКЦИЯ 1

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА

УДК: 356/528.7

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК

В. К. Утекалко¹⁾, В. В. Бирзгал²⁾

¹⁾ учреждение образования «военная академия Республики Беларусь», ул. Калиновского, 4, 220103, г. Минск, Беларусь, vitekalko@mail.ru

²⁾ учреждение образования «военная академия Республики Беларусь», ул. Калиновского, 4, 220103, г. Минск, Беларусь, vit2828@mail.ru

Рассмотрены актуальные вопросы геоинформационного обеспечения войск, выявлены проблемные вопросы и намечены пути их решения.

Ключевые слова: геопространственная информация, геоинформационное обеспечение, геоинформационная поддержка.

Развитие средств вооружения позволяет говорить о возможности их применения в любом районе (с точки зрения топографии) всепогодности и всепогодности боевой работы, в том числе в не зависимости от времени суток. В последнее время, в ряде случаев, имеют место взгляды, что топографические и климатические факторы не оказывают существенного влияния на действия войск в силу высокого уровня развития военной техники и ее способности преодолевать негативное воздействие природных факторов. Для войск не стало непроходимых мест, сложных погодных условий и т.д. [1,2].

Однако, практика ведения военных действий в Чечне, Ираке, Сирии и на Украине свидетельствует об обратном. Оказалось, что возможности техники бороться с «недоступностью» местности, обстреливаемостью пространства, высокими подпочвенными водами, атмосферными явлениями и т.д. не безграничны [4-6]. Несмотря на высокую проходимость современной техники, имеющиеся средства навигации, разведки, управления огнем и контроля результатов огневого воздействия топография местности и ее текущее состояние по результатам сезонного и метеорологического воздействия остается важнейшим элементом обстановки. При этом, ошибки в оценке факторов окружающей среды являются ис-

точниками рисков, особенно когда отсутствуют сплошные рубежи и районы обороны, военные действия имеют очаговый характер и ведутся отдельными подразделениями, применяющими специальную тактику, а определяющим становится длительность боевого цикла управления от выявления действий (намерений) противоборствующей стороны до выработки обоснованного решения и его реализации. Причем величина этих рисков определяется степенью отличия реальной окружающей среды территории военных действий от ее образа, сформированного по данным топографической карты и других источников, и может измеряться как чрезмерная цена победы или как недостигнутая цель [7].

Влияние окружающей среды на ведение военных действий проявляется через тактические свойства местности – проходимость, наблюдение, маскировку и их комбинации, зависящие не только от рельефа, гидрографии, растительности, почвенного покрова, метеоусловий, инфраструктуры района военных действий, но и от применяемых средств и способов вооруженной борьбы. Что предопределяет непостоянство тактических свойств района, которые, изменяясь, могут быть благоприятными для одной стороны и неблагоприятными для противоположной. При этом очевидно, что главным требованием к оценке местности, определяющей качество решения многих других задач, является реалистичность, исключающая ошибки при управлении войсками и боевыми средствами и, как следствие, снижение эффективности их применения.

Однако возможность обеспечения достоверности получаемых оценок местности и их соответствие реальным условиям ограничиваются, как бы это не звучало парадоксально, недостаточностью, особенно для тактического уровня, информации, содержащейся на традиционных топографических или электронных картах. Главным образом из-за отсутствия на них таких данных, как: текущее качество почвы вне дорог, в том числе на подступах к речным преградам или вдоль морского побережья; глубина и состояние снежного покрова, толщина льда; природные и техногенные процессы и т.д. [1,3]

Одним из направлений обеспечения необходимой достоверности является применение данных и знаний, получаемые по результатам обработки геопространственной информации (ГПИ).

Понятие ГПИ является многомерным и включает картографическую, специальную (разведывательную), метеорологическую и геофизическую информацию, данные оперативно-тактической обстановки, характеристику инженерных свойств местности и другую необходимую информацию.

Это – фактически основа информационного потенциала, на базе которого решается большая часть оперативных и специальных военно-

прикладных задач на различных этапах применения войск и систем оружия: оценка обстановки, планирование операций (боевых действий), развертывание войск, проведение доразведки и нанесение огневых, ракетных и авиационных ударов [6].

Традиционно такие решения реализовывались на обычных картах, в виде графических схем, плановых и отчетных документов на бумажной основе. Но уже в начале 90-х годов прошлого века стали нарастать противоречия между возросшими потоками добываемой информации, широтой спектра поступающих данных, повышением требований по точности, полноте, оперативности и своевременности их представления и имеющимися возможностями по их обработке, комплексному анализу и применению [7].

Особенно остро эта проблема обозначилась в тех сферах военной деятельности, где циркулируют большие по объемам и масштабу решаемых задач информационные потоки, с разнообразными требованиями к точности, оперативности и детальности представляемых данных. В это же время на фоне динамичного развития вычислительных средств, базирующихся на многофункциональных процессорах и графических станциях, в мире осуществлен технологический прорыв в области автоматизированной обработки и представления картографической и другой видовой информации. Наряду с достижениями в способах дистанционного зондирования Земли произошло революционное развитие технологий цифровой обработки информации и точного определения координат [3]. Все это в совокупности предопределило необходимость и возможность использования новых средств обработки и анализа геопространственной информации, построенных на принципах геоинформационных систем (ГИС), или ГИС-технологий.

Эти технологии приобретают первостепенную значимость при решении управленческих задач вне зависимости от конкретной предметной области. Возможностью кардинального повышения боевых возможностей войск является обеспечение данными, необходимыми для организации передвижения войск, целеуказания боевым системам, а также оценки состояния и влияния окружающей среды на планирование и ведение военных действий [2].

Сегодня развитие технологий представляет и новые возможности по получению данных о состоянии окружающей среды и повышению на этой основе качества оценки обстановки и боевых возможностей войск. Необходимое условие – состав, форма и содержание этих данных должны быть достаточны для достижения реалистичности получаемых оценок, а технологии их получения и обработки обеспечивать превосходство над противником. В том числе при выявле-

нии и использовании тех свойств района военных действий, которые позволяют навязывать ему свой сценарий их ведения для достижения успеха [1].

Проведенные исследования [5], анализ публикаций [4] позволил выявить что обеспечение войск геопространственной информацией, осуществляемое на всех уровнях планирования, организации и ведения боевых действий войск, подчиняется ряду закономерностей.

Во-первых, наличие ГПИ, и в первую очередь цифровой информации является обязательным условием функционирования систем управления, разведки, навигации, наведения на цель и т.п. Ее значимость по мере насыщения Вооруженных Сил новейшими системами управления, базирующимися на использовании современных информационных технологий неуклонно возрастает.

Во-вторых, отмечено расширение состава ГПИ, ужесточение требований к ее точности, степени современности, полноте и стандартизации «по мере перехода от верхнего уровня планирования и ведения боевых действий к нижнему» [4]. Эта закономерность приводит к увеличению объема и изменению структуры ГПИ за счет данных, доводимых до самых нижних звеньев управления, где требуется более высокая детализация, точность и достоверность ГПИ [1].

Для определения подходов к обеспечению Вооруженных Сил геопространственной информацией необходимо создание такой системы которая бы обеспечивала своевременное и полное доведение до войск всего спектра геопространственных данных, необходимых (полезных) для выработки обоснованного решения и эффективных действий. На наш взгляд, такая система должна:

- использовать все информационные ресурсы страны;

- привлекать источники геопространственной информации других ведомств и структур;

- координировать все задействованные средства разведки местности в интересах решения поставленной задачи;

- доводить геопространственную информацию до потенциальных потребителей (в том числе до пользователей низшего звена) на основе единого подхода к использованию цифровых данных.

Создание такой системы позволит:

- быстро реагировать на задачи обеспечения войск геопространственной информацией в любое время и в любом районе;

- обеспечить информационную совместимость топогеодезических данных путем создания системы стандартизации и сертификации геопространственных технологий и продукции, применяемым и создаваемым как в Министерстве обороны, так и в других ведомствах и струк-

турах;

привлекать все источники получения изображений местности (оптических, радиолокационных, электронно-оптических и др.);

проводить единую научно-техническую политику в предметной области в масштабах всей страны.

Основу геоинформационных средств соединений, по нашему мнению, должны составлять комплексы технологических и программных продуктов, базы цифровых геоинформационных данных, предназначенных как для их визуализации на компьютерных и коллективных мультимедийных средствах, так и для совместной обработки и выдачи по оперативному запросу [7].

В значительной степени эти задачи позволяет решать подвижный навигационно-топографический комплекс (ПНТК), созданный по заказу НТС ВС РФ. В частности данный комплекс позволяет осуществлять:

геоинформационную поддержку автоматизированных систем управления (АСУ) военного назначения тактического уровня;

геоинформационную поддержку принятия решения;

обеспечение штабов и войск средствами геопространственной информации (ГПИ) в цифровом и аналоговом виде;

контроль точности топогеодезической привязки элементов боевых порядков войск;

ведение топографической разведки.

Наличие в составе ПНТК комплекса оперативного мониторинга местности на базе беспилотного летательного аппарата (БПЛА), автоматизированного рабочего места (АРМ) управления БПЛА и обработки информации, АРМ обработки цифровой информации о местности и АРМ хранения и тиражирования геопространственной информации, локальной контрольно-корректирующей станции позволяет решать комплекс задач геоинформационного обеспечения.

В оперативном объединении задачи геоинформационного обеспечения способна решать навигационно-топографическая часть. Однако, в настоящее время не в полном объеме решен вопрос прохождения информации. Данный вопрос, по нашему мнению, должен быть решён, прежде всего, организационно. Реализация всей цепочки прохождения информации в звене ОК-бригада, очевидно, потребует выделения в навигационно-топографической службе объединения соответствующего АРМ и привлечения определённых сил для сбора и систематизации ГПИ, полученной с использованием БАК соединений, их систематизации, анализа, обработки и отправки этих данных потребителю и в вышестоящий орган навигационно-топографической службы. Реализация этой функции не потребует привлечения значительных сил и средств. Она может быть

реализована навигационно-топографической воинской частью (нтвч) ОК без увеличения штатной численности с использованием штатной техники (АРМ-К).

Систематизация имеющихся данных, очевидно, будет способствовать повышению возможностей навигационно-топографической службы по решению задач геоинформационного обеспечения, но при этом потребует пересмотра и усиления существующей организационно-штатной структуры, которая остается неизменной уже многие годы и ориентирована только на получение карт и доведение их до исполнителей.

Насыщение Вооруженных Сил интеллектуальным (высокоточным оружием) и создание глобальных систем управления войсками, где ГПИ о местности, своих войсках, объектах поражения является определяющей и требует представления в реальном масштабе времени, приводит к изменению содержания и принципов ТГО, существенно повышает его роль в боях и операциях, а деятельность специалистов в области ТГО приобретает характер боевой, что является одной из важнейших закономерностей современного этапа развития ТГО, которая должна получить соответствующее закрепление в изменении организационно-штатной структуры и подготовке кадров.

Библиографические ссылки

1. В.Г. Елюшкин. Геоинформационное обеспечение военных действий . От достаточности к превосходству. – М. Самиздат, 2-е изд. дополн. и исправл. 2019.-166 с.

1. Тарелкин Е.П. Теория эволюции топогеодезического обеспечения войск. – М.: ВИУ, - 2000. – 159 с.

2. Слипченко В.И. Войны шестого поколения. // Независимое военное обозрение. – 1998. №4.

3. Носенко ю.и. «Геоинформационные системы – основа интеллектуального оружия XXI века» // Вооружение политика конверсия. – 2004. – № 2. – С 37-40

4. Хвостов В.В., Елюшкин В.Г. Проблемы обеспечения войск геопространственной информацией в условиях реформирования Вооруженных Сил РФ // Военная мысль. –1998. – № 3 – С. 4-7.

5. Утекалко В.К. Совершенствование системы топогеодезического обеспечения вооруженных сил Республики Беларусь: дисс...канд. воен.наук. – Минск УО «ВА РБ», 2006 –165с.

6. Хвостов В.В. Воронков Н.И. др. Топогеодезическое и навигационное обеспечение ВС США на национальном и глобальном уровне // Зарубежное военное обозрение. – 1998. -№№5,6. –С. 11-14, 9-13.

7. Утекалко В.К., Бирзгал В.В. Рабочие материалы в НИР «Кристалл». Порядок работы должностных лиц навигационно-топографической службы на АРМ подсистемы командования и штаба при подготовке и в ходе боя.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ С БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

А. Г. Смольский ¹⁾, С. Н. Коваленко ²⁾, М.В.Михута ³⁾

^{1,2)} Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт
Вооруженных Сил Республики Беларусь»,
ул. Славинского, 4/3, 220103, г. Минск, Беларусь, smolsky16@mail.ru
³⁾ 31 навигационно-топографический центр
ул. Рогачевская 20, 220256, г. Минск, Беларусь, smolsky16@mail.ru

Приведен опыт использования нейросетевых технологий при обработке материалов с беспилотных летательных аппаратов, а также представлены результаты анализа методов и технологий искусственного интеллекта и экспериментальных исследований в данной предметной области. Раскрыты некоторые особенности разработанного алгоритма обработки информации, получаемой с беспилотного летательного аппарата.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, воздушная разведка, геопространственная информация, машинное обучение, нейросетевые технологии.

В современном мире практически любое управленческое решение основывается на анализе геопространственной информации (ГПИ). Вследствие этого ГПИ, представляющая собой информацию о пространственно распределенных объектах, процессах и явлениях на поверхности Земли, в ее недрах и околоземном пространстве, позволяющая устанавливать связь между ними, и закономерности их развития, зачастую становится определяющей при принятии решения [1]. В настоящее время для получения такой информации широко используются не только данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), полученные при помощи космических спутников, но и беспилотных летательных аппаратов (БЛА).

Благодаря росту производительности вычислительных систем, а также совершенствованию технологий стало возможным использование для оперативной обработки возросших объемов геопространственных данных нейросетевых методов. Для этого широко используются методы и технологии искусственного интеллекта на основе сверточных нейронных сетей, которые позволяют устанавливать связь между наблюдениями и результатами их анализа без формирования математических моделей, в частности, существует огромный потенциал развития у технологии

глубокого обучения для обнаружения объектов на местности по фото-, видеоматериалам, полученным с БЛА [2, 3, 4].

Основным инструментом реализации нейросетевых технологий для выявления пространственно-однородных участков на снимке являются нейросетевые библиотеки, а именно низкоуровневая библиотека TensorFlow Object Detection и высокоуровневая библиотека Keras с открытым исходным кодом на языке программирования Python, а также эффективностью распознавания, обеспечиваемой встроенной в нее нейросетью ResNet-152 [3, 4]. Использование данных библиотек позволило определить требования к исходным фото-, видеоизображениям, поступающим на вход разработанного алгоритма обработки ГПИ с БЛА:

- формат файла с ГПИ (JPEG, PNG, TIFF);
- размер снимка (не менее 512x512);
- пространственное разрешение снимка (не более 20 см/пкс).

На первом шаге после запуска модуля распознавания происходит инициализация используемых программных библиотек.

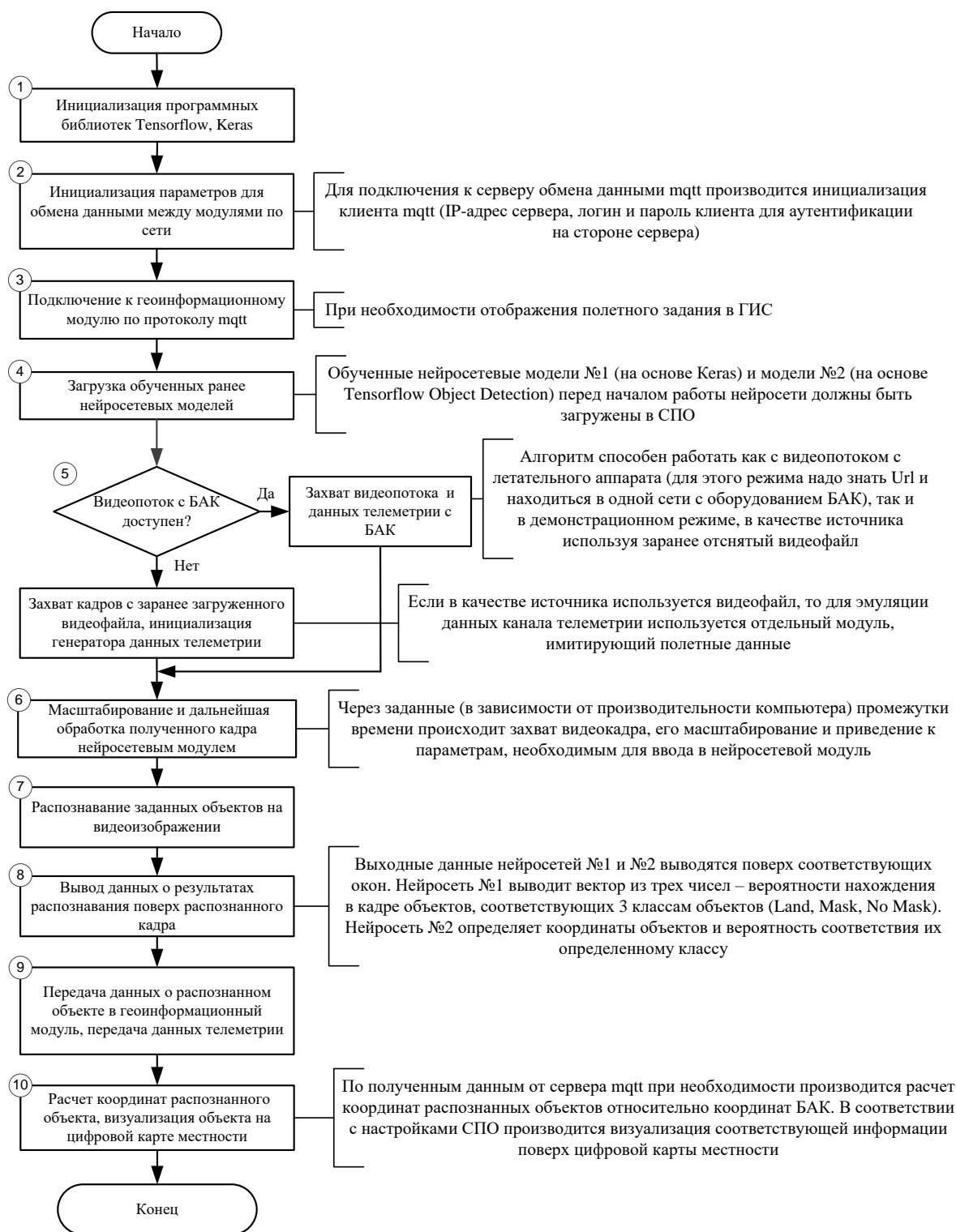
На втором шаге производится инициализация необходимых переменных для обмена данными с БЛА, где в качестве переменных аутентификации используются IP адрес, логин и пароль, порт подключения.

На третьем шаге, при необходимости отображения карты, производится подключение к модулю ГИС, при доступности которого выводится сообщение об успешном подключении.

а четвертом шаге производится подключение двух обученных ранее моделей нейросетей, при этом в качестве входных данных могут использоваться как снимок с летательного аппарата, так и видеофайл. Эффективность распознавания нейросетью объектов на изображениях зависит от правильности выбора исходных данных для ее заблаговременного обучения, представляющих собой классифицированные массивы фото-, видеоизображений, соответствующие заданным требованиям. На примере нейросетевой модели, основанной на библиотеке Tensorflow, это выглядит так:

- организация рабочего пространства;
- подготовка изображений для набора исходных данных;
- генерация Tf-файлов для набора исходных данных;
- экспорт обученной нейросети для использования ее в основном модуле распознавания.

Для распознавания объектов на изображениях, получаемых с БЛА, был разработан алгоритм обработки ГПИ, который позволяет обрабатывать информацию с летательного аппарата в режиме реального времени. Блок-схема данного алгоритма представлена на рисунке.



Блок-схема алгоритма обработки ГПИ, получаемой с летательного аппарата в режиме реального времени

В результате раскадровки видеоряда был сформирован массив, включающий 1800 снимков, из которых 1131 содержал объекты определяемые нейросетью. Этого оказалось недостаточно для обучения, так как

для получения точности 0,73 минимальный набор данных должен состоять из не менее 20 000 объектов, а для получения точности модели 0,91 необходимо не менее 250 000 объектов. Наращивание массива исходных данных проводилось с помощью аугментации, основными методами которой являются: отражение по горизонтали, случайное кадрирование и изменение цвета, а также их различные комбинации.

На пятом шаге, в случае доступности видеопотока с борта БЛА в основном модуле распознавания указывается источник видеоданных в виде строки с URL – Uniform Resource Locator, унифицированным указателем ресурса, кроме того, указывается источник данных полетной телеметрии. Если видеопоток с борта БЛА недоступен, то производится захват кадров из видеофайла формата *.mp4* или *.avi*. При этом частота захвата может быть разной и определяется вычислительными возможностями компьютера, наличием дискретного графического адаптера с поддержкой технологии распараллеливания вычислений CUDA. Полетные данные и канал телеметрии формируются с помощью отдельного модуля – генератора данных телеметрии с последующей передачей в модуль ГИС и визуализацией на экране.

На шестом шаге захваченный кадр доводится до требуемых параметров для ввода в нейросетевой модуль: разрешение 64x64, нормализация диапазона пикселей [0,1] и сглаживание изображения. Подготовленный таким образом кадр передается на вход нейросети, которая в качестве выходных данных выдает вектор из трех чисел, где каждый элемент вектора соответствует вероятности нахождения в кадре объектов соответствующего класса. Например, вектор $v = [0,23; 0,11; 0,66]$ соответствует тому, что в кадре с вероятностью 0,23 находится объект 1-го класса, 0,11 – 2-го класса, 0,66 – третьего класса.

На седьмом шаге осуществляется непосредственное распознавание заданных объектов на видеоизображении с летательного аппарата с использованием обеих нейронных сетей.

На восьмом шаге результаты работы нейросети выводятся поверх видеопотока и выделяются соответствующим классу цветом. При настройке модуля распознавания можно задать условия, в соответствии с которыми модуль будет срабатывать. Например, делать вывод о нахождении в кадре объекта n -го класса при вероятности нахождения, более или равной 0,8 и так далее.

На девятом шаге результаты распознавания передаются в модуль ГИС.

На десятом шаге информация с потока телеметрии или данных генератора в требуемом формате передается в модуль ГИС, производится расчет координат распознанного объекта и его визуализация на экране.

Точность определения координат объектов зависит от навигационной аппаратуры, установленной на используемом типе летательного аппарата. Основной модуль распознавания продолжает работу до тех пор, пока программа не будет остановлена оператором, либо не произойдет окончание захвата кадров из видеофайла.

Апробация алгоритма обработки информации, получаемой с БЛА, показала:

для эффективной работы алгоритма необходим значительный объем данных для обучения нейросети;

вследствие обучения нейросетевой модели на данных с определенных типов летательных аппаратов реализация алгоритма возможна исключительно на входных данных, полученных при помощи БЛА со схожей целевой нагрузкой;

наличие на изображении небольшого шума влияет на возможности алгоритма в задаче распознавания, выдавая в выходных данных класс объекта несоответствующий реальному (принцип состязательной атаки).

Применение разработанного алгоритма обработки ГПИ с БЛА на основе обученной нейронной сети подтвердило возможность распознавания различных объектов на местности в режиме реального времени вне зависимости от условий обстановки, что особенно критично в военной сфере. Опыт применения нейросетевых технологий для решения практических задач по обнаружению на снимке объектов военного назначения доказал их достаточную эффективность, не уступающую возможностям оператора БЛА, а по некоторым параметрам значительно превосходящую. Это говорит о перспективности развития данного направления исследований и его значительном практическом потенциале.

Библиографические ссылки

1. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы – М.: Техносфера – 2008. – 312 с.

2. Аггавал Чару. Нейронные сети и глубокое обучение. – Висьямс, 2020 – ISBN: - 978-5-907203-01-3.

3. Николенко С.И., Кадурич А.А., Архангельская Е.О. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей / Питер, 2020.

4. Что такое сверточная нейронная сеть [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/309508/> (дата обращения 15.05.22).

ОБЗОР ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГИС В ВОЕННОМ СЕКТОРЕ

Р.А.Божко

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск, Беларусь, r.bozhko@bsuir.by

В данной работе рассмотрим применение ГИС в различных областях военной деятельности, таких как сбор и анализ разведывательной информации, планирование операций, логистическое управление, разработка стратегических и тактических карт, обеспечение безопасности и защиты территорий. Кроме того, будут приведены конкретные примеры прикладных исследований ГИС в военной сфере и их влияние на эффективность военных операций. Целью доклада является помощь в улучшении понимания, как ГИС используются в военном секторе и как их применение повышает эффективность военной деятельности.

Ключевые слова: ГИС, военные исследования, обработка геоданных, логистика, картографирование, оперативное планирование.

С развитием технологического прогресса новые технологии проникают во все сферы деятельности людей и не обходит стороной и военный сектор. Что касается развития ГИС (геоинформационных систем), в военном секторе развитие геоинформационных систем (ГИС) имеет весомое значение. ГИС позволяют исследовать, анализировать и визуализировать географические данные в режиме реального времени. Это в свою очередь позволяет более эффективно планировать и проводить военные операции. В прошлом военные операции были ориентированы на карте. Однако с развитием ГИС, возможности стали более широкими. ГИС позволяют не только просматривать карты, но и выполнять анализ данных, создавать модели, планировать операции и управлять логистическими процессами.

Благодаря ГИС образовалась возможность получать более точную и полную информацию о географической среде, в которой проводятся операции. Это позволяет принимать более обоснованные решения и предотвращать ненужные жертвы и потери. Кроме того, ГИС помогают снизить затраты на логистику и улучшить коммуникацию между воинскими подразделениями. ГИС (геоинформационная система) - это комплекс программных и аппаратных средств, предназначенный для сбора, хранения, обработки, анализа, визуализации и управления геопространственными данными, связанными с определенными географическими местоположе-

ниями или привязанными к определенным координатам на поверхности Земли.

Дадим определение термину ГИС[1]. ГИС (геоинформационная система) - это комплекс программных и аппаратных средств, предназначенный для сбора, хранения, обработки, анализа, визуализации и управления геопространственными данными, связанными с определенными географическими местоположениями или привязанными к определенным координатам на поверхности Земли. ГИС используются в различных областях, таких как география, экология, геология, градостроительство, транспорт, землеустройство, лесное и сельское хозяйство, а также в военной деятельности для решения различных задач, связанных с геопространственной информацией.

История применения ГИС в военном секторе началась в 1960-х годах [2], когда началось внедрение компьютерных технологий для анализа территории и планирования операций. В 1963 году американские военные создали первую географическую информационную систему для управления операциями во Вьетнаме. Эта система позволяла анализировать геопространственные данные и принимать решения на основе этой информации.

В 1970-х годах ГИС начали использовать для планирования боевых действий и анализа местности. В 1972 году американские военные создали первую компьютерную картографическую систему, которая позволяла создавать и хранить карты в цифровом формате.

В 1980-х годах ГИС также находила применение в военных целях для анализа сложных территорий, таких как горные районы и города. На данном этапе своего развития ГИС использовались американскими военными во время проведения операций в Афганистане и Ираке.

В 1990-х годах были разработаны новые приложения ГИС, такие как системы навигации и сбора данных на поле боя. В настоящее время ГИС являются важным инструментом, который используется для планирования и выполнения операций, анализа местности и принятия тактических решений. Другими способами применения ГИС могут быть анализ ситуаций и прогнозирование возможных последствий в различных сценариях. Кроме того, ГИС позволяют собирать и хранить данные о военных объектах, размещенных на территории, что помогает лучше контролировать ресурсы и обеспечивать безопасность.

Что касается прикладных исследований, выделим основные направления[3]:

- 1.Сбор и анализ разведывательной информации
- 2.Организация логистических маршрутов
- 3.Разработка тактических и стратегических карт

4. Безопасность и защита территории

Рассмотрим каждое из них подробнее.

Для сбора разведывательной информации с помощью ГИС можно использовать различные источники данных, включая спутниковые изображения, аэрофотосъемку с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), данные GPS и данные датчиков и сенсоров. Например, спутниковые изображения могут использоваться для определения местоположения и состояния вражеских войск, аэрофотосъемка может использоваться для определения местоположения вражеских объектов и строений, а данные GPS могут использоваться для отслеживания передвижения вражеских сил.

Для анализа разведывательной информации с помощью ГИС можно использовать различные методы и инструменты. Один из примеров - это анализ пространственной доступности и доступности объектов.

Анализ пространственной доступности и доступности объектов в ГИС осуществляется путем создания специальных аналитических моделей, которые учитывают ряд факторов, включая топографию, транспортную инфраструктуру, препятствия, расстояния и др.

Одной из основных методик является анализ путей следования объектов. Он позволяет определить кратчайший маршрут от одного объекта до другого, учитывая доступность и препятствия на маршруте. Например, данный метод может использоваться для определения наиболее эффективного пути доставки грузов или для определения маршрута наступления.

Другой метод - анализ зон доступности - позволяет определить, как далеко можно добраться от заданной точки за определенное время или с определенной скоростью. Это может быть полезно для оценки эффективности базирования военных объектов и определения оптимальной позиции для боевых единиц в зависимости от ситуации на поле боя.

Также можно использовать метод графических моделей, где расстояния между объектами измеряются не по прямой линии, а в соответствии с геометрическими препятствиями на маршруте. Этот метод может быть полезен при анализе городских территорий или зон с большим количеством препятствий. Примеры применения анализа доступности в военном секторе включают определение наиболее безопасного маршрута для эвакуации раненых, определение наилучшей позиции для установки артиллерии и определение оптимального места для создания базы в горной местности.

Использование ГИС при организации логистических маршрутов для вооруженных сил является одним из наиболее востребованных направлений применения данной технологии в военной сфере. ГИС позволяет

собирать, хранить и обрабатывать данные о маршрутах перемещения войск и военной техники, планировать маршруты с учетом различных параметров и условий, оптимизировать время перемещения и расходы на транспортировку.

В отношении организации организации логистических маршрутов, ГИС используются для определения оптимального маршрута, учитывая такие параметры, как тип дорог, расстояние, наличие препятствий и возможность транспортировки военной техники. Также в ГИС можно занести информацию о локациях складов с боеприпасами, топливом и другими ресурсами, что позволит оперативно определять их доступность и планировать пополнение запасов. Но при нанесении секретной или критически важной информации следует помнить о правилах безопасности при работе с системами такого рода. Для обеспечения должного уровня безопасности необходимо следовать следующим пунктам [4]:

1. Ограничить доступ к ГИС только уполномоченным сотрудникам.
2. Шифрование данных снижает риск несанкционированного доступа к данным.
3. Делать резервные копии данных для быстрого восстановления работоспособности при возникновении случайных ошибок или катастрофических сбоях системы.
4. Выполнять регулярную проверку безопасности системы.
5. Соблюдать установленные правила конфиденциальности.
6. Использовать механизм аутентификации для гарантирования получения только тех прав, которые были установлены разработчиком данного ГИС,

Для организации логистических маршрутов ГИС используются для определения оптимального маршрута, учитывая такие параметры, как тип дорог, расстояние, наличие препятствий и возможность транспортировки военной техники. Также в ГИС можно занести информацию о локациях складов с боеприпасами, топливом и другими ресурсами, что позволит оперативно определять их доступность и планировать пополнение запасов.

Достоинствами использования ГИС для организации логистических маршрутов являются [5]:

- возможность оптимизации маршрутов и уменьшения времени на транспортировку войск и техники;
- более эффективное использование ресурсов, так как позволяет определить доступность складов и возможность их использования в заданный период времени;
- повышение эффективности управления транспортными потоками.

Недостатками использования ГИС для организации логистических маршрутов могут быть:

- высокая стоимость приобретения и поддержки ГИС;
- необходимость подготовки специалистов, обладающих навыками работы с данной технологией;
- ограничения в использовании в горных и лесистых местностях, где могут быть проблемы с определением маршрутов и доступности объектов.

Если перейти к роли прикладной роли ГИС в разработке тактических и стратегических карт, то можно сказать, что она позволяет интегрировать различные типы геопространственных данных, такие как топографические карты, изображения спутников, данные о климате, геологические данные и другие, в единую систему координат. Это позволяет создавать более точные карты и планировать маршруты с учетом множества факторов, таких как географические препятствия, климатические условия и другие.

В разработке тактических карт ГИС позволяет учитывать множество переменных, таких как расстояние, время прохождения, степень защиты и т.д. Это позволяет военным силам принимать более обоснованные решения в различных ситуациях на поле боя.

В разработке стратегических карт ГИС позволяет оценить территориальные возможности и ограничения, а также проанализировать различные стратегические сценарии. Например, она может использоваться для определения наиболее эффективного маршрута для перемещения войск или для выбора оптимального места для строительства базы.

С помощью ГИС можно определить наличие угроз для территории, а также выявить уязвимые места и объекты, подверженные риску поражения или разрушения. На основе этих данных можно разработать планы защиты и обороны, оптимизировать использование ресурсов и средств защиты, и принимать решения, связанные с управлением территорией в условиях чрезвычайных ситуаций.

Примеры использования ГИС для обеспечения безопасности и защиты территории включают в себя:

- Создание электронных карт, содержащих информацию о различных объектах и инфраструктуре, находящейся на территории, а также о естественных условиях и ресурсах. Эти карты могут использоваться для планирования действий в случае угрозы или чрезвычайной ситуации.

- Мониторинг изменений на территории с помощью спутниковых снимков и дистанционного зондирования, что позволяет быстро выявлять изменения в окружающей среде и потенциальные угрозы для территории.

- Разработка планов защиты объектов на территории, которые могут подвергнуться риску поражения или разрушения в случае чрезвычайной ситуации.

- Определение оптимальных маршрутов для доставки необходимых ресурсов и средств защиты на территорию, а также для эвакуации людей в случае необходимости.

Таким образом, прикладное взаимодействие геоинформационных систем с вооруженными силами на данном этапе развития уже играет незаменимую роль для ускорения и улучшения качества проведения различного рода военных операций как в мирное, так и в боевое время.

Библиографические ссылки

1. *Крылов А.В.* Геоинформационные системы. Учебное пособие. М.: Инфра-М, 2015. - 208 с.

2. *Брыксин Т.А., Шестопалов С.Ю.* Геоинформационные системы и искусственный интеллект: технологии и приложения. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. - 192 с.

3. *Шамсутдинов Р.Ф.* Геоинформационные системы в задачах исследования окружающей среды. Учебное пособие. Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. - 144 с.

4. *Грабовский В.И., Дорожкин В.С.* Геоинформационные системы и технологии в национальной безопасности. – М.: Издательство «Интернет-Университет Информационных Технологий», 2020.

5. *Саратовцев М.А., Жукова И.П., Гречушкин Ю.В.* Геоинформационные технологии в военном деле. – М.: Издательство «Техносфера», 2020.

МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ИМИТАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ

Т.В. Ошмяна

*Военная академия Республики Беларусь, пр. Независимости, 220, 220057, г. Минск,
Беларусьtanya.oshmyana@yandex.ru*

Рассматривается облик модели информационного взаимодействия моделируемых объектов в системе моделирования военных действий. Для воспроизведения этих процессов на ЭВМ первоначально оценивается возможность установления связи между моделируемыми подразделениями, и затем имитируются процессы прохождения и обработки информационных сообщений в подсистеме связи, реализованной в модели тактического звена управления сухопутных войск, с привязкой к цифровой карте местности (ЦКМ).

Ключевые слова: имитационное моделирование, модель радиолинии, обработка сообщений.

Сегодня одним из направлений применения системы моделирования Боевых действий (СМБД) является поддержка решений, принимаемых на различных уровнях военного управления.

В Вооруженных Силах Республики Беларусь создается отечественная СМБД [1]. На основе имитационного воспроизведения составных процессов боя и боевых действий она обеспечивает получение наиболее оптимального, эффективного варианта организации управления подразделениями и частями на оперативно-тактическом и тактическом уровнях, включая сухопутные войска, авиацию, противовоздушную оборону и силы специальных операций.

В настоящее время в СМБД принимается, что все формируемые команды и донесения, передаваемые и принимаемые в форме информационных посылок (сообщений) доходят до адресатов без каких-либо искажений и помех [2], из множества учитываемых факторов боевой обстановки влияние состояния связи между подразделениями, к сожалению, не рассматривается. Динамические изменения текущей обстановки (местоположений управляемых подразделений, координат передающих и приемных устройств, условий огневого и радиоэлектронного противодействия противника, рельефа местности, условий распространения радиоволн и т.д. и т.п.) на поле боя будут существенно влиять на своевременность прохождения передаваемой информации, снижать оператив-

ность передачи информации свыше допустимого принципами управления. Кроме того, из-за наложения на передаваемый сигнал шумов и помех в канале связи (рис. 1) принимаемые сигналы флюктуируют, что в свою очередь влияет на достоверность информационного обмена.

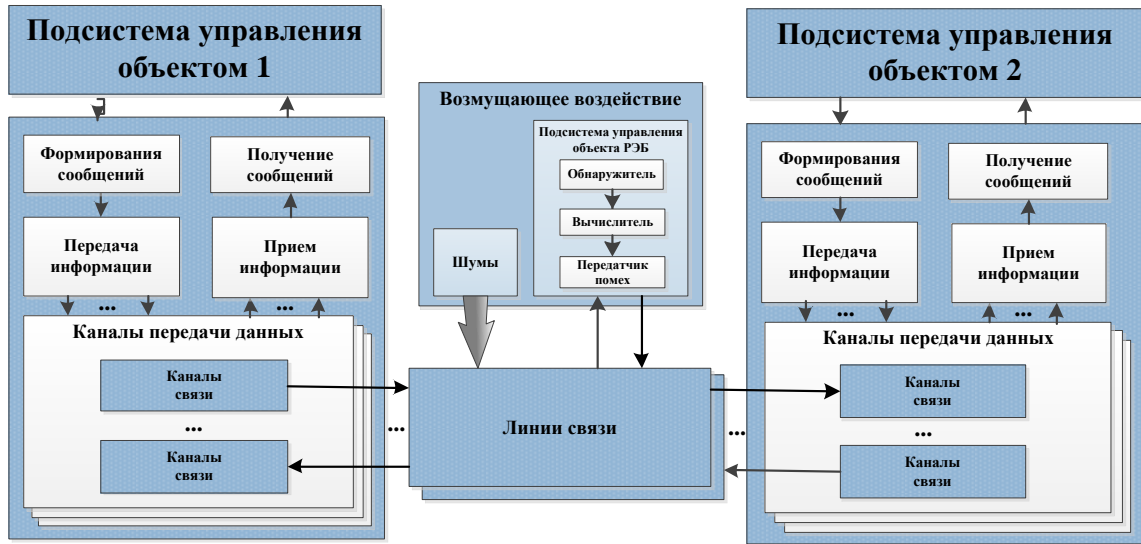


Рис. 1. Предлагаемая схема взаимодействия подсистемы управления модельным объектом с подсистемой связи

С учетом потерь при распространении радиоволн (затухания сигнала на пути от приемника к передатчику), тракт прохождения сигнала представлен на рисунке 2.

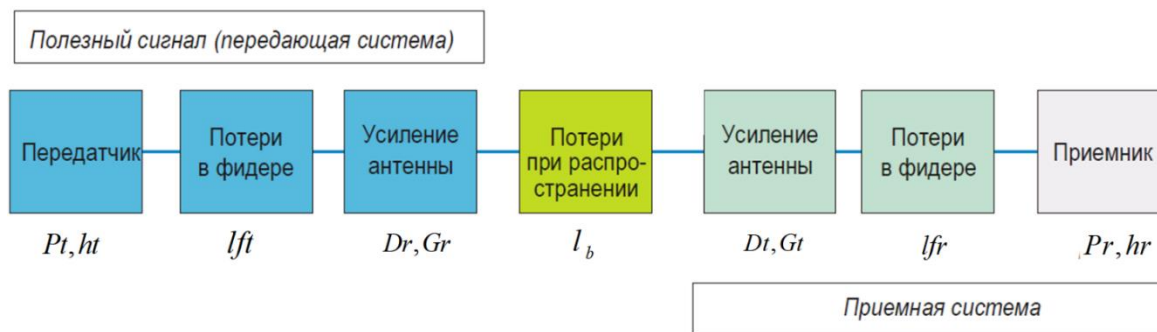


Рис. 2. Блок-схема тракта прохождения сигнала на вход приемника

На рисунке обозначены:
 P_t, P_r – выходная (входная) мощность передатчика (приемника), дБ;
 l_{ft}, l_{fr} – потери в фидерах соответственно передающей и приемной антенн, дБ;

D_t, D_r – коэффициент направленного действия соответственно передающей и приемной антенн;

G_t, G_r – коэффициент усиления полезного сигнала соответственно передающей и приемной антенн;

l_b – основные потери передачи (в радиолинии), дБ;

h_r, h_t – высота приемника (передатчика), м [3].

Достоверность информационного обмена выражается, как функция множества параметров и факторов, воздействующих на само радиосредство, на передаваемый сигнал:

$$F(\xi) = p(d) = f(P_t, G_t, G_r, l_{fr}, l_{ft}, l_{tc}, l_{tr}, l_b, f, h_t, h_r, R) \begin{cases} f - const \\ ht, hr - const, \\ R - var \end{cases}$$

где

R – расстояние между передатчиком и приемником, км;

f – несущая частота, Гц;

l_{tc}, l_{tr} – потери в цепях передающей и приемной антенн, раз.

С учетом необходимости оценки возможности воспроизведения в СМБД информационного взаимодействия между маневрирующими подразделениями сухопутных войск за основу последующего рассмотрения примем радиоканал приема – передачи информации (рисунок 1,2).

Для реализации информационного взаимодействия на примере зависимости вероятности достоверного приема $F(\xi)$ сообщений для радиостанций Р-159 и Р-111, рассчитанной при помощи модели радиолинии метровых волн УКВ диапазона земной волной [4], появилась возможность получить сигнал с достоверностью D не хуже заданной $p(D \leq D_{доп})$ и не ниже требуемого значения, т.е. $F(\xi) = p(R) = p(D \leq D_{доп}) \geq p(D \leq D_{доп})_{треб}$, (рис. 3).

Так как от каждого абонента в ТЗУ в сеть радиосвязи поступает нагрузка порядка 0,166 Эрл (10 минут в течении часа или 10 секунд в течении минуты) и по радиосредствам передают сообщения длительностью не более 20 секунд, примем такое сообщение за пакет. Будем считать, что сформированные командные и информационные сообщения поступают в канал связи и затем, с рассчитанной выше вероятностью достоверного приема, поступают на вход системы обработки принятой информации.

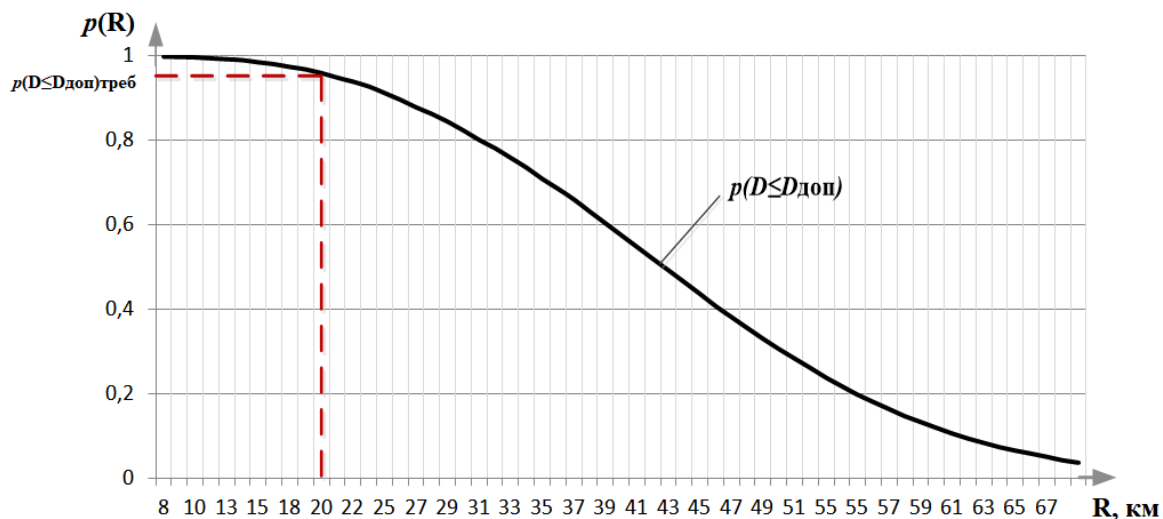


Рис. 3. График функции вероятности достоверного приема $p(R)$ с значением не ниже требуемого для радиостанций Р-159 и Р-111

Применим дискретный случайный марковский процесс, обладающий свойством отсутствия последействия, синтезируем граф состояний и переходов исследуемой подсистемы, отражающий динамику процесса передачи сообщений в подсистеме управления (рис. 4).

Обозначим p вероятность приема/передачи информации по каналу связи p . Тогда вероятность того, что сообщение не будет передано/принято, равна $q = 1 - p$.

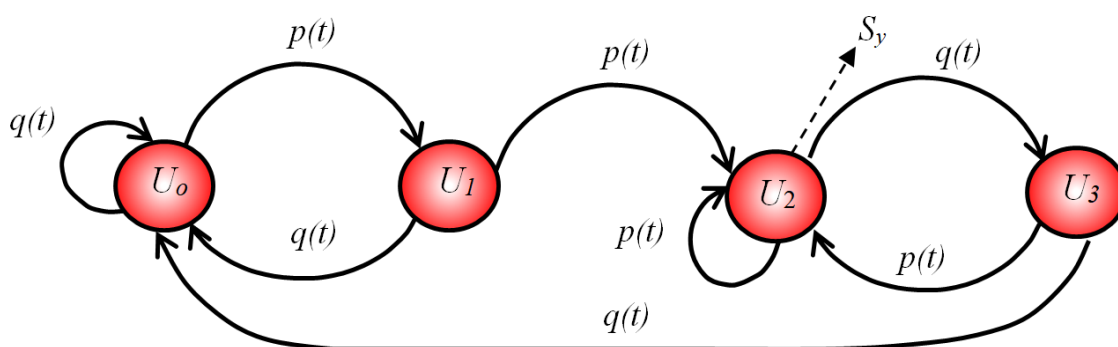


Рис. 4. Граф состояний и переходов модели приема/передачи сообщений

При применении аппарата марковских цепей предлагается такая последовательность проведения исследования, (рис. 5).

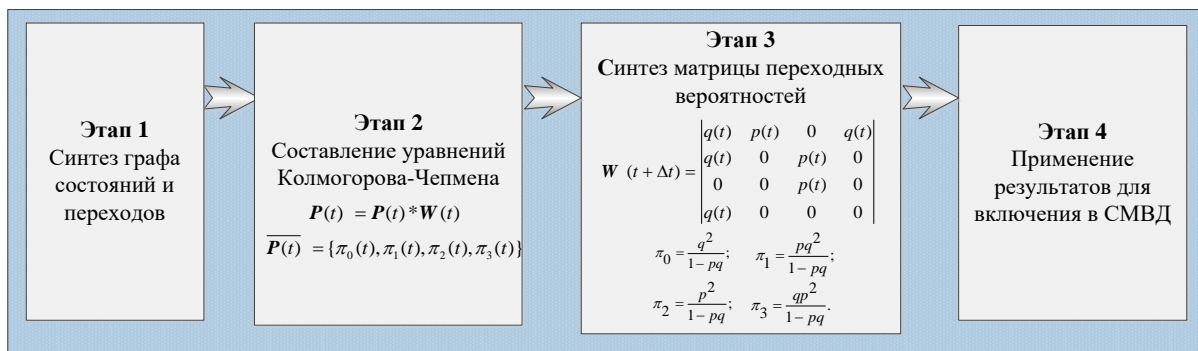


Рис. 5. Последовательность проведения исследования

Значения предельного вектора $\overline{P}(t) = \{\pi_0(t), \pi_1(t), \pi_2(t), \pi_3(t)\}$ характеризуют вероятность пребывания данного процесса в каждом состоянии для усредненных условий его протекания. Они характеризуют относительное время пребывания рассматриваемого процесса в соответствующих состояниях.

Предложенный подход к построению имитационной модели информационного взаимодействия позволит оценить факт доставки командных и информационных сообщений до абонентов. Здесь вероятность π_2 (вероятность состояния U2) характеризует вероятность успешной передачи сообщения для текущих условий боевой обстановки. Она может быть принята за основу для оценки прохождения сообщений на текущий момент времени в рассматриваемой имитационной модели. При этом, факт прохождения информации устанавливается путем сравнения случайного числа, равномерно распределенного в интервале $[0,1]$, с полученной вероятностью π_2 , т.е. на основе метода Монте-Карло.

Библиографические ссылки

1. Об утверждении плана реализации Концепции создания Системы моделирования военных действий: приказ Министра обороны Респ. Беларусь, 30 нояб. 2009 г., № 971.
2. Ошмяна, Т. В. Моделирование информационного взаимодействия в тактических подразделениях Сухопутных войск / Т. В. Ошмяна, В. М. Булойчик, // Сб. науч. ст. ВАРБ. – 2022. – № 42. – С. 155 – 164.
3. Рекомендация МСЭ-R P.341-7: Концепция потерь передачи для радиолиний / Сектор радиосвязи МСЭ. Женева, 2020. 9 с.
4. Калинин А.И. Распространение радиоволн на трассах наземных и космических радиолиний. – М.: 1979. – 296 с.

РАЗБОТКА СЕМАНТИКИ ЕДИНОГО КЛАССИФИКАТОРА СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРТ

Д.А. Кудрявцев¹⁾ А.С. Черенко²⁾

¹⁾ Военный факультет Белорусского государственного университета,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, dimon-dimonaftik@mail.ru

²⁾ Военный факультет Белорусского государственного университета,
ул. Октябрьская, г. Минск, д. 4. 220030, cherenko@bsu.by

Разработана семантика единого классификатора специальных карт, которая способствовала созданию единого классификатора специальных карт. Были описаны этапы создания единого классификатора специальных карт, а также предложен вариант дальнейшего развития классификатора.

Ключевые слова: единый классификатор, код, классификация, создание, семантика, слой

В картографии специальные карты относятся к группе материалов, которые предназначены для решения определенного круга задач или рассчитаны на конкретных пользователей [1]. Главным документом, который дает возможность изучить местность для ведения боевых действий, является топографическая карта (ТК). С ее помощью можно быстро проанализировать территорию, более разумно разместить свои войска, наметить варианты ведения боя, осуществить необходимые измерения и расчеты.

Если с помощью условных знаков и сокращенных обозначений на ТК графически нанести положение и боевые задачи своих войск и войск противника, то это будет карта оперативно-тактической обстановки (ОТО) [2].

Однако при подготовке и ведении боевых действий зачастую требуется информация об отдельных рубежах, участках и объектах местности, которые на ТК не отображаются. Следовательно, помимо ТК и карт ОТО, должны изготавливаться специальные карты (СК) местности, которые содержат дополнительные топогеодезические данные, необходимые командирам и штабам для изучения и оценки характеристик и свойств отдельных объектов местности, навигационного обеспечения полетов авиации, организации воинских перевозок и решения других специальных задач.

Для формирования тематического содержания ТК, карт ОТО и СК, автоматизации процесса присвоения атрибутов, символизации и подпи-

сывания объектов в цифровой картографии применяются классификаторы. Под ними понимают совокупность описания слоев векторной карты, видов объектов и их условных знаков, видов семантических (атрибутивных) характеристик и принимаемых ими значений, представленных в цифровой форме [3].

Таким образом основная задача состояло в создании единого классификатора СК, не имевший аналогов в объединении именно объектов СК.

Создание классификатора можно разделить на 4 этапа:

- исследование теоретического материала;
- объединение и создание объектов;
- внедрение 7-и числового кода;
- создание семантики;

Первый этап заключался в накоплении и обработке теоретического материала, который будет использован для создания единого классификатора, используя различные специализированные литературные источники.

В основном на данном создавалась теоретическая база, которую будут использовать для образования единого классификатора СК. В основном за основу материала брались другие классификаторы ТК, ОТО и их процесс создания, а также различные литературные источники.

Второй этап заключался в объединении объектов из различных классификаторов как ТК, так и СК. Также во время работы некоторые слои и объекты были созданы с нуля, а некоторые были обновлены.

Во время данного этапа сперва сформировывались слои, итоговое количество которых было равно 13 (Таблица 1).

В дальнейшем данный этап основывался на импорте условных знаков из других классификаторов. Из 13 созданных слоёв, условные знаки в цифровом виде были в 11, а 2 оставшихся были созданы с нуля, почти не имея аналогов в цифровом виде. Два созданных слоя — карта горных проходов и перевалов, карта метеорологических данных. Аналоги существуют в рфр-9[4], которые и были заложены в основу при создании электронных условных знаков.

По такому же принципу создавались условные знаки в слое метеорологических данных.

При создании и обновлении условных знаков использовалась информация из РФР-9[4], а также из других классификаторов по типу otz16rb и более узконаправленных классификаторов, которые использовались для создания определённой тематической картой.

**Итоговый список слоев единого классификатора СК с уникальными ключами
слоя**

Номер слоя	Краткое название слоя	Ключ	Количество объектов
1	Карта условий проходимости	UP	12
2	Карта условий маскировки	UM	3
3	Оперативно исправленная карта	OIK	121
4	Карта участка реки	UR	58
5	Карта геодезических данных	KGD	11
6	Карта зон затопления	KZZ	7
7	Карта искусственных препятствий	KIP	10
8	Авиационная карта	AK	9
9	Кодированная карта	KK	6
10	Карта источников водоснабжения	KIV	16
11	Карта путей сообщения	KPS	16
12	Карта горных проходов и перевалов	GPP	20
13	Карта метеорологических данных	KMD	37

Размеры и внешний вид условных знаков в классификаторах ТК взяты из геодезических, картографических норм и правил ГКНП 05–016–2018 [5], ГКНП 05–015–2018 [6], ГКНП 05–019–2018 [7], которые учитывались при создании условных знаков.

Третий этап заключался в создании системы кодирования, которая бы учитывала тип, род, вид объектов, при этом код не должен повторяться, он должен оставлять свободное пространство для добавления в дальнейшем новых объектов и даже целых групп объектов различного характера.

Количество цифр в едином классификаторе СК было выбрано равным семи. Во-первых, это позволило избежать совпадений по уникальному коду с топографическим восьмизначным классификатором, который уже стандартизирован на межгосударственном уровне, и с десятизначным единым классификатором оперативно-тактических знаков, а во-вторых, обеспечило возможность их кодирования с перспективой увеличения количества объектов в СК. Первые две цифры кода – номер слоя. Из-за того, что в цифровом классификаторе невозможно поставить в начале кода цифру 0, для сохранения количества цифр равным семи первый слой обозначается цифрой 11.

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 классификатором ТК путем добавления в некоторые слои дополнительных характеристик. Список слоев с учетом расширения [8]:

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

Четвертая цифра кода обозначает номер второй ступени классификации, пятая цифра – номер третьей ступени классификации и так далее до последней ступени. В тех случаях, когда объект карты находится на более высокой ступени классификации, оставшиеся младшие разряды кодового обозначения заполняются нулями (Таблица 2).

Таблица 2

Структура классификационного кода объекта СК

№	Классификация	Кодовое обозначение						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Тип СК	X	X	0	0	0	0	0
2	Элемент содержания карты	X	X	X	0	0	0	0
3	Группа	X	X	X	X	0	0	0
4	Отряд	X	X	X	X	X	0	0
5	Род	X	X	X	X	X	X	0
6	Вид	X	X	X	X	X	X	X

Данный этап можно охарактеризовать, как самый трудоёмкий из-за количества условных знаков (более 300). Основная работа заключалась в формировании единой структуры применения кода, учитывая при этом количество разделений, которое потребуется, при разветвлении кода.

На примере карты источников водоснабжения (рис. 1) мы можем наблюдать разветвление кода на уровнях группа, отряд. В других слоях может увеличиваться как количество групп, отрядов так и родов — всё будет зависеть от количества объектов, присоединённых к определённой группе, отряду, роду.



Рис. 1. Применение классификационного кода на примере карты источников водоснабжения

Система кодирования была применена таким образом, при котором в дальнейшем существует возможность увеличения числа категорий на всех группах, видах, родах, при возможном создании новых условных знаков или разделение их на более узконаправленные направления. Эта система позволяет поддерживать внедрение новых, уникальных классификаторов СК, что в полной мере поддержит статус единого классификатора, как и даст возможность быть актуальной системой на года вперёд.

Четвёртый этап заключался в присваивания каждому объекту определённой семантики, которая отражает его характеристику, при этом были созданы новые типы семантик, для новосозданных объектов.

Таким образом единый классификатор СК должен стать не просто объединением всех объектов, но и полномасштабная переработка всех объектов, универсальный код, новая семантика.

Каждому объекту карты могут быть приспаны характеристики (Рисунок 4). Например, собственное название или высота объекта. Все эти характеристики описываются в закладке Семантика.

В ходе работы с семантикой в едином классификаторе основная база была импортирована из других классификаторов. Основные действия проводились с редактированием семантики в объектах, создание новой семантики.

На этапе редактирования семантики в объектах происходило обновление семантик, а именно удаление неподходящей семантики, добавление новой семантики и присваивание определённого признака. Например, в слое "Карта искусственных препятствий" во всех объектах в семантике "Относительная высота" был исправлен признак с возможной на обязательную (рис. 2).

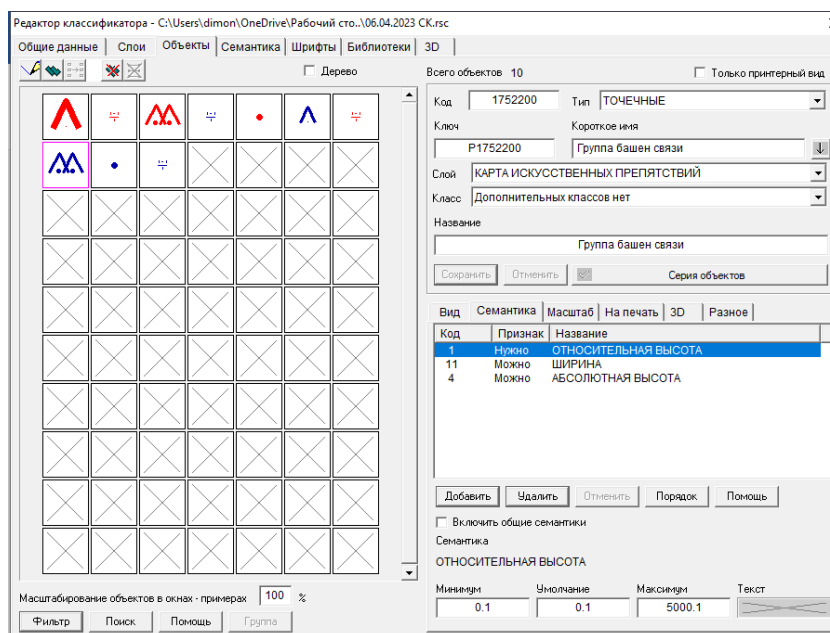


Рис.2. Семантика в карте искусственных препятствий

Из-за того, что были созданы новые слои не имеющих аналогов, для них были созданы новые семантики (Таблица 3).

Таблица 3

Созданные семантики

Название семантики	Код
Глубина	7
Минерализация	14
Прямоугольные координаты	17
Геодезические координаты	19
Площадь	78
Температура	101
Скорость ветра	102
Относительная влажность	103
Атмосферное давление	104
Направление	105
Степень видимости	106
Крутизна	107

Некоторые семантики были созданы не из-за отсутствия аналогов, а для более точной характеристики объектов.

В ходе этого этапа каждый объект приобрёл как индивидуальную семантику, так и общую, которая была присвоена ко всем объектам.

Единый классификатор СК должен стать не просто объединением всех объектов, но и полномасштабно переработаны все объекты, создан универсальный код, отредактирована и создана семантика. Таким образом, целью настоящего исследования является разработка первого в Республике Беларусь единого классификатора СК с использованием геоинформационных технологий.

Библиографические ссылки

1. Берлянт АМ. Картография. Москва: Аспект Пресс; 2002. 336 с.
2. Утекалко ВК, Бугренко ЮП, Лазарь ИА, Лукьяненко ЛА, Бирзгал ВВ, Василевский ВВ и др. Рабочая карта командира. 2-е издание. Минск: Военная академия Республики Беларусь; 2013. 163 с.
3. ПАРБ.00046-06 98 01. Программное изделие геоинформационная система «Панорама» (ГИС «Панорама х64»). Прикладные задачи. Редактор классификатора. Ногинск: КБ «Панорама»; 2020. 56 с.
4. Руководство по картографическим и картоиздательским работам. Часть 9. Подготовка к изданию и издание карт и фотодокументов местности в полевых условиях. Москва: Редакционно-издательский отдел ВТС; 1985. 212 с.
5. ГКНП 05–016–2018. Условные знаки для топографической карты масштаба 1: 10 000. Минск: Белгеодезия; 2018. 122 с.
6. ГКНП 05–015–2018. Условные знаки для топографических карт масштабов 1: 25 000, 1: 50 000, 1 :100 000. Минск: Белгеодезия; 2018. 101 с.
7. ГКНП 05–019–2018. Условные знаки для топографических карт масштабов 1: 200 000 и 1 :500 000. Минск: Белгеодезия; 2018. 59 с.
8. Черенко, А. С. Разработка единого классификатора специальных карт местности с использованием геоинформационных технологий. Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология, 1,2022, стр.87-100.

СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА НАВИГАЦИИ В ГИС

Р. В. Чиненов

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, chinenovrus@gmail.com*

Спутниковая система навигации (GPS) является важным инструментом для геодезии и геоинформационных систем (ГИС). GPS позволяет определять координаты точек на земной поверхности с высокой точностью, что делает его полезным инструментом для создания карт, измерения расстояний и высот, а также для создания точных моделей местности. Он также может быть использован для навигации и мониторинга геодезических изменений в реальном времени. Вместе с другими технологиями, такими как геоинформационные системы и дистанционное зондирование, GPS играет важную роль в геодезии и строительстве, помогая улучшить точность и эффективность проектов любого масштаба. В этом докладе я углублюсь в данной теме.

Ключевые слова: СНС, спутниковая система навигации.

Спутниковая система навигации (СНС) в геоинформационных системах (ГИС) используется для определения координат объектов на земной поверхности. Принцип работы спутниковой системы навигации (СНС) лежит на основе передачи сигналов между спутниками, находящимися в космосе, и приемниками, установленными на земле или на борту транспортных средств. Принцип работы СНС основан на измерении времени, за которое сигнал от спутника доходит до приемника.

Каждый спутник СНС имеет точно известную орбиту и передает на землю сигналы, содержащие информацию о своем местоположении и времени передачи сигнала. Приемники на земле получают сигналы от нескольких спутников и, используя информацию о времени передачи сигнала, определяют свое местоположение.

Для определения местоположения приемник должен получить сигналы от нескольких спутников. Чем больше спутников используется для определения местоположения, тем точнее будет результат. Обычно для определения местоположения используются сигналы от четырех и более спутников [1].

Самой известной СНС является система GPS (Global Positioning System) — это спутниковая система навигации, которая позволяет определять местоположение объекта на земле с высокой точностью.

История появления GPS началась в 1957 году, когда Советский Союз запустил первый искусственный спутник Земли - Спутник-1. Это со-

бытие стало началом космической гонки между США и СССР, и американские военные начали искать способы использования космической технологии для улучшения своих военных возможностей.[3.с.14]

В 1960 году американский военный аналитик Ричард Шульц предложил идею использования спутников для навигации. В 1964 году началась разработка системы навигации на основе спутников, которая получила название Transit. Эта система была предназначена для использования в военных целях, но она также использовалась для научных и коммерческих целей.

В 1973 году США запустили первый спутник системы GPS, который получил название Navstar-1. В 1983 году система GPS была запущена в полную мощность и начала использоваться в военных целях. В 1991 году система GPS была открыта для использования гражданскими лицами.

Сегодня GPS является одной из самых распространенных систем навигации в мире и используется в различных областях, включая автомобильную и авиационную промышленность, морскую навигацию, геодезию, геологию и многие другие.

GPS работает на основе передачи сигналов между спутниками, находящимися на орбите Земли, и приемником, установленным на земле или на другом объекте. Приемник получает сигналы от нескольких спутников и анализирует время, за которое сигналы достигают его. Используя эту информацию, приемник определяет расстояние до каждого спутника.

Затем приемник использует эти данные для вычисления своего местоположения на земле. Для этого он использует три спутника, чтобы определить свои координаты в двух измерениях (широта и долгота) и четыре спутника, чтобы определить свои координаты в трех измерениях (широта, долгота и высота).[4]

Отечественный вариант GPS является ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Спутниковая Система) — это система спутниковой навигации, разработанная и эксплуатируемая Российской Федерацией. Она была создана в ответ на американскую систему GPS.

История появления ГЛОНАСС начинается в 1976 году, когда Советский Союз начал разработку своей собственной спутниковой навигационной системы. В 1982 году был запущен первый спутник системы, который получил название "Космос-1413". В 1985 году был запущен первый экспериментальный спутник системы, который был назван "ГЛОНАСС-1". В 1993 году была запущена первая полноценная версия системы, состоящая из 12 спутников.

В 1995 году Россия подписала соглашение с США о взаимодействии между ГЛОНАСС и GPS (Global Positioning System). В 2001 году была

запущена вторая полноценная версия системы, состоящая уже из 24 спутников. В 2010 году система была обновлена до третьей версии, которая включает в себя 24 спутника на орбите и 2 резервных.

Сегодня ГЛОНАСС является одной из двух глобальных спутниковых навигационных систем в мире, второй является GPS. Система используется в различных областях, включая автомобильную и морскую навигацию, геодезию, геологию, а также в армии и космической отрасли. Приемники ГЛОНАСС могут определять свое местоположение с точностью до нескольких метров, используя сигналы от нескольких спутников. Для этого приемник должен получить сигналы от не менее чем четырех спутников, чтобы определить свои координаты в трехмерном пространстве.

ГЛОНАСС используется в различных областях, включая автомобильную и морскую навигацию, геодезию, геологию, а также в армейских целях.

Однако помимо GPS и ГЛОНАСС существуют и другие СНС, такие как Galileo (Евро союз) и BeiDou (Китай), которые также могут использоваться в ГИС.

Спутниковая система навигации в ГИС позволяет получать точные геоданные, которые могут быть использованы для различных задач, таких как:

Создание топографических карт

Спутниковая система навигации ГЛОНАСС можно использоваться для создания топографических карт. Для этого необходимо провести специальные измерения, которые позволят определить координаты точек на земной поверхности с высокой точностью. Эти данные затем могут быть использованы для создания карт, которые отображают рельеф местности, расположение объектов и другую информацию, необходимую для навигации и планирования маршрутов. Таким образом, СНС ГЛОНАСС является важным инструментом для создания и обновления топографических карт.

Анализ территорий и местности

Системы навигации спутникового типа (СНС) могут использоваться для анализа территорий и местности. С помощью СНС можно получить точные координаты объектов на земле, а также информацию о высоте над уровнем моря. Эти данные могут быть использованы для создания цифровых моделей рельефа, карт высот, а также для анализа изменений местности во времени.

С помощью СНС можно также проводить мониторинг изменений в экосистемах, например, отслеживать распространение лесных пожаров, изменения в растительном покрове и т.д.

Планирование маршрутов и оптимизация транспортных потоков

В основном СНС используют для планирования маршрутов и оптимизации транспортных потоков. С помощью СНС можно определить оптимальный маршрут для доставки грузов или для перемещения людей, учитывая различные факторы, такие как расстояние, время, пробки на дорогах, ограничения на движение транспорта и т.д.

СНС также могут использоваться для мониторинга транспортных потоков и прогнозирования трафика на дорогах. Это позволяет оптимизировать движение транспорта, уменьшить время в пути и снизить затраты на топливо.

Кроме того, СНС могут использоваться для контроля за транспортными средствами, например, для отслеживания местоположения грузовиков и контроля за их скоростью и маршрутом движения. Это позволяет улучшить безопасность на дорогах и предотвратить кражу грузов.

Таким образом, СНС являются мощным инструментом для оптимизации транспортных потоков и повышения эффективности логистических процессов.

Мониторинг изменений на земной поверхности

С помощью спутниковой навигационной системы (СНС) можно осуществлять мониторинг изменений на земной поверхности. СНС позволяют определять координаты точек на поверхности Земли с высокой точностью и в реальном времени. Эти данные могут быть использованы для мониторинга изменений на земной поверхности, таких как деформация земной коры, движение ледников, изменение уровня моря, сезонные изменения в растительности и т.д.

Например, с помощью СНС можно отслеживать движение ледников. Изменения в положении ледников могут свидетельствовать о глобальном изменении климата. СНС также могут использоваться для мониторинга изменений в земной коре, которые могут привести к землетрясениям и другим природным катастрофам.

Другим примером использования СНС для мониторинга изменений на земной поверхности является исследование сезонных изменений в растительности. Эти данные могут быть использованы для прогнозирования урожаев и оценки экологических изменений.

Таким образом, спутниковая навигационная система является мощным инструментом для мониторинга изменений на земной поверхности и может быть использована для решения различных экологических и геологических задач.

Спутниковые навигационные системы (СНС) играют важную роль в геоинформационных системах (ГИС), так как они обеспечивают точное определение координат объектов на земной поверхности. Это позволяет

создавать точные карты и модели местности, а также использовать ГИС для навигации и мониторинга объектов.

СНС, такие как GPS, ГЛОНАСС, BeiDou и Galileo, предоставляют точную информацию о местоположении объектов на земной поверхности, которая может быть использована для создания точных карт и моделей местности. Эти карты могут быть использованы для планирования маршрутов, определения расстояний и высот, а также для анализа географических данных.

Кроме того, СНС позволяют мониторить объекты на земной поверхности, такие как транспортные средства, люди и животные, используя технологии геомониторинга. Это позволяет улучшить безопасность, управление и планирование в различных отраслях, таких как транспорт, лесное хозяйство, сельское хозяйство и геология. Таким образом, СНС являются важным компонентом ГИС, обеспечивая точное определение координат объектов на земной поверхности и создавая возможности для точного картографирования, мониторинга и анализа географических данных [3].

Библиографические ссылки

1.Мультиурок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://multiurok.ru/blog/sistema-navighatsii-gis.html>. – Дата доступа: 08.05.2023.

2.Студфайл [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/7712582/page:26/>. – Дата доступа: 08.05.2023.

3.Мигаик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.miigaik.ru/upload/iblock/38c/38c545964b4b1365e6a80c46b3a00f57.pdf>. – Дата доступа: 08.05.2023.

4.Blog.eldorado.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.eldorado.ru/publications/chto-takoe-gps-sistema-i-kak-ona-rabotaet-35474>. – Дата доступа: 17.05.2023.

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС

Ю. А. Осипёнок

*Белорусский государственный университет, Военный факультет, ул. Октябрьская,
4, 220030, г. Минск, uosipenok@gmail.com*

Рассматриваются специальные карты и их создание с помощью программных продуктов. Представлены определение специальных карт, виды специальных карт, назначения и используемые программные продукты, главные отличия и предназначения.

Ключевые слова: специальные карты местности; топографические карты; ГИС «Панорама»; ГИС «Оператор»; «ГИС СК».

ГИС ВН помогают в полной мере получать необходимую информацию об местности без проведения дополнительной рекогносцировки. С ее помощью можно, например, прогнозировать какие территории могут быть затоплены при прорыве в результате стихийного бедствия или при уничтожении дамб, плотин. Можно рассчитать, где лучше всего устроить переправу, навести понтоны или построить мост. Введя данные о погодных условиях и характеристики распространения отравляющих веществ, командир сможет определить вероятные зоны заражения местности. Возможно также сделать прогноз распространения пожаров и последствий других стихийных бедствий, характерных для того или иного района. Основным документом, который позволяет изучить и оценить местность для ведения боевых действий, является топографическая карта, как в аналоговом, так и в цифровом виде. Однако при подготовке и ведении боевых действий войскам потребуется дополнительная информация об отдельных рубежах, участках и объектах местности, которая на топографических картах не отображается. Для этого были созданы специальные карты местности с определенными условными обозначениями. Специальные карты – карты, несущие отличительную информацию о местности и её элементах, с различными сведениями, используемые штабами и войсками для планирования боевых действий, организации взаимодействия управления войсками и боевыми средствами.

Карты должны быть согласованы по содержанию и унифицированы по математической основе и условным знакам. Достоверно и полно отображать современное состояние местности, ее типичные черты и характерные особенности, а также обеспечивать нанесение элементов оперативной информации и определение координат объек-

тов. Они должны наглядно выделять главные элементы и объекты, позволять быстро оценивать местность и ее свойства [1].

Наиболее изученными специальными картами являются:

- карта геодезических данных;
- карта водных рубежей;
- карта зон затопления;
- карта участка реки;
- карта условий проходимости.

Можно встретить карту условий маскировки, карту путей сообщения, карту искусственных препятствий или авиационную карту.

Помимо видов, все специальные карты делятся на две основные группы: заблаговременно изготовленные в мирное время; изготавливаемые при подготовке и в ходе боевых действий.

Для создания специальных карт за основу берут уже готовые топографические карты, в которых производится впечатка (зачастую красным цветом) специальной информации. Это позволяет значительно уменьшить время и материальные средства на их изготовление, так как необходимо сформировать только слой специальной информации, который без траты ресурсов на бумагу и краску будет впечатан в готовые аналоговые топографические карты.

Для создания СК используют перечисленные программные продукты:

- серия российского конструктивного бюро «Панорама» получила наибольшее распространение и включает в себя ГИС «Панорама» (14-я версия), ГИС «Оператор» (11-я версия) и ГИС «Карта»;

- программно-информационный комплекс «Учения», созданный в УО «Военная академия РБ»;

- ПИК поддержки принятия решений «ГИС ВН М» И «ГИС СК», разработанные Объединенным институтом проблем информатики НАН Беларуси [3].

Во всех программных продуктах существует особый встроенный классификатор, в котором есть семантика, отвечающая за характеристики специальной информации и сведения о степени важности семантики. Стоит обратить внимание на правило цифрового описания: не все характеристики записываются, многие могут обобщаться или даже записываться в векторных характеристиках (семантика глубины линейных объектов гидрографии). Фактор рельефа был учтен с помощью модуля расчетных и военно-прикладных задач «комплекс инженерных задач», входящего в состав ГИС «Оператор». Сведения о типе грунта в векторных топографических картах формата SXF отсутствуют. Информация о грунтах дана в аналоговых ТК масштаба 1: 200 000 на обратной стороне кар-

ты вместе со справкой о местности. Для учета грунтов при создании КУП использовалась карта пользовательского векторного формата SIT «Грунты Республики Беларусь» масштаба 1: 200 000. Условные обозначения, их характеристики и условия нанесения на карту записаны в редакционно-технических условиях.

Следует заметить, что вероятность создания специальных карт местности на основе электронных топографических карт реализованы только в ПИК «ГИС СК». В меню задач «Спецкарты» ПИК «ГИС СК» содержатся режимы, которые позволяют создавать карты любых видов.

Карты создаются в пользовательском формате PPS на номенклатурные листы электронных топографических карт. Существует возможность их экспорта в другие векторные форматы данных, а именно в SXF, чтобы создать печатную форму и подготовить их к изданию. После экспорта все слои попадают в системный слой, поскольку встроенный классификатор, который используется в ПИК «ГИС СК», не коррелирует ни с одним из классификаторов специальных карт, которые используются в программных продуктах КБ «Панорама» и ПИК «Учения». По этой причине невозможно использовать эти карты в других программных продуктах, а функциональные возможности самой программы ограничены в применении специальных карт. Решением проблемы является создание единого классификатора специальных карт местности в формате RSC и последующее его внедрение в ПИК «ГИС СК» или создание отдельного модуля ГИС-приложения для составления специальных карт в ГИС «Оператор» [2].

В настоящее время при создании СК с использованием компьютерных технологий применяются два подхода:

- традиционный (карта создается под аналоговую печать по номенклатурным листам ТК);
- геоинформационный (карта создается под использование в электронном виде с топографической основой без деления на номенклатурные листы и совместно с множеством других слоев информации) [4].

Сама геоинформационная система «Панорама» – универсальная геоинформационная система, имеющая средства создания и редактирования цифровых карт и планов городов, обработки данных дистанционного зондирования Земли, выполнения различных измерений и расчетов, оверлейных операций, построения 3D-моделей, обработки растровых данных, создания веб-карт, средства подготовки графических документов в электронном и печатном виде, а также инструментальные средства для работы с базами данных. Он позволяет работать с картами, аэрофотоснимками, спутниковыми изображениями, моделями рельефа и други-

ми геоданными. С помощью ГИС "Панорама" можно быстро получить информацию о территории, ее рельефе, наличии объектов инфраструктуры и других важных параметрах.

Программное изделие геоинформационная система «Оператор» предназначено для создания (нанесения) и редактирования (обновления) условных знаков оперативной обстановки. Основной задачей ГИС «Оператора» является редактор оперативной обстановки. Он же является мощным инструментом для работы с пространственными данными, которые позволяют проводить анализ и визуализацию геоданных, создавать карты и отчеты, а также решать задачи планирования и управления территориями.

Получается, что создание специальных карт не может существовать без особо созданных программных продуктов. При их создании правила были учтены и классификаторы специальных карт подобраны. ГИС «Панорама» и другие геоинформационные системы широко применяются в военном назначении. Они помогают в планировании и проведении операций, обеспечении безопасности и контроле за территориями. С помощью ГИС можно создавать карты и моделировать различные сценарии боевых действий, а также анализировать территории на наличие потенциальных угроз. Это позволяет принимать правильные решения и повышать эффективность боевых операций.

Библиографические ссылки

1. *Утекалко В.К.* Геоинформационные системы военного назначения учеб. пособие / под редакцией Г. П. Кобелева. – Минск: ВА РБ, 2009. – 244 с.

2. *Черенко, А.С.* Использование геоинформационных технологий для формирования специальной карты геодезических данных Вооруженных Сил Республики Беларусь / Л.В. Корьев. – Минск: БГУ, 2021.

3. *Черенко, А.С.* Анализ современных методов создания СК местности и их применение в вооруженных силах/ А.С. Черенко // Гис военного назначения: теория и практика применения: тез.докл. VII Респ.науч.-практ. конф., Минск, 17 апреля 2020 г. / БГУ; редкол. А.М.Бахарь (отв.ред.); под общ. ред. О.В. Руденкова. – Минск: БГУ, 2020.

4. *Черенко А.С.* Разработка единого классификатора специальных карт местности с использованием геоинформационных технологий / Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология, 2022.

ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ГИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММ

П.С. Нагибов

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, pavnagibov@gmail.com*

В публикации автор рассматривает получение и обработку геодезических данных для ГИС с использованием современных программ, в данной публикации представлены программы, используемые в тахеометре, для получения геодезических данных, также представлена программа для обработки геодезических данных.

Ключевые слова: программы, ГИС, данные, тахеометр, обработка, получение.

Геоинформационной системой (ГИС) можно назвать карту с привязанной базой данных с определенными объектами, имеющие множество различных свойств. К Задачам ГИС можно соотнести определение местоположения и характеристика объекта, проходящие изменение объектов, графическое представление информации, также использование различного рода моделирования.

Пространственные данные в ГИС, полученные путем проведения геодезических работ, представляют информацию о географических координатах точек на местности, высотных отметках и других параметрах, которые позволяют определить форму и рельеф местности. В свою очередь для проведения более качественных геодезических работ используется высококачественное оборудование. Из геодезического оборудования хочу выделить электронные тахеометры, так как используя тахеометр можно получить координаты объектов, с дальнейшим использованием их в ГИС, для создания точных карт и планов, также тахеометры используются для измерения расстояния между объектами, высоты объекта и различных элементов ландшафта, ещё может воспользоваться для создания 3D-моделей объектов. Также хочется отметить автоматизированную передачу тахеометров данных для ГИС.

Исходя из вышеперечисленного могу сделать вывод что использование тахеометра для ГИС позволяет собирать и обрабатывать пространственные данные быстрее, точнее, эффективней, чем при использовании более классических методов. Данная эффективность позволяет моментальному решению поставленных задач при ведении боевых действий, где каждая секунда важна.

Решение вышеперечисленных задач невозможна без программ, используемых в тахеометрах, в частности хочу выделить тахеометры Leica TS06 и Trimble M3. Данные тахеометры состоят на вооружении навигационно-топографической службы ВС РБ.

Из тахеометра Leica TS 06 могу выделить следующий ряд программ позволяющие получить необходимую информацию для ГИС: установка станции, разбивка, площади и DTM объемы, недоступная отметка, координатная геометрия – COGO. “Установка станции” используется в определении координат и ориентировки точки стояния прибора; “Разбивка” предназначена для выноса в натуру проектных точек; программа “Площади и DTM объёмы” позволяет вычислять площади участков, ограниченных максимум 50-ю точками, соединенных отрезками прямой; программа “Недоступная отметка” используется для вычисления высотных отметок недоступных для непосредственных измерений точек, расположенных над пунктом установки отражателя без необходимости его размещения на самой этой точке; программа “координатная геометрия – COGO” предназначено для выполнения вычислений по формулам координатной геометрии расстояний, дирекционных углов между точками и их координат[1].

Тахеометр Trimble M3 может представить следующий ряд программ для получения необходимой информации для ГИС: определение размеров, высота удаленного объекта, пикеты и смещение, вычисление площади. Программа “Определение размеров” позволяет измерить расстояние между двумя точками в случае, когда невозможно непосредственно измерить это расстояние; приложение “Высота удаленного объекта” позволяет определить высоту недоступных точек, также позволяет вынести в натуру высоты вертикальных объектов; с помощью программы “Пикеты и смещения” можно определить прямоугольные координаты любой точки по отношению к опорной линии, заданной точками А и В; программа “Вычисление площади” позволяет определить площадь разными методами: измерением угловых точек, вводом координат угловых точек объекта, вызовом их из памяти[2].

Немаловажную роль играет обработка геодезических данных предназначенных для ГИС. В данном деле приходит на помощь комплекс геодезических расчетов, входящий в ГИС “Панорама”.

Комплекс геодезических расчетов предназначен для обработки данных топографических, геодезических и кадастровых изысканий в камеральных условиях, нанесения результатов вычислений на электронную карту и формирования отчетных документов. Программные средства, входящие в состав комплекса, позволяют решать большинство задач, по-

могающие выполнить полевые работы для составления крупномасштабных планов.

В ГИС "Панорама" предусмотрен набор функций, ориентированный на обработку данных геодезических измерений местности, выполненных традиционными приборами с записью в полевые журналы, так и тахеометры. В ходе обработки измерений, полученных любым из указанных средств, выполняется формирование отчетных ведомостей и картографирование результатов расчетов и уравнивания.

Для обработки полученных измерений предусмотрена табличная форма ввода данных из полевого журнала. Внешний вид и порядок ввода максимально приближены к традиционным формам заполнения полевых журналов. Программа обрабатывает файлы данных в следующих обменных форматах: RAW, SDR 33, R 4, R 5, M 5, REC 500, GTS-600, GTS-7 (GTS-700), 3Ta5, 3Ta5p, MOSS, GSI, DC1 (Pentax). Для загрузки в формат ГИС данных о пикетах из текстовых файлов с координатным описанием точек измерений предусмотрена отдельная задача, она позволяет обрабатывать уже готовые координаты. В результате на карте будут представлены точки и их атрибуты. Используя функции основного и геодезического редактора можно создавать дополнительные точки по линейным и угловым измерениям относительно уже имеющихся на карте объектов.

По пикетам в автоматическом, полуавтоматическом или ручном режиме можно создавать площадные, линейные, точечные объекты и подписи в соответствии с существующими условными значками на основе цифрового классификатора карты. Для формирования горизонталей по пикетам предназначена специальная прикладная задача и набор функций редактора карты [3].

Исходя из выше перечисленного можно сделать вывод о весомой значимости в оперативности получении и обработки геодезических данных для ГИС, программы значительно уменьшили время затраты для получения и обработки геодезических данных для ГИС, что значительно может помочь при боевой обстановки, где время выполнения работы может стоить жизни.

Библиографические ссылки

1. GEOOPTIC Руководство по эксплуатации "Leica FlexLine TS02/TS06/TS09" – GEOOPTIC 2017 г. – 334 с
2. Trimble Руководство пользователя "Электронный тахеометр Trimble M3" – Trimble 2008 г. – 164 с
3. Gisinfo.ru "Комплекс геодезических расчетов" – Gisinfo.ru 2019 г.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ГЕОСЪЕМКИ

Е. В. Солдатенко

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, soldatenkoegor2003@gmail.com*

В публикации автор рассматривает применение географических информационных технологий (ГИС) в системах геосъемки. В своей работе автор исследует, как ГИС-технологии могут быть использованы для обработки, анализа и интерпретации изображений, полученных с помощью спутниковых, аэрофотосъемочных и беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: геоинформационные системы; геосъемка; ПО; геоданные.

В настоящее время геосъемка активно применяется в различных сферах деятельности, таких как исследование земли, оценка рисков и опасностей, охрана и управление природными ресурсами, планирование использования земель и многое другое. Геосъемка представляет собой процесс получения данных о Земле, используя различные методы, включая спутниковую, аэрофотосъемочную и беспилотную геосъемку.

Одним из ключевых аспектов геосъемки является обработка и анализ данных, полученных в процессе геосъемки. Классические методы обработки геоданных могут быть очень трудоемкими и время затратными. В данном контексте географические информационные технологии (ГИС) могут представлять собой полезный инструмент для обработки и анализа данных геосъемки.

В настоящее время не существует общепринятого определения ГИС.

Как и в случае с географией, термин трудно определить, и он представляет собой объединение многих предметных областей. Отсутствие общепринятого определения привело к значительному непониманию того, что такое ГИС.

Что такое ГИС, каковы ее функции и для чего она может быть использована?

Наиболее распространенными являются следующие определения

ГИС как совокупность подсистем включает в себя:

-систему сбора данных, которая собирает и обрабатывает данные.

Эта подсистема также является основным источником различных типов пространственных данных.

-систему хранения и поиска данных, которая организует пространственные данные для целей поиска, обновления и редактирования пространственных данных;

-систему манипулирования и анализа данных, которые выполняют различные задачи на основе данных, группируют и разделяют данные, устанавливают параметры и ограничения и выполняют функции моделирования;

-систему вывода, которые отображают всю или часть базы данных в табличной форме, графическом или картографическом формате[1].

Из вышеперечисленных возможностей ГИС, можно привести примеры их использования в геосъемках.

1. Интеграция различных источников данных.

ГИС позволяют объединить разнородные данные (например, спутниковые изображения, карты, аэрофотоснимки и т.д.) в одну систему. Это даёт возможность геосъемке анализировать все данные вместе, и производить на их основе многоуровневую интерпретацию рельефа, геологической структуры и других параметров.

Пример: чтобы определить местонахождение нового нефтяного месторождения, геосъемщики могут использовать данные, полученные из разных источников, включая измерения гравитации, линии магнитных полей, спутниковые снимки, результаты бурения скважин и другие данные. Используя ГИС, они могут интегрировать все эти данные в одну систему, а затем проанализировать их, чтобы найти наиболее перспективные участки.

2. Визуализация данных.

ГИС позволяют визуализировать все данные на карте, что делает их более наглядными и понятными. Визуализация данных также помогает выявлять связи между различными параметрами.

Пример: Геологи могут использовать ГИС для визуализации геологической структуры в определенном районе. На карте ГИС они могут отобразить все доступные данные о геологических формациях, скоплениях полезных ископаемых и т.д. Это позволяет геосъемщикам получить более полное представление о геологической структуре и локализовать определенные тенденции, связанные с распределением полезных ископаемых.

3. Анализ данных.

ГИС позволяют проводить более глубокий и точный анализ геоданных с помощью различных инструментов и алгоритмов.

Пример: Геосъемщики могут использовать геокодирование для определения адресов и координат на карте ГИС. Используя этот анализ,

они могут определить более точные координаты перспективных блоков для добычи полезных ископаемых.

4. Прогнозирование и планирование.

ГИС позволяют проводить прогнозирование и планирование будущих событий на основе имеющихся геоданных.

Пример: на основе данных о гидрогеологических условиях в определенном районе, геосъемщики могут использовать ГИС для разработки плана действий и оценки возможных последствий (например, для предотвращения затопления на территории лежащей ниже уровня моря) [2].

Самой важной частью для интегрирования ГИС в геосъемку является ПО, которое позволяет в полной мере осуществить реализацию ГИС технологий в данном виде съемок.

ПО ГИС (программное обеспечение географических информационных систем) используется для обработки, анализа и визуализации геоданных в геосъемке.

Одним из наиболее известных ПО ГИС является ArcGIS от Esri, которое сочетает в себе инструменты для управления геоданными, моделирования, анализа и визуализации. ArcGIS используется в различных областях, от геологии и нефтегазовой промышленности до транспорта и экологии.

Пример: при геосъемке можно использовать ArcGIS для анализа геологических данных, моделирования распределения полезных ископаемых и планирования различных геологических исследований.

Еще одним из популярных ПО ГИС является QGIS (Quantum GIS), открытое программное обеспечение с открытым исходным кодом, которое позволяет пользователям создавать, редактировать, анализировать и визуализировать геоданные. QGIS также поддерживает множество плагинов и расширений для улучшения функциональности.

Пример: при геосъемке можно использовать QGIS для анализа распределения растительности, моделирования движения животных и визуализации средовых параметров, таких как качество воды и воздуха.

Также существуют множество других ПО ГИС, включая GRASS GIS, SAGA GIS, MapBox, и др., которые предоставляют различные инструменты и возможности для использования геоданных в геосъемке.

Исследования показывают, что использование ПО ГИС для геосъемки позволяет существенно улучшить эффективность и точность работ. Например, в исследовании, опубликованном в журнале "Geocarto International", было показано, что использование ГИС для прогнозирования распределения газопроявлений в Алжире привело к улучшению точ-

ности прогнозов на 10-20% по сравнению с использованием классических методов. [3]

Таким образом, ГИС играет важную роль в геосъемке, обеспечивая инструменты для управления и анализа геоданных, моделирования и визуализации.

Библиографические ссылки

1. *А.В. Коноплев, И.В.Кустов, П.А.Красильников* учебно-методическое пособие “ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ” Перм. ун-т. – г. Пермь, 2007. – 100 с.

2. *С. Г. Шнитко* конспект лекций ”ГИС В ГЕОДЕЗИИ” Новополец : ПГУ, 2014. – 68 с.

3. Geocarto International, Volume 38, Issue 1 (2023).

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ ВЕРСИИ МАКЕТА МЕСТНОСТИ И ИНТЕГРИРОВАНИЕ ЕГО В ЭЛЕКТРОННУЮ УЧЕБНУЮ КАРТУ

Н.В. Скабицкий

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, skabicki@bsu.by*

Создана цифровая версия макета местности по его ортофотоплану, с применением встроенных инструментов редактора векторной карты программы «Панорама» и на примере показаны ошибки и способы их исправления. Обработка материала производилась в программе «Панорама 14». Цифровой макет местности интегрирован в учебную электронную топографическую карту, с согласованием объектов макета и карты, а также конечный результат работы был подготовлен к изданию.

Ключевые слова: правила цифрового описания; исходный картографический материал; ортофотоплан.

Так как цифровая версия макета местности, по сути, является обычной электронной картой, то при создании цифровой версии макета местности необходимо пользоваться теми же руководящими документами, что и при создании электронных карт. В настоящий момент существуют множество руководящих документов для создания цифровых карт местности. Это правила цифрового описания, редакционно-технические указания и различные приказы.

Правила цифрового описания – это руководящий документ, который устанавливает общие правила для создания цифровых карт. В них изложены цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации». Документ разработан топографо-геодезическим республиканским унитарным предприятием «Белгеодезия», внесён Государственным комитетом по имуществу Республики Беларусь и Министерством обороны Республики Беларусь, утверждён и введён в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от «29 декабря» 2016 г. №96[1].

Исходные картографические материалы для создания цифрового макета местности:

1. ортофотоплан макета местности;
2. список координат ориентиров в электронном варианте;

3.специализированное ПО для сшивки ортофотоплана в одно изображение;

4.специализированное ПО для оцифровки;

5.цифровая учебная карта масштаба 1:50000;

6.классификатор.

Ортофотоплан — это цифровое трансформированное изображение местности (объекта), созданное по перекрывающимся исходным фотоснимкам. Он может создаваться двумя методами: из отдельных трансформированных изображений, созданных по каждому из цифровых перекрывающихся снимков; путем формирования ортофотоплана непосредственно в процессе трансформирования всех перекрывающихся фотоснимков [2].

Для привязки к координатам, оцифровки и подготовки к печати ортофотоплана будет использоваться геоинформационная система «Панорама». «Панорама» - универсальная геоинформационная система, имеющая средства создания и редактирования цифровых карт и планов городов, обработки данных ДЗЗ, выполнения различных измерений и расчетов, оверлейных операций, построения 3D моделей, обработки растровых данных, средства подготовки графических документов в цифровом и печатном виде, а также инструментальные средства для работы с базами данных [3].

В подготовительные работы для создания цифрового макета местности входят:

- сшивка ортофотоплана в одно изображение;
- создание списка координат в цифровом варианте;

Сшивка ортофотоплана в одно изображение выполнялась в программе «PHOTOMOD». Так как снимки макета местности – это своего рода аэрофотоснимки, то к сшивке применяется фотограмметрический метод создания топографических карт и планов. Данный метод отличается высокой оперативностью, точностью и объективностью получаемой информации. Основными исходными данными для построения цифровых крупномасштабных планов городов и карт масштабов 1:25 000 и 1:50 000 служат материалы аэрокосмических съемок. Программное обеспечение «PHOTOMOD» позволяет успешно обрабатывать изображения, полученные при аэрофотосъемке.

Выходной продукцией системы «PHOTOMOD» являются цифровые модели рельефа, ортофотопланы и трехмерные векторные объекты. Эти данные используются для дальнейшей обработки в геоинформационных системах. При работе в программе «Панорама 14» нет необходимости в проведении операций экспорта/импорта, так как программные комплек-

сы «PHOTOMOD» и «Панорама 14» глубоко интегрированы и используют единые форматы данных. [4]

Создание списка координат в цифровом варианте необходима для автоматического создание объектов в ГИС «Панорама». Для этого файл с координатами должен быть с расширением .txt (самый универсальный вариант). Так как имеется список координат ориентиров в аналоговом виде, необходимо открыть приложение блокнот (стандартное приложение Windows), и ввести координаты вбить координаты вручную.

Создаём новый документ и сохраняем его под именем «ориентиры», вводим координаты в два столбика (X и Y), разделяя столбики табуляцией. Так как координаты ориентиров на ортофотоплане условные, можно переместить их ближе к листу карты, для этого смотрим на координаты любого объекта на цифровой учебной карте, находим координаты X и Y, отсчитываем с конца то количество цифр, сколько в координатах ориентиров, остальные цифры необходимо ввести перед координатами ориентиров (в данном случае по X это 59, по Y – 123). Таким образом мы получаем координаты ориентиров максимально близко к цифровой учебной карте. Это нужно для того, чтобы трансформировать сшитый ортофотоплан в необходимый нам масштаб.

Для того, чтобы создать цифровой макет местности, необходимо для начала убедиться, что ортофотоплан соответствует необходимому масштабу, а именно 1:25000. Для проверки загружаем в программу «Панорама 14» наши координаты ориентиров.

Создаём пользовательскую карту (векторная карта .sit), сохраняем её под именем «ориентиры», выбираем классификатор 25t05g.rsc, устанавливаем тип карты (топографическая 42 года), масштаб устанавливаем 1:25000. Затем во вкладке задачи или при помощи клавиши F4 запускаем редактор векторной карты. Находим и запускаем инструмент “Макеты”, выбираем условный знак “Пункты ГГС” (точечные – планово-высотная основа) и устанавливаем функцию “Создание по загруженным из файла координатам”. В открывшемся окне выбираем наш файл с координатами ориентиров в формате .txt. В следующем окне нажимаем «Выполнить», в следующем окне выбираем «Все». Таким образом в программе отобразились ориентиры по заданным координатам (рис. 1).

При помощи функции Файл – Добавить – Растр загружаем ортофотоплан. Так как он в формате .jpg, у него нет привязки по координатам и он имеет размер исходный размер. Для того, чтобы привести растр к необходимым координатам и масштабу, необходимо воспользоваться функцией «Привязка по двум точкам – с масштабированием и поворотом».

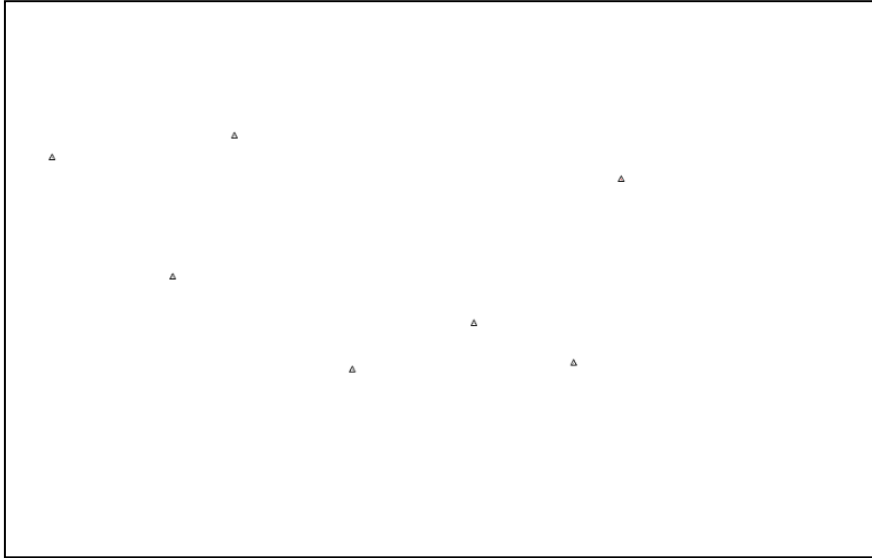


Рис. 1. Ориентиры

Эта функция позволяет при помощи выбора двух точек на растре и двух точек на векторной карте привязать растр к координатам и масштабировать и повернуть (при необходимости). Лучше всего выбирать для самые крайние точки, для большей точности привязки. Порядок выбора точек пишется в командной строке при активации функции привязки. После выбора точек нажимаем трансформировать и получаем масштабированный и привязанный к координатам растр (рис. 2)

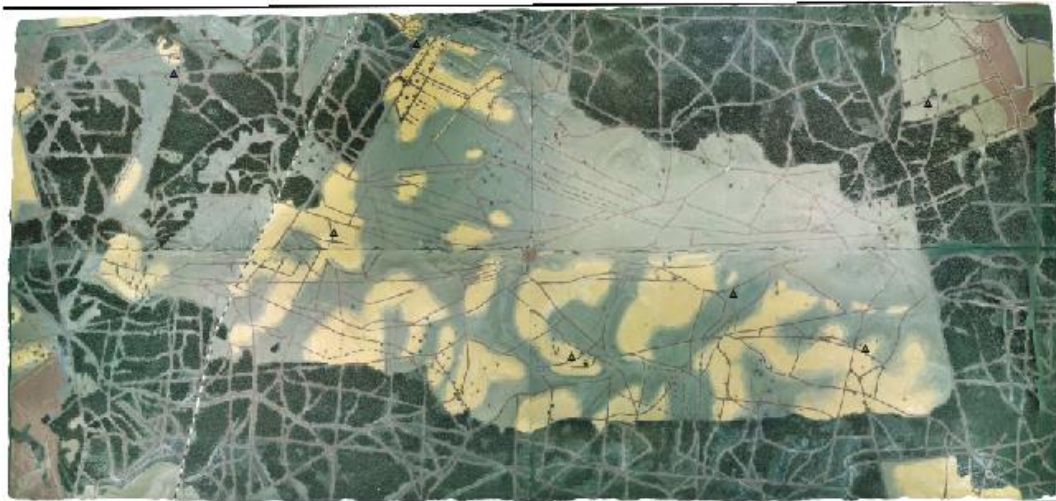


Рис. 2. Масштабированный растр

Так как макет местности создан для обучения, и его нужно интегрировать в учебную карту, необходимо выбрать карту с масштабом, в кото-

ром можно будет занести сам макет местности и позиции за его пределами. По этим параметрам подходит карта масштабом 1:50000.

Загружаем карту и выбираем место для расположения растра так, чтобы можно было нанести позиции за пределами растра. Затем удаляем объекты в квадратах, в которых будет располагаться растр, оставляя только линии километровой сетки. Затем выбираем функцию «Привязка по двум точкам – Поворот без масштабирования», выбираем два угла ортофотоплана и два угла в крайних квадратах, нажимаем трансформировать и получаем расположенный растр в пределах карты, при этом растр сохранил масштаб 1:25000 (рис. 3).

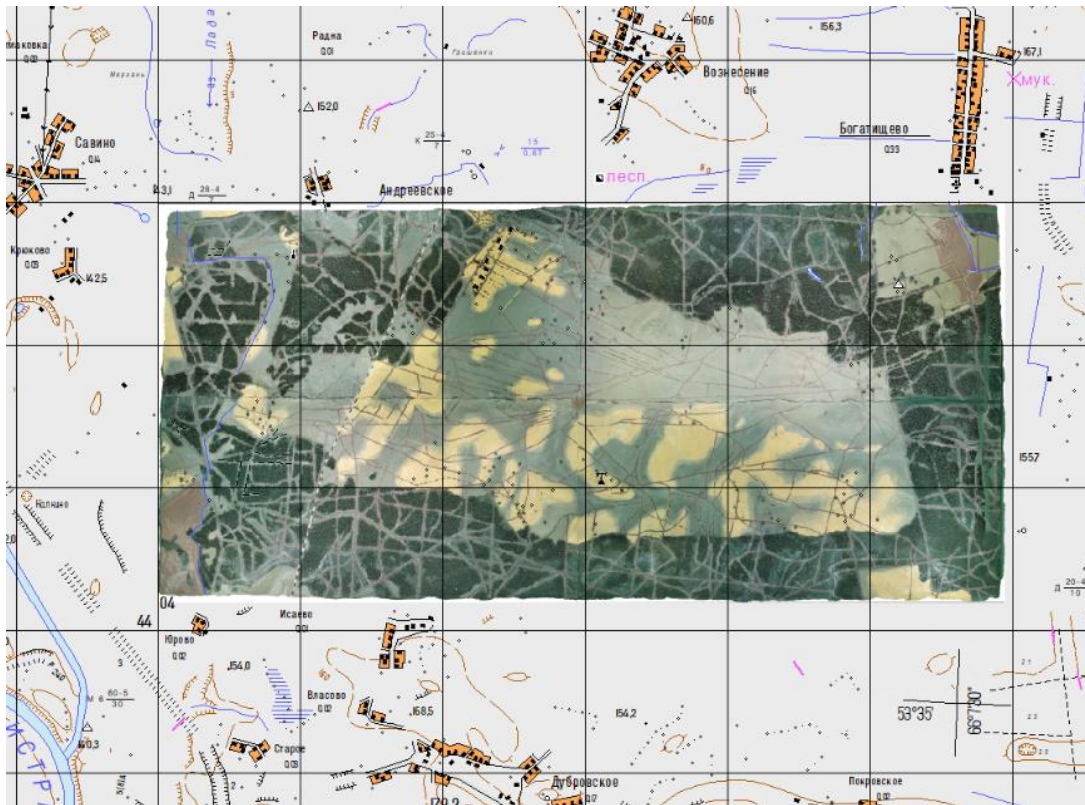


Рис. 3. Интегрированный растр

На данном этапе уже можно оцифровывать ортофотоплан макета местности. Оцифровка происходит в слое учебной цифровой карты. Сперва начинаем описывать объекты гидрографии. Согласно правилам цифрового описания реки и ручьи описываются одним условным знаком «Реки и ручьи», а озёра описываются условным знаком «Озёра постоянные». По классификации объектов гидрографии, озеро – это водный объект, имеющий естественные границы, без гидротехнических сооружений. [1] На ортофотоплане описано озеро и реки (рис. 4).

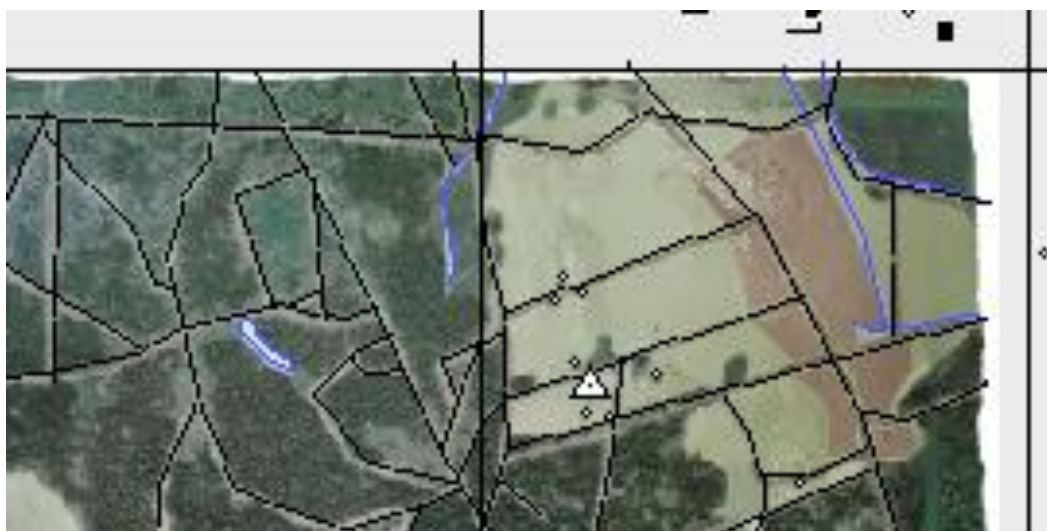


Рис. 4. Гидрография

После гидрографии описываем дорожную сеть. Согласно правилам цифрового описания, к дорожной сети относятся железные дороги и для автомобильного транспорта. В начальных (конечных) точках объектов дорожной сети формируются узловые точки. При описании дорог должны корректно выделяться основные и второстепенные дороги. Через населенные пункты, изображенные в виде пунсонов, дороги проводятся без разрыва. Наличие на дороге любого типа мостовых переходов, туннелей, галерей, плотин, бродов и т. п. не является основанием для деления этой дороги на отдельные объекты, если их характеристика не указывает на необходимость разделения дорог на отдельные объекты. Если к водораспределительным устройствам на оросительных каналах с обеих сторон подходят дороги одного класса, то такие устройства считаются проезжими и дорога не прерывается. При примыкании дорог обязательно формируется общая точка. [1] При оцифровке были допущены ошибки (рис. 5).



Рис. 5. Допущенные ошибки при оцифровке дорожной сети

Данные ошибки можно исправить при использовании горячих клавиш К и J. Данные горячие клавиши позволяют быстро редактировать точки согласно правилам. Таким образом, для использования этих клавиш нажимаем на инструмент «Редактирование точки». Клавиша К позволяет привязывать точку к уже существующей точке. Для этого в режиме редактирования точки выбираем линию, делаем по ней двойной щелчок левой кнопкой мыши, наводим курсор на точку на выбранной линии, зажав левую кнопку мыши перетаскиваем выбранную точку на точку, к которой хотим привязать объект. Порядок действий с клавишей J тот же, единственное отличие в том, что эта клавиша позволяет создать дополнительную точку и привязать к ней объект.

После дорожной сети приступаем к описанию растительности. В качестве границы объектов растительного покрова и грунтов, имеющих площадной характер локализации, принимается линия контура (точечный пунктир) или граница фоновой заливки (если точечный пунктир не показывается), а также граничная линия природных или искусственных объектов с площадным характером локализации или осевая линия таких объектов с линейным характером локализации. Например, для лесного массива, примыкающего к дороге или реке (с линейным характером локализации), границей является осевая линия указанных объектов на участке примыкания. [1] Если при описании растительности, имеющей площадной характер, были допущены ошибки, их можно исправить при помощи клавиши Р. (рис.6)



Рис. 6. Допущенная ошибка, при описании растительности

При помощи клавиши Р можно редактировать объекты, а именно добавлять (если объект площадной) площадь к объекту или описывать рельеф (если объект линейный). Для этого необходимо зайти в редактор векторной карты и активировать инструмент «Редактирование участка», затем выбрать объект, выбрать три точки (две крайние и одну среднюю

точку), нажать клавишу Р и отредактировать объект. После редактирования сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши, чтобы выполнить операцию редактирования. После завершения операции объект установится по новым точкам.

После описания всех структурных объектов макета местности приступаем к нанесению рельефа. Горизонтالي описываются плавной кривой линией по изображению на исходном картографическом материале. Каждый участок горизонтали, графическое изображение которой разрывается изображением площадных водотоков или водоемов, описывается как самостоятельный объект. При описании объектов «Горизонтالي основные утолщенные» и «Горизонтали основные» для учета типа площадного объекта, в пределах которого они расположены, используется характеристика «Место расположения». В местах примыкания горизонталей основных к изображению скал и осыпей формируются узловые точки. Через изображение задернованных уступов (бровок) горизонтали описываются без разрывов. При описании дополнительных и вспомогательных горизонталей, используемых для показа рельефа дна водоемов, формируется характеристика «Место расположения» со значением «Под водой». На участках крутых склонов горизонтали описываются в соответствии с исходным картографическим материалом (с разрывами, если они есть). Без разрывов горизонтали описываются только в случае некорректной укладки горизонталей на ИКМ (ошибки составления), или в случае описания горизонтали, являющейся ближайшей к объекту гидрографии. В случаях разрыва горизонталей изображением оврагов (промоин) и сухих русел рек соответствующие концы прерывающихся горизонталей соединяются между собой согласно конфигурации и глубине оврага (промоины).

Горизонтали на площадных карьерах, выемках, насыпях, терриконах и отвалах описываются только при наличии их изображения, например на старых зарастающих карьерах. При этом горизонтали метрически связываются с внешним контуром вышеперечисленных объектов посредством формирования узловых точек. Горизонтали, проходящие через линейные (стандартно расположенные) выемки и насыпи описываются без разрыва. Горизонтали, разорванные нестандартно расположенными относительно дорог линейными выемками (обрывами искусственного происхождения), описываются аналогично горизонталям по обрывам [1].

Для создания цифровой модели рельефа был проведен зрительный анализ макета местности, оценены перепады высот, после чего рельеф был нанесён на цифровой макет местности (Рис. 7)



Рис. 7. Нанесённый рельеф

После оцифровки рельефа цифровой макет местности готов, но он не вписывается в остальную цифровую учебную топографическую карту. Для согласования с остальными элементами карты необходимо продолжить и объединить дороги, замкнуть горизонталы, объединить элементы гидрографии.

При согласовании объектов цифрового макета местности и цифровой учебной топографической карты необходимо использовать инструменты «Создание по типу», «Сшивка объектов», «Продолжение», а также горячие клавиши К, J, P и L. Действия клавиш К, J и P описаны в пунктах «Дорожная сеть» и «Растительность». При помощи клавиши L можно замыкать линейные объекты. Для этого выбираем линейный объект (при необходимости редактируем его при помощи редактора векторной карты), затем выбираем инструмент «Редактирование точки», выбираем крайнюю точку объекта и нажимаем клавишу L. В окне добавления семантики нажимаем «Ок». Получили замкнутый линейный объект. Чаще всего данная клавиша используется при нанесении горизонталей. Она позволяет без ошибок замкнуть горизонталы.

Инструмент «Создание по типу» позволяет выбрать объект для создания по уже готовому объекту. Для его использования необходимо на главной панели редактора карты (если такого инструмента нет, то добавить его в настройках редактора) выбрать группу инструментов «Создание объектов», затем выбрать инструмент «Создание по типу». После этого находим необходимый нам объект, делаем на нём двойной щелчок левой кнопкой мыши. Если посмотреть в группу инструментов «Создание объекта», то можно увидеть, что активировался инструмент «Созда-

ние объекта», а это значит, что теперь можно создавать выбранный тип объектов.

Инструмент «Сшивка объектов» позволяет объединять в автоматическом режиме объекты одного типа, которые наложены друг на друга и имеют общие узловые точки. Для работы с этим инструментом необходимо в редакторе векторной карты открыть группу инструментов «Разрезание и сшивка» и выбрать инструмент «Сшивка объектов». После активации инструмента необходимо двойным щелчком левой кнопки мыши выбрать один объект (он будет подсвечен синим контуром), затем так же выбрать второй объект, который относится к тому же типу. В автоматическом режиме программа сделает из двух объектов одного типа один объект.

Инструмент «Продолжение» позволяет продолжить линейный объект из крайней точки. Для его активации необходимо выбрать группу инструментов «Создание объекта» и выбрать инструмент «Продолжение». После чего выбираем линейный объект, выбираем точку, из которой нужно его продолжить и продолжаем создавать объект.

При согласовании объектов цифрового макета местности и цифровой учебной топографической карты необходимо связывать объекты одного типа. Так дорожная сеть переходит в дорожную сеть, железная дорога является частью железной дороги и так далее. При пересечении дорог с объектами гидрографии необходимо не забывать, что в местах пересечения должны находиться трубы или мосты (так как местность условная, то решение принимаем самостоятельно, исходя из семантики объектов). Площадная растительность должна быть похожа на реальный лес, без резких прерываний и выступов. Горизонтالي обязаны быть замкнутыми на листе карты или выходить за его пределы, при этом они должны повторять форму друг друга.

После оцифровки и согласования необходимо подготовить карту к печати. Для этого переходим во вкладку «Задачи» - «Запуск приложений», после, в папке подготовка документов и отчётов, нажимаем на приложение оформление документов для печати. В появившемся окне выбираем инструмент «Зарамочное оформление», устанавливаем необходимые параметры и нажимаем «Выполнить»

По итогу мы получаем готовую цифровую учебную топографическую карту с встроенным в неё макетом местности, готовую к тиражированию в аналоговый вид. (Рис. 8)

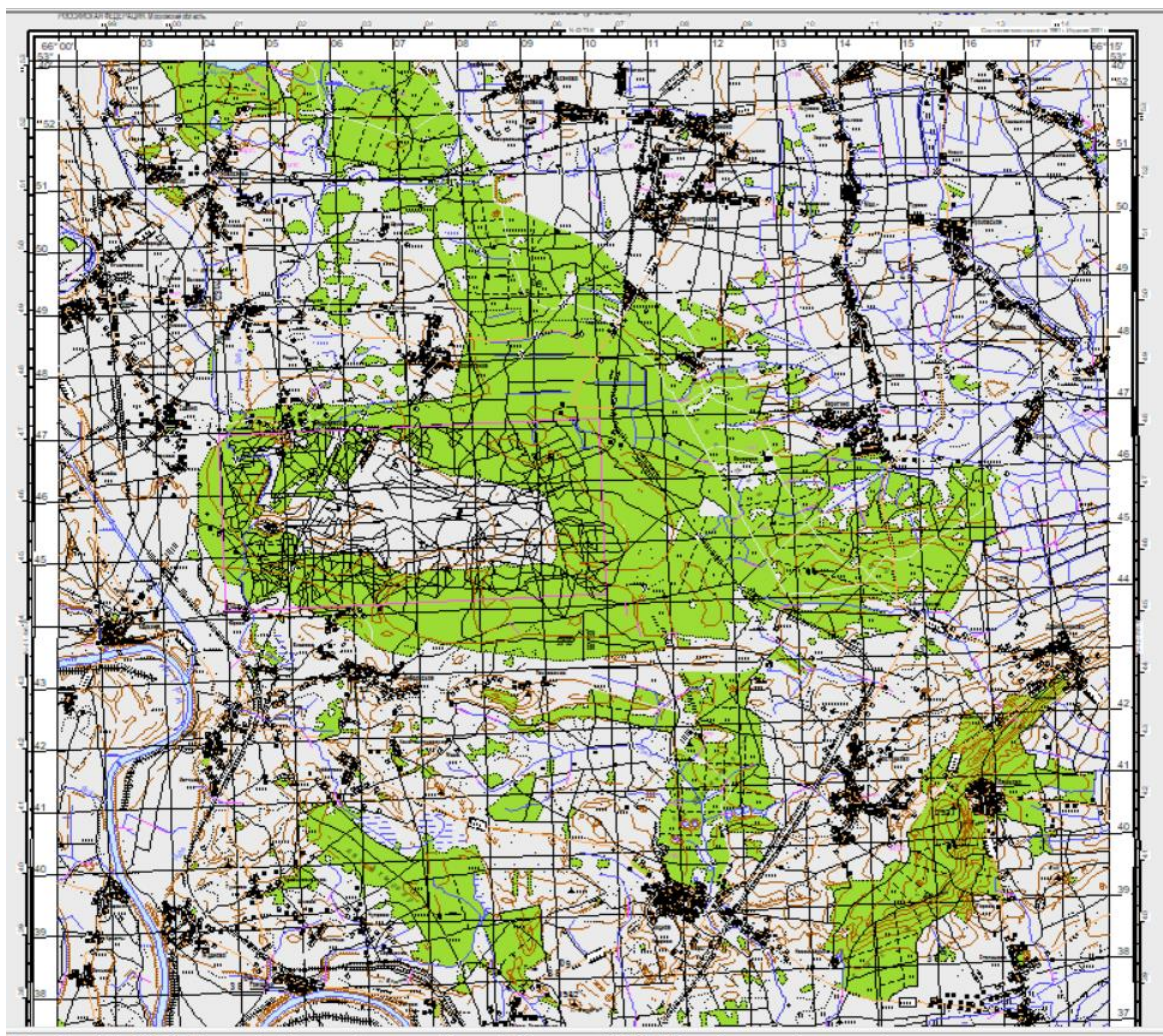


Рис. 8. Готовая к изданию цифровая учебная топографическая карта со встроенным макетом местности (красной линией выделена граница макета местности)

Библиографические ссылки

1. Цифровые карты местности. Правила цифрового описания информации, отображаемой на топографических картах и планах населенных пунктов: ГОСТ СТБ 1753-2016. – Введ. 2017-01-07. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2009. – 132 с.

2. Михайлов А. П. Фотограмметрия / А. П. Михайлов, А. Г. Чибуничев; по ред. А. Г. Чибуничев. – Москва: Московский государственный университет геодезии и картографии, 2016. – 287 с.

3. КБ «Панорама» (Электронный ресурс)/Официальный сайт КБ Панорама – Режим доступа: https://gisinfo.ru/products/map12_prof.htm. – Дата доступа 12.03.2023.

4. КБ «Панорама» (Электронный ресурс)/Руководство пользователя. – Москва, 2007. – Режим доступа: <https://gistoolkit.ru/download/doc/createplan.pdf>. – Дата доступа: 24.03.2023.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ АЭРОФОТОСНИМКОВ

А.Е. Поздняков

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, aleksonsuper1828@gmail.com*

В данной работе рассмотрен принцип работы и методы дешифрирования при помощи автоматизированного дешифрирования с применением специального программного обеспечения.

Ключевые слова: автоматическое дешифрирование, ГИС, алгоритмы.

Программное обеспечение ГИС позволяет обеспечить дешифрирование аэрофотоснимков с переводом данных из растрового формата данных в векторный. Это процесс перевода аэрофотоснимков в некоторую понятную форму с условными обозначениями, которая может быть использована картографами для создания карт и принятия решений. В этой главе рассматриваются методы дешифрирования, используемые при работе с аэрофотоснимками в среде ГИС.

Оцифровка – описание объекта, в виде набора дискретных цифровых замеров этого объекта при помощи определённой аппаратуры, а значит перевод из аналогового вида в цифровой.

Порядок выполнения оцифровки объектов и распределения по слоям в зависимости от их важности:

1. Объекты административно-территориального деления (изначально выделяются координированные, а затем остальные);
2. Земельные участки деления (изначально выделяются координированные, а затем остальные);
3. Водные и гидротехнические сооружения;
4. Объекты улично-дорожной сети;
5. Земли в пределах населённых пунктов;
6. Мелиорированные земли;
7. Сельскохозяйственные хозяйства;
8. Леса и кустарники;
9. Болота и заболоченные земли;
10. Прочие земли;
11. Остальные объекты.

Существует порядок действий при создании цифрового варианта аэрофотоснимков и их преобразования:

- Сканирование;
- Создание векторной модели математической основы (рамок номенклатурных листов, прямоугольной координатной сетки) в системе координат;
- Трансформирование и геопривязка;
- Создание растровых каталогов в базе геоданных;
- Оцифровка информации, содержащейся на планово-картографических материалах (при необходимости).

Современное программное обеспечение позволяет дешифровать аэрофотоснимки в автоматизированном режиме, которое позволяет проводить все операции с минимальным вмешательством оператора.

В КБ «Панорама» разработан новый продукт «Комплекс автоматизированного дешифрирования и векторизации». Данная программа позволяет дешифровать линейные и площадные объекты. Она реализована в виде автономного комплекса, включающего алгоритмы классификации, алгоритмы растровой и векторной обработки, объединенные в единый технологический процесс.

Процесс обработки аэрофотоснимков состоит из этапов, однако это можно объединять в пакеты для совокупности этапов.

При выполнении автоматического дешифрирования в ПО «Панорама» нам необходимо перевести аэрофотоснимок из формата JPG в формат RSV.

После перевода изображения в формат .rsw мы переходим в комплекс дешифрирования и векторизации. В данном комплексе мы открываем изображение и нажимаем кнопку «Создание линейного объекта».

Первым этапом является классификация – процесс определения принадлежности пикселей изображения распознаваемому объекту. В программе используется обучаемый классификатор, использующий оцифрованные пользователем шаблоны – области на снимке, однозначно принадлежащие распознаваемому объекту. Процесс обучения заключается в вычислении и запоминании значений статистических характеристик, вычисленных для каждого положения окна сканирования, перемещающегося по растровому изображению внутри шаблонов. При классификации те же характеристики на тестируемую область раstra в пределах окна сравниваются с шаблонными. Если значения тестируемых характеристик незначительно отличаются от шаблонных, то вся область окна классифицируется как принадлежащая объекту.

В качестве статистических характеристик используется шесть характеристик – средний цвет и дисперсия, вычисляемые для трех цветовых каналов.

Если включен режим «Использовать текстурные признаки», то вместо дисперсии вычисляются текстурные признаки – энергия, контраст корреляция.

Каждый набор характеристик можно представить точками в двух трехмерных пространствах признаков.

Для каждого шаблона создается пара трехмерных массивов, ограничивающих пространство признаков диапазоном вычисленных для шаблона значений.

Количество элементов в массиве регулируется параметром «Уровень обобщения классификатора», что позволяет изменять чувствительность классификатора к точности соответствия набора тестируемых характеристик шаблонным.

Открыв файл, мы создаём класс объекта и задаём ему код и цвет отображения, после чего мы выделяем область выделения, из которой будет определяться цвет

В результате классификации создается растр принадлежности пикселей растра распознаваемым объектам. Обычно он содержит неправильно классифицированные области. Их можно отфильтровать на этапе удаления небольших областей.

В результате выделения области определения пикселей мы получаем изображение, в котором классификатор выделил одинаковые или похожие по цвету пиксели.

После фильтрации шумов можно выполнять преобразование растра в вектор. Эта операция выполняется путем удаления граничных пикселей областей с сохранением их связности. У этого алгоритма есть недостаток – если границы областей неровные, то незначительные выступы преобразуются в отдельные линии.

Поэтому перед преобразованием в вектор необходимо выполнить сглаживание краев растровых областей. Уровень сглаживания задается в диапазоне от 0 до 1. Чем меньше значение, тем больше сглаживается линия, причем значение параметра нелинейно влияет на результат сглаживания.

После удаления небольших областей следуют этапы сглаживание краёв областей и преобразование их в линии в процессе которого все выделенные

После преобразования в вектор осевые линии оказываются разорванными на перекрестках. Сшивка отдельных сегментов в основные проезды выполняется на этапе «Соединение линий на пересечениях».

Концы линий сшиваются, если разница направлений и расстояние между концами линий меньше заданного пользователем допуска. Причем сшивка линий выполняется не по крайним точкам, а по точкам, от-

стоящим от концов на заданное расстояние. Это позволяет устранить искривление основных проездов в сторону примыкающей улицы.

После построения сети основных проездов выполняется соединение концов линий вне перекрестков.

Алгоритм сшивки отличается от сшивки линий на перекрестках оптимизацией для соединения линий на большем расстоянии. Этот этап необходим для сшивки линий в местах, где изображение дороги закрыто помехами – тенями, деревьями, скоплениями машин.

Далее идет этап удаления коротких линий. На этом этапе линии, оставшиеся после объединения, удаляются по максимальной длине, задаваемой пользователем.

Затем выполняется сглаживание и фильтрация. Сглаживание выполняется подобно операции с краями областей. Фильтрация необходима для уменьшения количества точек в созданных объектах.

Последующими этапами дешифрирования являются: соединение линий на пересечениях, соединение концов линий, удаление коротких линий и сглаживание линий. В каждом из данных этапов возможна установка собственных характеристик для дешифрирования необходимых при различных условиях.

После этого выполняется присоединение второстепенных проездов к основным дорогам.

Финальными стадиями автоматизированного дешифрирования являются соединение концов с серединой и экспорт обработанного снимка в формат .sit, .sxf, .shp. После чего выбирается классификатор для экспортированной карты после чего возможно открытие карты в Панораме.

Так же при работе в комплексе дешифрирования и векторизации есть возможность создания площадных объектов. В данном режиме мы дешифрируем площадные объекты такие как лес, поля, луга и т.д.

Первым этапом дешифрирования является поиск теней. В данном этапе мы устанавливаем параметры для определения тени, такие как: максимальная яркость тени.

Следующим этапом является классификация объекта, в котором мы выделяем область, в которой программа анализирует цвет пикселей и выделяет похожие

После классификации объектов мы удаляем небольшие области задавая необходимые параметры

Последующими этапами дешифрирования являются эрозия мало-контрастных областей и наращивание мало-контрастных областей, при которых мы задаём параметры для наращивания и эрозии пикселей в зависимости от заданного максимально допустимого отклонения цвета пикселей.

Дальнейшие этапы заключаются в удалении небольших областей, а в дальнейшем их сглаживание.

Финальными этапами являются: перевод раstra в полигоны, сглаживание полигонов, и удаление малых полигонов.

В дальнейшем производится экспорт дешифрованного изображения в форматы .sit, .sxf, .shp.

В результате проведённой работы можно сказать, что ПО Панорама может производить дешифрирование аэрофотоснимков, однако из-за схожести характеристик некоторых пикселей дешифрирование производится неточно. Следовательно, при выполнении автоматизированного дешифрирования оператор должен внимательно следить за задаваемыми характеристиками и выполнять проверку после каждого этапа.

Библиографические ссылки

1. Дистанционное зондирование Земли из космоса, продукты тематические цифровые, порядок создания: ГОСТ Р70026—2022. – Введ. 20.05.2022. – Москва: Фед. агентство по техническому регулированию и метрологии: Российск. ин-т. стандартизации. – 2022.

2. Курлович Д. М. ГИС-картографирование земель. № УД-561/уч. – 2015.

3. Молчанов А., Чаусов Е. Теория и практика распознавания объектов бронетанковой техники при дешифрировании аэроснимков. – Litres, 2022.

4. Шевчук Р. Б. Комплексы приема информации с российских спутников ДЗЗ // Геоматика. – 2012. – №. 2. – С. 52-56.

5. Козлова И. В. Дешифрирование аэрофотоснимков при картографировании ландшафтов. – 2006.

СОЗДАНИЕ РЕЛЬЕФА ЭЛЕКТРОННЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ В ГИС «ПАНОРАМА»

И.М. Мартынов

Белорусский государственный университет, Военный факультет, ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, mil.martinov@bsu.by

Для создания и обработки электронных топографических карт есть множество различных специализированных программ, из которых выделяется разработка российского КБ «ПАНОРАМА». Эта статья направлена на демонстрацию работы в ней, последовательность действий при создании различных условных знаков и их особенности.

Ключевые слова: электронная топографическая карта (ЭТК); семантическое описание; метрическое описание; формат. *.sxf*.

Создание электронной карты начинается с того, что после запуска программы мы заходим в меню ФАЙЛ, затем переходим в раздел СОЗДАТЬ и создаём нашу будущую карту в формате *.sxf* для удобства. После этого подгружаем растровый слой, так называемую «подложку». После чего начинаем планомерно наносить объекты согласно нижеуказанной пошаговой инструкции.

Для начала нанесение плано-высотной основы:

Основными объектами плано-высотной основы являются: пункт государственной геодезической сети, отметки высот, точки съёмочной сети и отметок высот у ориентиров. Для того чтобы выбрать условный знак пункта ГГС прежде всего необходимо кликнуть на эмблему макеты. Далее необходимо активировать значок свойства элементов легенды карты, который выглядит как перевернутый черный треугольник (первый значок с правой стороны) (рис. 1).

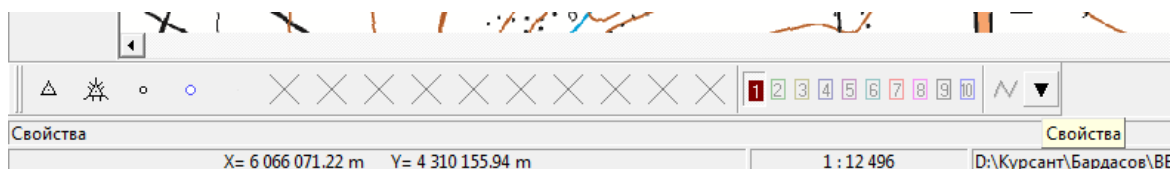


Рис. 1. Панель элементов карты

Так мы вызовем окно настройки макетов создаваемых объектов (рис. 2), здесь можно как создать, так и удалить макеты нажатием на клавиши с соответствующими надписями.

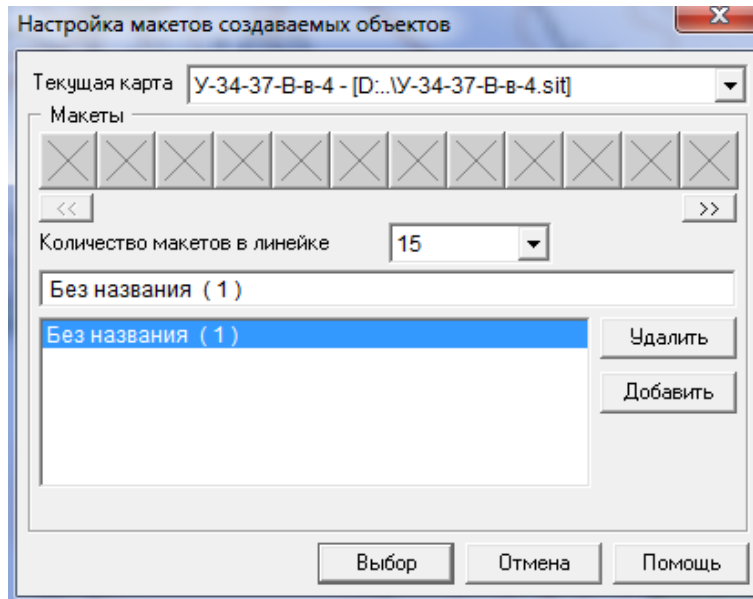


Рис. 2. Окно настройки макетов создаваемых объектов

Выбрав, нажатием левой кнопки мыши, любую из указанных ячеек рисунок 5 вы откроете окно создания объектов (рис. 3), в котором вы найдете необходимый условный знак.

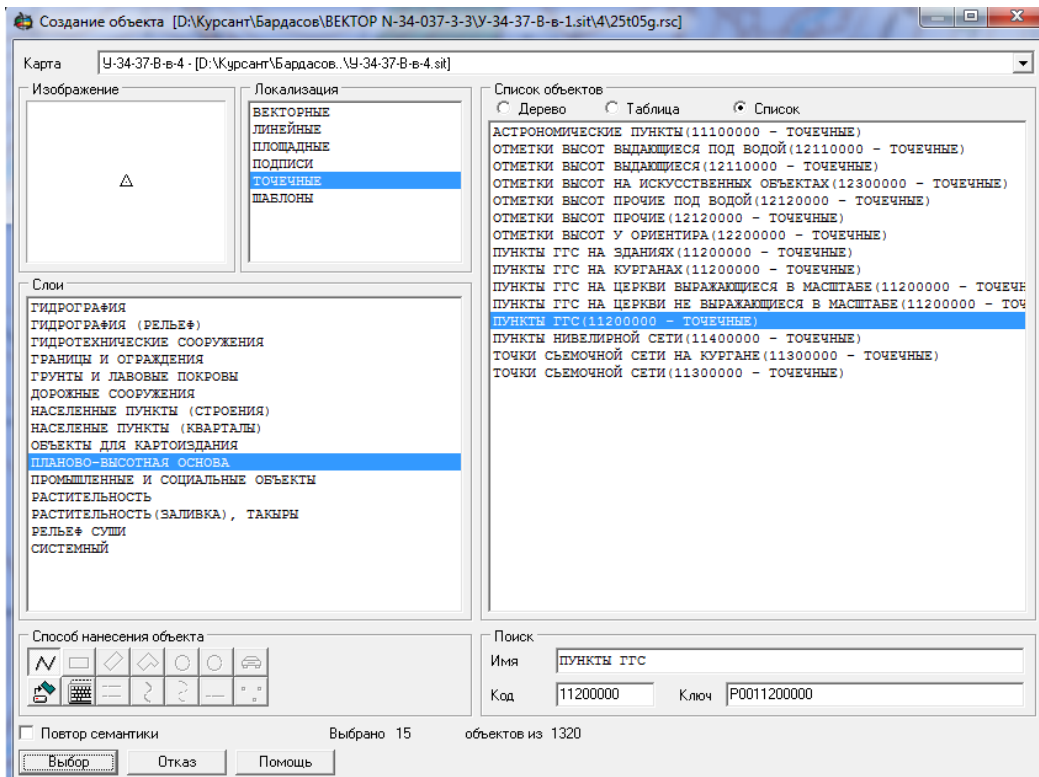


Рис. 3. Окно создания объектов

Для того чтобы выбрать условный знак пункта ГГС необходимо в окне создания объекта необходимо вначале выбрать точечную Локализации, затем из списка слоев нужно выбрать пункт планово-высотная основа, далее в списке объектов выберите пункт ГГС. Чтоб закрепить выбранный условный знак необходимо нажать на надпись «Выбор», которая находится в нижнем левом углу окна создания объектов.

Для нанесения выбранного условного знака на топографическую карту, вы должны кликнуть на значок данного знака размещенный на Панели элементов карты (рис. 3) [1].

Для наибольшей точности лучше всего приблизить отображаемый ракурс к центру растрового изображения пункта ГГС и остается лишь кликнуть левой кнопкой мыши для закрепления условного знака.

Алгоритм создания отметок высот, точек съемочной сети и отметок высот у ориентиров не отличается от алгоритма создания пунктов ГГС. Основное отличие заключается в местах размещения данных условных знаков: пункты ГГС размещаются в основном на вершинах возвышенностей, в свою очередь отметки высот у ориентиров размещаются в местах служащих ориентирами: перекрестки дорог, отдельно стоящие деревья.

Далее обозначаем рельеф:

На топографических картах рельеф отображается при помощи следующих условных знаков: основные горизонтали, утолщенные горизонтали, дополнительные горизонтали, промоины, овраги и бергштрихи (рис. 4).

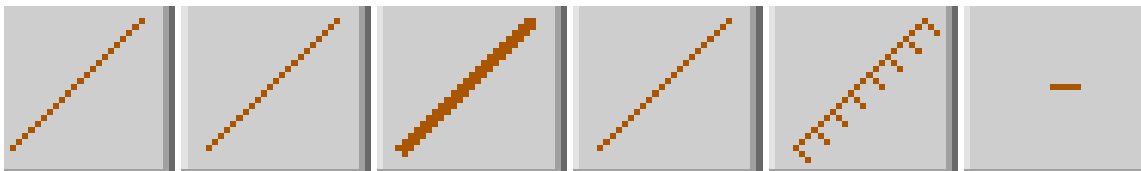


Рис. 4. Основные условные знаки, обозначающие рельеф

Алгоритм добавления данных условных знаков, обозначающих рельеф, не отличается от алгоритма добавления в макет условных знаков планово-высотной основы.

Горизонтали не прерываются и не пересекаются.

Для удобства нанесения цвет горизонталей можно изменить, нажав дважды правой кнопкой мыши на условный знак и зайдя в окно выбор объекта (рис. 5).

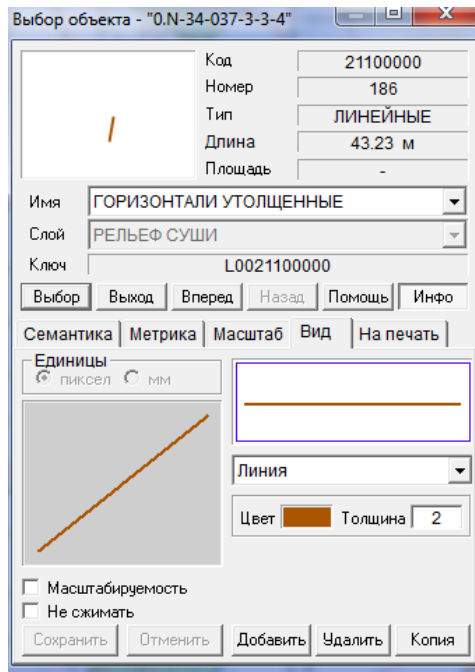


Рис. 5. Окно выбор объекта

Далее нажав на цветной прямоугольник, находящийся с права от надписи «Цвет», зайдём в окно выбора цвета (рис. б), где и выберем необходимый цвет.

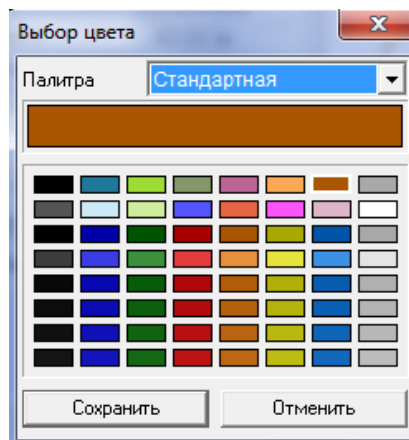


Рис.б. Окно выбор цвета

Возвышенности цифруются против, а низменности по часовой стрелке или по правилу «Слева выше». Горизонтالي прерываются оврагами, а также площадными водными объектами.

Горизонтالي пересекают овраги следующим образом: горизонталь, пересекающая вершину оврага, не прерывается, а проходит по вершине оврага или промоины; горизонталь, входящая в основание оврага, проходит через все бергштрихи внутри оврага и выходит с противоположной стороны оврага; остальные горизонтали, что находятся между вершиной

и основанием оврага прерываются оврагом и начинаются уже с другой стороны оврага (рис. 7).



Рис. 7.- Горизонтالي пересекающие овраги и промоины

Графически на топографической карте низменности от возвышенностей отличаются направлением бергштриха. На возвышенностях (рис. 8) бергштрих расположен на внешней стороне горизонтали.

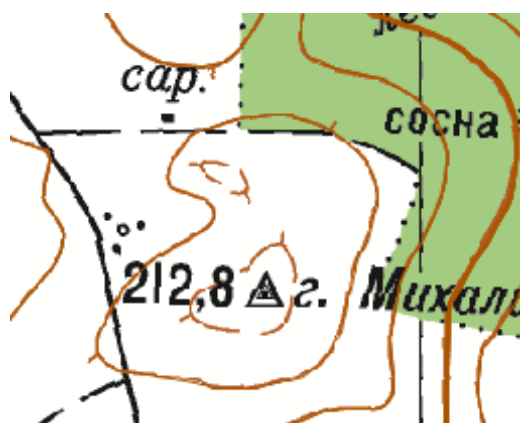


Рис. 8. Возвышенность

На горизонталях, обозначающих низменности (рис. 9) бергштрих расположен внутри геометрической фигуры образованной горизонталью.



Рис. 9. Низменность

Для нанесения горизонтали на карту необходимо выбрать условный знак горизонтали в макете карт. Далее необходимо выбрать начальную точку. Если горизонталь целиком расположена на территории карты, она может располагаться в любом месте на горизонтали. В случае если горизонталь расположена на карте не полностью, то нанесение условного знака необходимо начинать с одной из двух оконечностей растрового изображения горизонтали.

После выбора начальной точки необходимо нажать правую кнопку мыши на данной точке, дальше следует переместить курсор в следующую точку и также нажать ПКМ. Данную последовательность действий повторять либо до того момента, когда условный знак будет нанесен вплотную к рамке карты или же окружность, образованная данной горизонталью будет замкнута.

Библиографические ссылки

1. ГИС "Панорама" ПАРБ.00046-06. Руководство оператора. 2023 г., 26 с.
2. ТКП 014-2005 (04030). Цифровые карты местности. Порядок создания и обновления цифровых топографических карт и планов. 2005 г., 115 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С. И. Мисьник

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, misnikstasik@gmail.com*

Рассматривается применение геоинформационных систем (ГИС) военного назначения. Представлены определения понятий ГИС, ГИС военного назначения (ГИС ВН).

Ключевые слова: геоинформационная система, цифровая информация о местности, прикладная задача ГИС.

ГИС (географическая информационная система) – это компьютерная система, предназначенная для сбора, хранения, анализа и отображения географической информации. ГИС позволяет работать с данными, связанными с местоположением объектов на земной поверхности, а также проводить анализ и моделирование пространственных процессов.

ГИС военного назначения (ГИС ВН) – функционально-ориентированная ГИС для решения задач военного назначения, укомплектовывается ГИС-приложениями, решающими военно-прикладные задачи, предназначена для поддержки принятия решения, планирования боевых действий войск и мероприятий обеспечения в автоматизированных системах управления войсками и оружием. ГИС ВН позволяют преобразовывать и представлять большие объёмы разнообразной координатно-временной информации в виде, удобном для использования органами военного управления (ОВУ) в процессе управления войсками.

Географические информационные системы (ГИС) являются мощным инструментом в анализе пространственных данных и занимают важное место в науке и исследованиях. Военное назначение является одной из областей, где применение ГИС имеет большую значимость.

ГИС военного назначения имеют множество возможностей для сбора и анализа геопространственных данных. Некоторые из них включают:

1. Сбор и хранение геопространственных данных: позволяют собирать, хранить и организовывать геопространственные данные, такие как карты, изображения, данные о территории и местности и другие данные, необходимые для выполнения задач военной службы.

2. Анализ территории: позволяют проводить анализ территории, используя данные о высотах, склонах, растительности, дорогах и других факторах, которые могут повлиять на действия военных.

3. Планирование операций: используются для планирования операций, включая выбор места высадки, определение маршрутов движения и определение областей для защиты.

4. Мониторинг: используются для мониторинга действий противника и состояния территории.

5. Принятие решений: используются для принятия решений на основе анализа геопространственных данных, таких как выбор места для установки базы, определение маршрутов движения и выбор областей для защиты.

6. Обучение и тренировки: используются для обучения и тренировок военных, чтобы помочь им лучше понимать территорию и принимать более эффективные решения на основе геопространственных данных.

ГИС находят широкое применение во военном деле, особенно в планировании и проведении военных операций. Они помогают командирам и аналитикам собирать, обрабатывать и анализировать географические данные, такие как топографические карты, снимки со спутников и дронов, данные датчиков и многие другие.

С их помощью можно быстро определить оптимальные маршруты, планировать размещение войск и их передвижение, а также оценивать возможные угрозы и риски. Во время операций позволяют в режиме реального времени контролировать перемещение войск и изменение ситуации на поле боя.

Использование ГИС военного назначения помогает увеличить эффективность военных операций и снизить риски для военнослужащих. Однако, необходимо учитывать особенности использования таких систем, так как они могут быть подвержены кибератакам и другим угрозам безопасности информации.

Также ГИС играют важную роль в разведке и анализе боевых действий. Они позволяют анализировать данные о географическом положении войск и противника, определять оптимальные места для размещения разведывательных групп и точек обзора, а также планировать операции на основе полученной информации.

С их помощью можно создавать карты боевых действий, на которых отображаются позиции своих и вражеских войск, а также места проведения боевых действий. Это позволяет быстро оценить ситуацию на поле боя и принимать решения о дальнейших действиях.

ГИС также используются для анализа результатов боевых действий. Они позволяют оценить эффективность использованных тактик и стратегий, выявить ошибки и проблемы, а также определить причины неудачных операций.

Современные технологии и разработки в области ГИС для военных целей включают в себя использование дронов, спутниковых систем навигации и сенсоров для сбора данных о территории и противнике. Эти данные затем обрабатываются и анализируются с помощью специализированных программных продуктов, которые позволяют создавать более точные карты и моделировать боевые действия.

Одной из новых технологий является использование искусственного интеллекта (ИИ) для анализа данных ГИС. ИИ может использоваться для автоматического распознавания объектов на картах, определения оптимальных маршрутов для перемещения войск, а также для прогнозирования действий противника на основе анализа его поведения и действий в прошлом.

Также разрабатываются новые программные продукты, которые позволяют интегрировать данные ГИС с другими системами вооружения и связи, что улучшает координацию действий на поле боя и повышает эффективность операций.

Для совершенствования ГИС для военных целей можно использовать следующие методы и подходы:

1. Использование более точных и совершенных датчиков и сенсоров для сбора данных о территории и противнике.

2. Разработка новых алгоритмов и программных продуктов, которые позволяют более эффективно обрабатывать и анализировать данные ГИС.

3. Интеграция ГИС с другими системами вооружения и связи, что позволяет более эффективно координировать действия на поле боя.

4. Развитие и использование искусственного интеллекта для автоматического распознавания объектов на картах, определения оптимальных маршрутов для перемещения войск и прогнозирования действий противника.

5. Обучение военных специалистов работе с новыми технологиями и программными продуктами для ГИС.

6. Проведение регулярных тренировок и учений с использованием новых технологий и разработок в области ГИС.

7. Улучшение системы защиты данных ГИС от хакерских атак и других угроз.

8. Развитие международного сотрудничества в области ГИС для военных целей и обмен опытом и технологиями между различными странами.

Реализация этих путей должна привести к повышению точности, актуальности, эффективности и функциональности системы. Это также

способствует более эффективному использованию ресурсов и принятию более точных решений.

Вывод: ГИС является важным инструментом в сфере военного назначения, который помогает собирать, хранить, анализировать и визуализировать данные о местности, объектах и событиях на поле боя. Он может быть использован для анализа местности, определения местоположения войск и маршрутов, и прогнозирования результатов боевых действий. ГИС также может помочь в принятии решений, таких как выбор места базирования и планирование операций. В целом, ГИС является инструментом, который может помочь обеспечить более точное и эффективное выполнение задач в разведке и анализе боевых операций.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ QGIS И GIS PANORAMA В ВОЕННЫХ ЦЕЛЯХ

А.Я. Скорик

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, mil.skorik@bsu.by*

Были изучены функциональные возможности геоинформационных систем QGIS и КБ «Панорама». Сделаны выводы о преимуществах и недостатках программ QGIS и КБ «Панорама».

Ключевые слова: QGIS, КБ «Панорама», программное обеспечение, геоданные, обучение.

QGIS как программа для обучения

QGIS (Quantum GIS) – это свободно распространяемая геоинформационная система, которая позволяет работать с пространственными данными и создавать карты. Она является хорошим инструментом для анализа, обработки и визуализации геоданных. QGIS имеет все необходимое, для того, что бы человек получил базовые представления о ГИС.

Преимущества QGIS

1. QGIS является бесплатным программным обеспечением с открытым исходным кодом, что означает, что любой может использовать и изменять его без ограничений.

2. QGIS поддерживает работу на различных операционных системах.

3. QGIS предоставляет множество инструментов для создания, редактирования, анализа и визуализации геопространственных данных.

4. QGIS имеет множество плагинов и расширений, которые позволяют расширить функциональность программы.

5. QGIS активно поддерживается сообществом разработчиков и пользователей, которые предоставляют обновления и исправления ошибок.

6. QGIS имеет понятный интерфейс, который позволяет быстро освоить программу новичкам, что позволяет QGIS оставаться актуальной для обучения специалистов (рис. 1).

Недостатки QGIS

QGIS имеет значительный ряд недостатков: не столь мощная и продвинутая как коммерческие GIS-программы. Не всегда стабильная

работа при больших объемах данных. Ограниченный набор инструментов для анализа пространственных данных, по сравнению с коммерческими программами. Не все форматы данных поддерживаются напрямую в QGIS, что может потребовать использования дополнительных инструментов для конвертации данных в нужный формат. Это не позволяет занять твердую позицию для использования в профессиональной деятельности на постоянной основе.

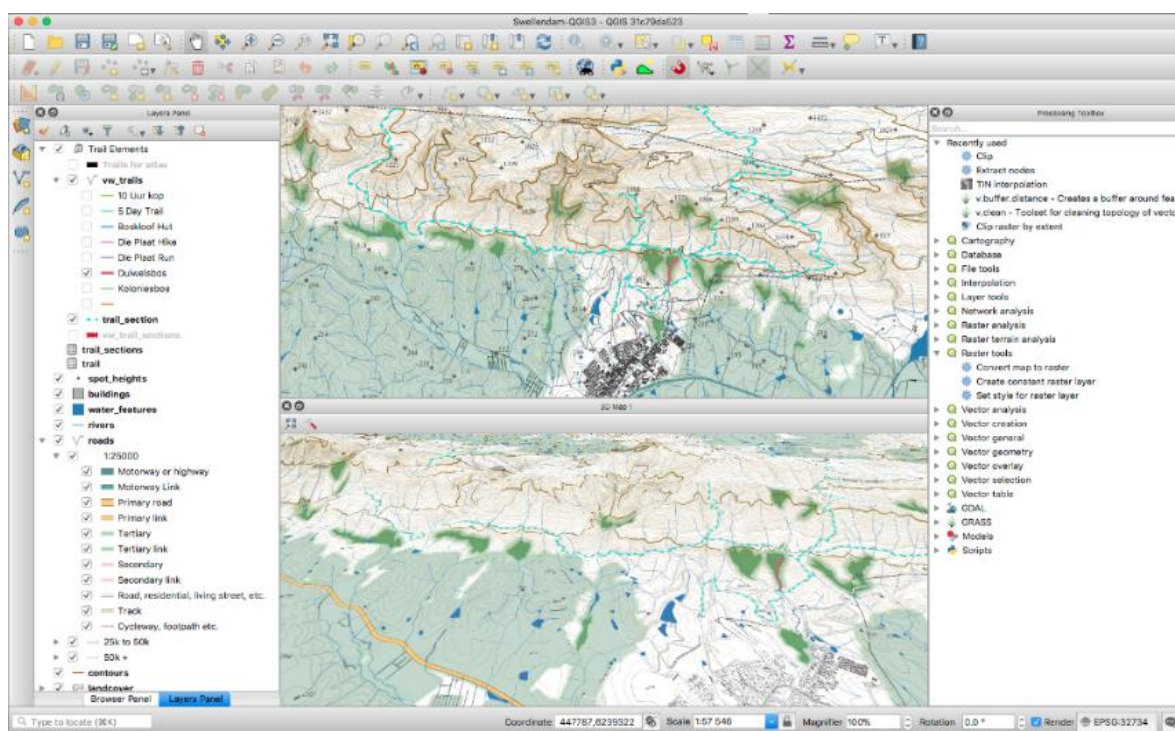


Рис. 1. Интерфейс QGIS

КБ «Панорама»

КБ «Панорама» является основной программой ГИС в Беларуси. КБ «Панорама» - это программное обеспечение для создания, анализа и обработки геоданных. Она позволяет работать с различными типами геоданных, включая карты, снимки со спутников, лазерные сканирования и другие.

Преимущества использования программы КБ «Панорама»

1. Программа КБ «Панорама» обладает широким функционалом, который включает в себя создание и анализ карт, панорам, 3D-моделей и других геоинформационных продуктов.

2. Программа КБ «Панорама» обладает высокой надежностью и точностью, что позволяет получать точные и надежные данные.

3. КБ «Панорама» может быть легко интегрирована с другими системами и приложениями, что обеспечивает более полное представление данных.

4. КБ «Панорама» поддерживает различные форматы данных, что позволяет работать с различными типами данных. Также КБ «Панорама» обладает высокой производительностью, что позволяет быстро создавать и анализировать карты и панорамы.

5. КБ «Панорама» позволяет автоматизировать многие процессы, что ускоряет работу и уменьшает вероятность ошибок.

6. КБ «Панорама» позволяет работать с данными в режиме онлайн, что обеспечивает доступ к актуальным данным в режиме реального времени.

7. КБ «Панорама» поддерживает многопользовательский режим работы, что позволяет нескольким пользователям работать с данными одновременно.

8. КБ «Панорама» позволяет настраивать систему под свои потребности и требования, что делает ее удобной для работы в различных областях и с различными типами данных.

Недостатки КБ «Панорама»

1. Ограниченные возможности визуализации данных. Несмотря на то, что приложение имеет широкий набор инструментов для работы с картами, оно не всегда может обеспечить высокую детализацию и качество изображений.

2. Ограниченная функциональность для анализа данных. КБ «Панорама» не всегда может обеспечить полный набор инструментов для анализа данных, что может затруднить работу с сложными проектами.

3. Сложность использования. Приложение имеет довольно сложный интерфейс, который может быть непонятен для новичков в области геоинформационных систем (рис. 2).

ГИС обеспечение не стоит на месте и с каждым годом развивается выпуская новую продукцию направленную на оптимизацию и повышение точности при работе ГИС. Как можем заметить разные программы имеют свои плюсы и свои минусы, одни лучше подходят для обучения, для других характерно использование в профессиональной деятельности. QGIS нацелен на первоначальное ознакомление и обучение. В связи с тем, что он он бесплатный и имеет простой интерфейс он идеально подходит для новичков, а КБ «Панорама» уже используется где нужна высокая точность и выполнения больших объемов работы, что и делает ее дорогостоящей.

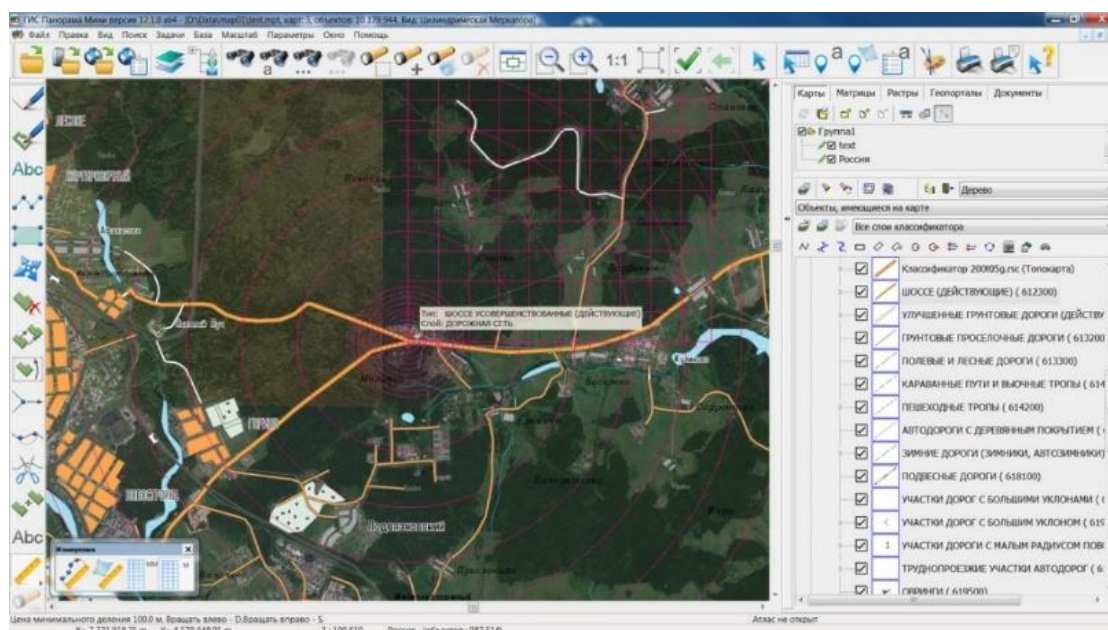


Рис. 2. Интерфейс КБ «Панорама»

Библиографические ссылки

1. Программное изделие геоинформационная система «Панорама» (ГИС «Панорама х64») Руководство оператора / 2020. – 186 с.
2. Официальный сайт QGIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<https://qgis.org/en/site/about/index.html>]– Дата доступа: 2023.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ ГИС «АКСИОМА» В ВООРУЖЁННЫХ СИЛАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А.С. Нестерович

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, nestrovichalexander@gmail.com*

В данной научной работе была рассмотрено программное обеспечение под названием ГИС «аксиома». Были выявлены плюсы и минусы данной программы, ее актуальность, а также значимость программы для Вооруженных Сил Республики Беларусь.

Ключевые слова: ГИС Аксиома, тенденция, отечественное, развитие, удобство.

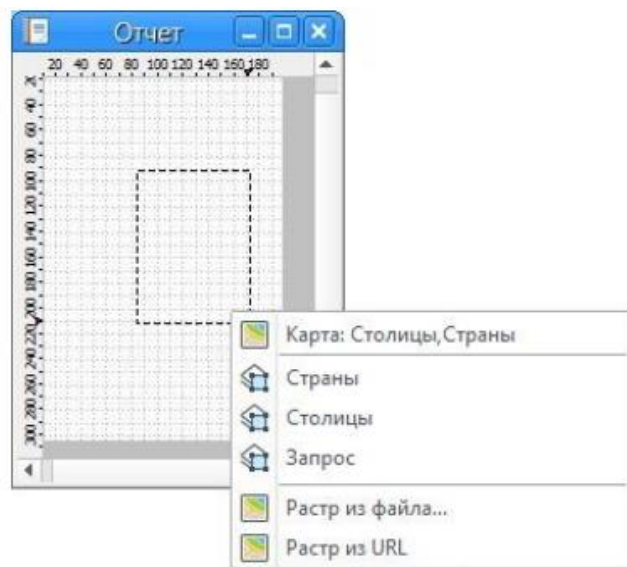
В условиях текущей геополитической ситуации тенденция замещения импортной продукции отечественной усиливается, и программное обеспечение для ГИС не является исключением.

ГИС Аксиома - это кроссплатформенная информационная система в России. Разработан российской компанией "ЭСТИ" для замены зарубежного программного обеспечения. Основой плана является приложение, разработанное российскими экспертами для MapInfo, которые также обеспечивают поддержку российской части mapinfo. По данным компании, это отечественный программный продукт, включенный в единый реестр российских программ. Программа поддерживается на таких платформах, как Windows, Linux и macOS. Поскольку программа разработана на основе MapInfo, перенести данные из одной программы в другую не сложно. Также стоит отметить, что этот проект довольно новый. Он был выпущен в 2016 году и актуален по сей день. Он обновляется каждые полгода, чтобы внедрять различные нововведения в программу и исправлять различные ошибки.

Основными функциональными характеристиками геоинформационной системы Аксиомы являются следующие: База данных и SQL-запросы axiom GIS имеет встроенную базу данных, которая также может быть подключена к СУБД. Конструктор запросов позволяет вам писать и выполнять SQL-запросы к таблицам и внешним СУБД. SQL-запросы позволяют вам: фильтровать данные, выбирая интересующие строки и столбцы, объединять две или более таблиц в одну таблицу результатов, создавать вычисляемые столбцы (значения которых вычисляются с ис-

пользованием значений других столбцов), сортировать данные численно или суммировать данные по строкам в алфавитном порядке. Кроме того, вы можете использовать географические инструкции SQL и выбирать объекты на основе их относительного положения в пространстве. Аксиома ГИС векторных данных позволяет одновременно использовать данные в наиболее распространенных форматах ГИС без преобразования. Прямая поддержка данных в формате MapInfo. Поддержка форматов данных grid: BMP, JPEG / JPEG2000, TIF, PNG, IMG, ECW, RSW (панорама), MIG (MapInfo) и grid: DEM. ГИС Аксиома предоставляет доступ к картографическим веб-сервисам WMS, WFS и GIS server. Геоинформационная система разработала инструменты для оформления карт, включая большое количество символов, принятых в Российской Федерации. Существует редактор стиля линий и объектов, заполняющих область. В передаче аксиом. ГИС включает в себя более 300 картографических проекций. Система координат и проекция описаны в текстовой форме в проекции. Файл PRJ. Вы можете создать свою собственную проекцию и добавить ее в файл проекции. Вы можете открывать слои в разных проекциях в окне карты. Все слои пересчитываются в проекцию первого открытого слоя карты. Расширенные инструменты географического анализа включают пространственные запросы, операции наложения, создание буфера и т.д. ГИС Аксиома содержит более 40 шаблонов для быстрого создания тематических карт. Поддерживаются следующие типы тематических карт: интервальные, столбчатые и круговые диаграммы, значок, одиночное значение, плотность точек. В аксиоме ГИС предоставляет широкий спектр инструментов для подготовки различных отчетов и их распечатки или в формате PDF. Пользователи могут использовать язык программирования Python для расширения функций системы [1].

Аксиома ГИС, со всеми ее различными функциями, имеет свои преимущества и недостатки, которые будут обсуждаться в этом параграфе. Прежде всего, это доступность и совместимость с тремя гигантами программного обеспечения для компьютерных платформ и ноутбуков, а именно Windows, Linux и macOS. С помощью axioms отчет о проделанной работе может быть представлен в удобном и наглядном формате



Формат отчета

Следующей функцией является удобный и понятный интерфейс, что является работой специалистов инженерной психологии, и что позволяет быстро освоиться и приступить к работе. Так же стоит отметить такую особенность как отсутствие необходимости подключения к интернету. Это предоставляет возможность работы в поле или в других регионах с плохой связью. Но в этом есть и недостаток. И им является отсутствие облачного хранилища, а точнее связь. С ним, что в дальнейшем может создать трудности с сохранением данных [2].

Планы по развитию на ближайшее время включают в себя следующие основные задачи: подготовка документации по использованию Runtime-версии Аксиома ГИС для разработчиков геоинформационного программного обеспечения, подготовка мобильной версии для ОС Android, расширение и совершенствование функциональности по редактированию пространственных данных, в том числе регулярных гридов, локализация Аксиома ГИС на английский и другие языки дистрибутивы Аксиома ГИС для различных операционных систем, документация.

Библиографические ссылки

1. ООО «ЭСТИ» Аксиома ГИС Руководство пользователя // 2016 г.
2. Медиа служба «Прессуха» статья “Аксиома.ГИС - российская геоинформационная система” // 19.09.2017 г.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРА ДЛЯ ТОПОГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ПРИВЯЗКИ ПОЗИЦИИ ВОЙСК

А. О. Богданов¹⁾, О. В. Руденков²⁾

¹⁾ *Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск; artem10042000@gmail.com*

²⁾ *Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск; o-rudenkov@mail.ru*

В данной статье авторами рассмотрены преимущества геодезических квадрокоптеров в сравнении с беспилотными летательными аппаратами самолётного типа, а также произведён сравнительный анализ новейших моделей геодезических квадрокоптеров и описаны основные способы их применения в целях навигационно-топографической службы Вооруженных Сил Республики Беларусь. Данная тема крайне актуальна: в последних вооруженных конфликтах применение дронов вышло на новый уровень. Оперативность, дешевизна, а также качество передаваемой информации в совокупности с большим количеством задач, решение которых можно отдать дронам, делает данную тематику востребованной в настоящем.

Ключевые слова: геодезия; вооруженные силы; топография; аэрофотосъёмка; квадрокоптер; топогеодезическая привязка.

Возможности современных геодезических квадрокоптеров сложно переоценить: их дешевизна, простота в использовании, малогабаритность, практическая бесшумность и высокие маскировочные свойства позволяют выполнить огромный спектр задач, выполнение которых ранее было либо невозможным, либо нецелесообразным из-за сложности реализации. Использование беспилотных летательных аппаратов вертолётного типа в сравнении с аппаратами самолётного типа имеет ряд крайне важных преимуществ, таких как:

- малогабаритность, из-за чего упрощается транспортировка аппарата, увеличиваются маскировочные свойства, а также открывается возможность диверсии в глубине расположения противника из-за возможности незаметно переносить квадрокоптер;

- отсутствие необходимости запуска беспилотного летательного аппарата с катапульты значительно увеличивает возможности применения в сложных условиях местности, а также позволяет производить запуск дрона даже в таких закрытых местностях, как лес;

- работа на электромоторе создаёт значительно меньше шумов в сравнении с бензиновыми моторами, что благоприятно влияет на воз-

возможности использования дрона в тактической зоне в ситуации непосредственного соприкосновения с противником;

- программное обеспечение дронов значительно увеличивает возможности применения, а также увеличивают оперативность и расширяет ряд выполняемых задач;

- возможность зависания над требуемой точкой и меньшая скорость полёта дрона увеличивает качество получаемых аэрофотоснимков, а запись метаданных снимков позволяют увеличить точность конечной фотограмметрической модели местности;

- использование различного навесного оборудования позволяет настроить дрон на выполнение значительно более узких задач, например, обнаружение противника замаскированного противника в ночное время при использовании тепловизионной камеры.

- возможность установки высокоточного спутникового оборудования на дроны значительно увеличивает точность позиционирования.

Следует выделить невероятную точность, достигаемую благодаря использованию метода съёмки кинематики в реальном времени. Возможность установить на пункты планово-высотного обоснования или государственной геодезической сети геодезическую спутниковую аппаратуру, являющейся базовой станцией, а также наличие на квадрокоптере модуля кинематики в реальном времени позволяют достигать невероятной точности позиционирования дрона по горизонтали – 1 см., по вертикали – 1,5 см., планового положения конечной фотограмметрической модели – 5 см. Сами же снимки также являются геопривязанными благодаря наличию модуля RTK на самом дроне, который также получает информацию от глобальных навигационных систем. Записи метаданных снимка, таких как размер крена и тангажа, увеличивают точность ортофотоплана на этапе постобработки снимков. При радиоэлектронной борьбе возможного противника также есть возможность нахождения относительных координат от базовой станции, что облегчает привязку позиции войск и огня артиллерии.

Планирование полётных точек, а также записи уже выполненных миссий значительно увеличивают оперативность выполнения задач. Функции по отслеживанию целей, таких как люди, морские суда, автомобили и бронемашин также облегчают выполнение задач по разведке. Также имеется возможность получать достаточно точные координаты непосредственно в полёте на дисплее благодаря интеллектуальным функциям квадрокоптеров. Безопасность полётов также увеличена за счёт датчиков, установленным по кругу от дронов, что увеличивает возможности применения дронов в закрытых пространствах, или сложных условиях местности. Использование сложного шифрования и нескольких

каналов передачи данных усложняют процесс перехвата информации и самого дрона вероятным противником. Также оператору открывается возможность настройки камеры в процессе полёта, что увеличивает качество получаемых изображений. Использование высокоточных телевизионных камер с механическим затвором и матрицей с комплементарным метало-оксидным полупроводником позволяют получать сверхвысокоточное разрешение 2,74 см/пиксел при высоте полёта 100 м., что позволяет получать конечный документ с точностью съёмки координат 10 см.

Количество различных геодезических дронов на рынке достаточно велико, сравнительная характеристика самых популярных из них представлена в Таблице 1 составленной по информации из магазина квадрокоптеров и комплектующих для них.

Анализируя результаты составления рейтинговой таблицы, можем прийти к выводу, что покупка для Вооруженных Сил Республики Беларусь квадрокоптера Mavic 3 будет предпочтительной из-за демократичной цены, удачной конструкции, встроенной камеры и габаритов коптера. Хотя и платформа Matrice 300 является самой продвинутой в линейке промышленных дронов, но её высокая цена в совокупности с отсутствием в комплекте навесного оборудования, которое требуется закупать отдельно, делает приобретение в навигационно-топографической службе Вооруженных Сил Республики Беларусь нецелесообразным.

Способы применения квадрокоптеров в тактической зоне не отличаются от способов применения беспилотных летательных аппаратов самолётного типа. По данным исследованной литературы составлена Таблица 2.

Анализируя сводную таблицу по способам применения дронов можно заметить, что у каждого способа есть свои достоинства и недостатки, которые следует учитывать в конкретных условиях тактической обстановки для обеспечения самыми качественными и оперативными данными по мере возможности и оперативности. Так поиск цели в заданной исполнительной области применяется для поиска групповых и одиночных целей. Барражирование применяется для слежения за действиями резервов противника. Облёт заданного рубежа используется в условиях активного противодействия противовоздушной обороне до активной фазы боевых действий. Облёт заданной точки используется для целевой разведки конкретных объектов противника. Поиск в заданном угловом секторе используется при первичном обнаружении позиции противника. Поиск цели на заданном маршруте полёта используется для до-разведки позиций противника.

Таблица 1

Сравнительная характеристика геодезических дронов [1]

Характеристика	DJI			Autel
	Phantom 4	Mavic 3	Matrice 300	EVO II V3
Цена (бел.руб.)	20 900	12 990	44 929	9 600
Конструкция				
Максимальная скорость, м/с	20	21	23	20
Максимальная скорость набора высоты, м/с	6	8	6	8
Максимальная скорость снижения, м/с	5	6	5	5
Максимальная нагрузка, кг	-	-	2,7	-
Диапазон рабочих температур, °С	От -20 до +40	От -10 до +40	От -20 до +50	От -10 до +40
Камера				
Угол обзора камеры, °	84	84	Навесное оборудование покупается отдельно	82
Число пикселей матрицы, Мп	20	20		20
Разрешение фото	4864×3648 (4:3), 5472×3648 (3:2)	4000×3000 (4:3), 5280 × 3956 (3:2)		5472*3648 (3:2) 5472*3076 (16:9)
Разрешение видео	4К: 3840×2160 (30р)	4К: 3840 × 2160 5К: 5120 × 700		6k/30FPS
Встроенная память, ГБ	-	8		8
Аккумулятор и время работы				
Максимальное время работы, мин	30	46	55	40
Ёмкость аккумулятора, мАч	5870	5000	5935	7100
Габариты				
Длина (сложенная), мм	-	348 (221)	810 (430)	457 (230)
Ширина (сложенная), мм	-	283 (96)	670 (420)	558 (130)
Высота (сложенная), мм	-	108 (90)	430 (430)	108 (108)
Размер по диагонали, мм	350	380	895	397
Вес, кг	1,4	0,9	3,6	1,2
Рейтинг сравнения				
Конструкция	x0	x2	x3	x1
Камера	x3	x3	x0	x3
Аккумулятор и время работы	x0	x0	x1	x1
Габариты	x1	x4	x0	x0
Итого	x4	x9	x4	x5
Цена	20 900	12 990	44 929	9 600

Таблица 2

Сравнительная характеристика способов применения квадрокоптера в тактической зоне.[2,с.1-7], [3,с.1-5], [4,с.16-21]

Способ применения дрона	Достоинства	Недостатки	Эффективность
1	2	3	4
Поиск цели в заданной исполнительной зоне	+оперативность. +простота планирования. +качественная видеоинформация из-за протяженных прямолинейных участков полёта. +простота обработки результатов разведки и отождествления её с информацией от других источников	-прогнозируемость маршрута противником при отсутствии непрерывного сопровождения -снижение живучести дрона -увеличивается время разведки -повышается вероятность пропуска цели.	До 60%
Барражирование в исполнительной зоне	+позволяет реализовать в режиме времени близкому к реальному передачу данных о целях противника наиболее критичных по времени их поражения, способных нанести ущерб подразделениям и частям первой линии (эшелона). +снижается время разведки (растёт темп обновления развединформации).	-повышенная вероятность обнаружения и потери дрона.	До 70%
Облёт заданной точки в боевых порядках противника	+наиболее скрытен +позволяет увеличить глубину разведки	-предоставляет малый объём развединформации за вылет	До 30%
Облёт заданного рубежа	+высокая скрытность ведения РТР +использование пассивных средств оперативной радиоэлектронной разведки и радиотехнической разведки позволяет снизить риск потери дрона при его полёте в оперативной и стратегических глубинах территории противника.	-эпизодичность добытия разведывательной информации.	До 50%

Продолжение таблицы 2

Поиск цели в заданном угловом секторе	+максимальная скорость добывания данных о положении и действиях сторон в широкой полосе разведки +высокий темп обновления информации +решается задача обнаружения подвижных и ограниченно подвижных объектов на территории противника на удалениях, превышающих дальность воздействия, когда предполагаемое места нахождения объекта неизвестно.	-сложность организации применения контроля одновременно за несколькими дронами	До 70-80%
Поиск цели на заданном маршруте полёта	+максимальная скорость добывания данных о положении и действиях сторон в широкой полосе разведки +высокий темп обновления информации +решается задача обнаружения подвижных и ограниченно подвижных объектов на территории противника на удалениях, превышающих дальность воздействия.	-повышается вероятность обнаружения и потери дрона	До 60%
Траектория в виде «восьмёрки»	+минимальное время ведения разведки +увеличенная глубина разведки +высокая скрытность ведения разведки +возможность ведения непрерывной разведки	-из-за минимального времени понижается точность результатов	До 85%
Траектория в виде спирали	+наилучшая точность +высокая оперативность +высокая скрытность	-предсказуемость движения дрона	До 90%
Выход в район по траектории, близкой к восьмерке и продолжение по спирали	+высокая оперативность +высокая скрытность +увеличенная глубина разведки +максимальная точность +минимальное время ведения разведки +возможность ведения непрерывной разведки	Отсутствуют	До 95%

Траектория в виде «восьмёрки» позволяет за максимально короткое время произвести первичную разведку. Траектория по спирали позволяет произвести доразведку с максимальной точностью. Именно выбор нужного способа в конкретный момент ведения боевых действий и показы-

вает качество знаний и способностей оператора дронов. Подготовка специалистов для навигационно-топографической службы Вооруженных Сил Республики Беларусь увеличит качество получаемой информации, использование дронов многократно повысит оперативность получения информации и точность привязки позиций войск.

Таким образом использование геодезических квадрокоптеров облегчает выполнение ряда задач, стоящих перед навигационно-топографической службой Вооруженных Сил Республики Беларусь. Новейшие разработки большого ряда коммерческих компаний по производству квадрокоптеров, предлагает решения, значительно увеличивающих оперативность и повышающих качество специальных геодезических и навигационных работ. Также они открывают возможности, которые ранее не были доступны, что расширяет задачи, которые могут быть поставлены навигационно-топографической службе Вооруженных Сил Республики Беларусь.

Использование квадрокоптеров в ходе боевых действий в тактической зоне имеет ряд особенностей, учитывая которые можно увеличить эффективность применения дронов. Разведка наиболее важных позиций противника – основная задача, стоящая перед операторами дрона. Придерживаясь наиболее эффективных способов построения маршрута дрона, увеличивается эффективность разведки, следовательно, и вероятность огневого поражения наиболее важных позиций противника.

За беспилотными летательными аппаратами стоит будущее Вооруженных Сил суверенного государства – Республики Беларусь.

Библиографические ссылки

1. Интернет-магазин продукции DJI // Электронный ресурс // Режим доступа: https://www.geobox.ru/catalog/kvadrokopter_autel_evo_ii_rtk_v3/. – Дата доступа: 19.05.2023.

2. *Богословский А.В.* Способы применения беспилотных летательных аппаратов радиотехнической разведки в ходе ведения боевых действий в тактической зоне // Военная мысль. 2018. – С. 7.

3. *Михайлов В. В., Самсонов А. В.* Критерии эффективности беспилотных летательных аппаратов в решении задач мониторинга окружающей среды // ВУНЦ ВВС «ВВА» - Воронеж. 2019. – С. 5.

4. Предназначение, состав и основы боевого применения беспилотных летательных аппаратов // Учебное пособие // Тактика подразделений войсковой ПВО. ВК МИЭТ. – Режим доступа: <https://ppt-online.org/541965>. – Дата доступа: 19.05.2023.

5. *Захлебин А.С.* Построение ортофотоплана местности с использованием БПЛА вертолетного типа DJI PHANTOM 4 // XIV науч.-практ. конф. «Электронные средства и системы управления». – Томск: ТУСУР, 2018. – С. 6.

СЕКЦИЯ 2

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В НАУКЕ

УДК 528.284

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПУНКТОВ СГС ПРИ ПОМОЩИ СПУТНИКОВОЙ АППАРАТУРЫ

Л.В. Корьев

*Военный факультет Белорусского государственного университета,
ул. Октябрьская, д. 4. г. Минск 220030, mil_dep@bsu.by*

Применение спутниковой аппаратуры по сравнению с другими средствами измерений позволяет: исключить необходимость в установлении прямой видимости между смежными пунктами, а следовательно, исключить постройку дорогостоящих наружных знаков для обеспечения такой видимости; выполнять измерения при любых погодных условиях и в любое время суток; значительно повысить точность определения координат пунктов, вследствие того, что погрешности в плановом положении пунктов не накапливаются по мере удаления от исходных; исключить необходимость в построении многоуровневых геодезических сетей для передачи координат в нужный район; при этом нет надобности устанавливать пункты на возвышенных местах; положение пункта в натуре выбирают в том месте, где он необходим из практических соображений. Для этого применяются разные методы определения пунктов СГС.

Ключевые слова: значение координат; данные наблюдения; специальные программы.

Основной механизм, применяемый во всех спутниковых радионавигационных системах как в GPS NAVSTAR, так и в ГЛОНАСС, позволяющий найти положение точки в трёхмерном пространстве, заключается в многократном вычислении расстояний до множества пунктов с известными координатами. В данном случае до орбитальной группировки спутников. В результате обработки значений способом линейной засечки, в районе искомого объекта возникает облако точек с приблизительными координатами, рассчитанными на разный момент времени (часто через 5 секунд) за весь период измерений. Далее программным методом вычисляется некоторое усредненное значение координат. Точность определения координат зависит от класса Спутникового приёмника и от режима измерений, в определенных условиях и от продолжительности измерений.

Дифференциальный режим GPS (Относительные определения)

Наиболее эффективным средством исключения ошибок является дифференциальный способ наблюдений -DGPS (Differential GPS). Его суть состоит в выполнении измерений двумя приемниками: один устанавливается в определяемой точке, а другой - в точке с известными координатами - базовой (контрольной) станции. В режиме DGPS измеряют не абсолютные координаты первого приемника, а его положение относительно базового (вектор базы). Использование дифференциального режима позволяет практически полностью исключить влияние режима SA Selective Availability - выборочной доступности и довести точность кодовых измерений до десятков сантиметров, а фазовых - до единиц миллиметров.

Статический метод (Static Positioning)

Название метода означает, что приемники не перемещаются в течение всего наблюдательного интервала. Базовый приемник и приемник с неизвестными координатами одновременно выполняют наблюдения и записывают данные в течение 2- 3 часов. Такая длительность сессии вызвана необходимостью определения целочисленной неоднозначности фаз в начале сессии. Этому способствует и заметное изменение со временем конфигурации спутниковой системы. После завершения сеансов наблюдений данные, полученные каждым приемником, собираются вместе, вводятся в компьютер и обрабатываются с помощью специальных программ с целью определения неизвестных координат пунктов. Точность метода при использовании фазовых наблюдений:

Данный метод используют для решения задач контроля национальных и континентальных геодезических сетей.

Псевдостатический метод (Pseudo-Static Positioning)

Отличается от статического тем, что обеспечивает более высокую производительность съемки за счет выполнения наблюдений в течение нескольких коротких сессий вместо одной длинной. Один приемник непрерывно наблюдает на базовом пункте. Перевозимый приемник после наблюдений в течение 5-10 минут на определяемом пункте выключается и перевозится на следующий определяемый пункт, где вновь включается на 5 -10 минут. Затем вновь выключается и перевозится на следующий пункт и т.д. Каждый определяемый пункт необходимо посетить еще раз на 5 минут через 1 час после первого посещения. Этот метод практически эквивалентен статическому, но вместо того, чтобы ожидать в течение 1 часа изменения конфигурации спутников, наблюдения проводятся в течение 5 минут, а следующие 5 минут наблюдаются одним часом позже, когда конфигурация существенно изменилась. Точность получаемых результатов будет на уровне статического метода. Для наблюдений могут использоваться как одночастотные, так и двухчастотные приемники. Ме-

тод удобен, когда необходимо в течение короткого времени произвести точное измерение координат большого количества точек. Недостатком метода является необходимость точного планирования графика посещения пунктов.

Быстростатический метод (Rapid Static Positioning)

Этот метод был разработан в последние годы. Он позволил значительно увеличить производительность GPS съемки. Метод отличается от псевдостатического тем, что достаточно лишь одного посещения определяемых пунктов (в течение 5-10 минут - в зависимости от расстояния между опорным и определяемым пунктами). Метод подходит для создания специальной геодезической сети в сжатые сроки.

УДК: 631.41

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С ЦЕЛЮ СОЗДАНИЯ КАРТ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

М.И.Кричевцов

*Военный факультет Белорусского государственного университета,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск., bsu.mf@bk.ru*

Приведен краткий обзор современного программного обеспечения в области фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки. Рассмотрен общий алгоритм создания ортофотопланов местности с их практическим применением для создания карт размещения радиотехнических средств.

Ключевые слова: фотограмметрия, цифровая фотограмметрия, ортофотоплан, цифровой ортофотоплан, ортометрическая модель, картография.

Фотограмметрическая обработка аэрофотоснимков – это процесс создания точных измерений и моделей реальных объектов и событий на основе фотоизображений местности. В настоящее время существует множество программных инструментов для фотограмметрической обработки снимков, и выбор зависит от поставленных задач, наличия и качества технических средств и уровня компетенций исполнителя.

Для фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки на сегодняшний день наибольшее распространение получили:

Agisoft Metashape – это одно из самых известных и широко используемых программных решений для фотограмметрии. Позволяет создавать точные цифровые модели поверхностей, текстуры и трехмерные модели на основе фотографий. Agisoft Metashape обладает мощными функциями автоматического выравнивания и сопоставления аэрофотоснимков, а также поддерживает создание плотных облаков точек и текстурированных моделей.

Pix4D – это программное обеспечение, специализирующееся на фотограмметрии для аэрофотосъемки и обработки снимков с беспилотных летательных аппаратов мультироторного типа. Pix4D позволяет создавать точные геометрические модели поверхностей, карты высот, ортофотопланы и 3D-модели на основе фотографий. Pix4D также имеет функции для анализа данных и создания отчетов.

RealityCapture – это программное обеспечение для фотограмметрии, которое обладает очень быстрым алгоритмом обработки и возмож-

ностью работы с большими объемами данных. RealityCapture поддерживает создание точных 3D-моделей, включая высокодетализированные текстурированные модели и точные облака точек. Оно также предлагает функции для создания виртуальных реалистичных сцен и визуализации данных.

PhotoScan – это предшественник Agisoft Metashape и по-прежнему широко используется для фотограмметрической обработки снимков. Данный программный продукт обладает функциями по автоматическому выравниванию и сопоставлению фотографий, созданию облаков точек, моделей поверхностей и текстурированных моделей. PhotoScan также поддерживает создание ортофотопланов и плотных точечных облаков.

COLMAP – это бесплатное и открытое программное обеспечение для фотограмметрии с отличной функциональностью. COLMAP позволяет создавать точные 3D-модели на основе фотографий и облака точек. Оно также поддерживает построение текстурированных моделей и создание ортофотопланов. COLMAP предоставляет широкий набор инструментов для обработки данных и настройки параметров для оптимальных результатов.

Отдельно стоит рассмотреть программное обеспечение, поставляемое при покупке квадрокоптеров компании DJI:

DJI Terra – это программное обеспечение, разработанное компанией DJI, специализирующейся на беспилотных летательных аппаратах мультикоптерного типа и аэрофотосъемке. DJI Terra предназначена для обработки данных, полученных с помощью квадрокоптеров DJI, и включает в себя некоторые функции фотограмметрии.

Основные возможности DJI Terra включают в себя:

Создание 2D-карт и 3D-моделей: DJI Terra позволяет создавать точные 2D-карты и 3D-модели поверхности на основе данных, полученных с квадрокоптера. Она автоматически обрабатывает снимки, проводит выравнивание, создает облако точек и генерирует модели с высокой точностью.

Обработка и анализ данных: помимо создания карт и моделей, DJI Terra предлагает различные инструменты для обработки и анализа данных: возможность измерять расстояния, объемы, площади, а также проводить другие аналитические операции над полученными данными.

Планирование полета: DJI Terra предоставляет возможность планирования маршрутов полета коптера с целью сбора данных для фотограмметрии. Также DJI Terra дает возможность указать область интереса, задать параметры полета и коптер автоматически выполнит съемку с необходимой настройкой.

Интеграция с другими инструментами: DJI Terra поддерживает экспорт данных в различные форматы, такие как облака точек, модели поверхности, ортофотопланы и другие. Это позволяет интегрировать результаты обработки в другие программы и использовать их для различных целей, например, в геоинформационных системах (ГИС).

DJI Terra является наиболее простым и удобным решением для обработки данных, полученных с коптеров DJI, построена по принципу «все в одном»: предлагает функциональность фотограмметрической обработки, анализа данных и планирования полетов в одной программе.

В обзоре представлены наиболее часто применяемые продукты для фотограмметрической обработки данных аэрофотосъемки. Выбор следует делать из конкретных потребностей, уровня опыта и бюджета при выборе беспилотного летательного аппарата и программного обеспечения.

Алгоритм построения ортометрической модели местности в специализированном программном обеспечении Agisoft Metashape:

Аэрофотосъемка: выполнить аэрофотосъемку местности с помощью беспилотного летательного аппарата или другой камеры с известными геодезическими координатами и высотами.

Импорт фотографий: импортировать снимки в Agisoft Metashape.

Создание проекта: создать новый проект и добавить импортированные аэрофотоснимки в проект.

Калибровка камеры: произвести калибровку камеры для точной коррекции параметров камеры, таких как фокусное расстояние и дисторсия.

Выравнивание фотографий: выполнить процесс автоматического или ручного выравнивания фотографий, чтобы создать сопоставления между изображениями и определить их взаимное положение.

Построение плотного облака точек: использовать алгоритмы построения плотного облака точек на основе сопоставленных фотографий. Это позволит создать трехмерную точечную модель поверхности местности.

Создание ортометрической модели: на основе плотного облака точек можно построить ортометрическую модель местности. Для этого необходимо использовать опознавательные знаки, заблаговременно установленные на территории аэрофотосъемки, имеющие известные геодезические координаты и высоты в определенной системе координат. Подключите точки контроля и выполните процесс геореференцирования данных, чтобы связать модель с известными геодезическими координатами и высотами.

Генерация ортофотоплана: на основе ортометрической модели можно сгенерировать ортофотоплан – изображение местности с поправкой на рельеф и ортогональной проекцией.

Это общий процесс, который можно использовать в программе Agisoft Metashape. В других программных продуктах и инструментах, таких как Pix4D или RealityCapture, процесс может немного отличаться.

Применение ортометрической модели местности целесообразно применять для расчета углов закрытия, с учетом высоты антенны радиотехнических средств применив следующий алгоритм:

Получение данных о высоте антенны: измерить данные о высоте антенны, которую предполагается использовать для расчета углов закрытия. Это может быть физическая высота антенны относительно поверхности земли или ее геодезическая высота относительно некоторой эталонной геоиды.

Импорт ортометрической модели: импортировать ортометрическую модель местности в специализированное программное обеспечение, в котором предполагается выполнять расчеты углов закрытия. Обычно это делается путем загрузки файлов модели в соответствующий формат, такой как GeoTIFF или LAS.

Размещение точек на модели: на ортометрической модели местности разместить точки, представляющие местоположения радиотехнических средств. Это может быть сделано путем выбора точек на модели вручную или с помощью инструментов выбора в программе.

Расчет углов закрытия: используя местоположение точек радиотехнических средств и высоту антенны, рассчитать углы закрытия. Угол закрытия – это угол между горизонтом и линией визирования от антенны до целевой точки на местности. Это может быть сделано с помощью тригонометрических расчетов, используя данные о высоте антенны и высоте местности в данной точке.

Анализ результатов: проанализировать расчетные углы закрытия и убедиться, что они соответствуют тактико-техническим характеристикам применяемых радиотехнических средств. При необходимости можно внести корректировки.

Важно отметить, что для более точных результатов рекомендуется использовать точные геодезические данные о высоте антенны и использовать высококачественные ортометрические модели местности, полученные из надежных источников или с помощью высокоточных методов спутниковых геодезических определений или проложением полигонометрических ходов от пунктов I, II класса Государственной геодезической сети.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ВОЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Н. А. Хрипач¹⁾, М. Н. Дудак²⁾

¹⁾ *Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск, Беларусь, hrirach.nik.29@gmail.com*

²⁾ *Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск, Беларусь, maxim_dudak@mail.ru*

Рассматривается применение геоинформационных систем (ГИС) и искусственного интеллекта (ИИ) в современной военной науке. Представлены определения понятий ГИС и ИИ, а также примеры их использования в военных исследованиях, включая мониторинг, анализ и прогнозирование ситуации на поле боя, создание цифровых моделей местности, определение оптимальных маршрутов и другие приложения. Уделено внимание взаимодействию ГИС и ИИ, которое позволяет повысить точность и скорость принятия решений, а также улучшить качество анализа данных и прогнозирования ситуации.

Ключевые слова: ГИС, искусственный интеллект, военные исследования, обработка геоданных, прогнозирование, оперативное планирование.

В современном мире применение современных технологий и новых информационных систем стало необходимостью во многих сферах деятельности, в том числе в военных исследованиях. В настоящее время геоинформационные системы и искусственный интеллект широко используются для анализа и обработки больших объемов данных, включая геоданные, что может быть полезно для многих военных целей, таких как планирование и проведение операций, прогнозирование возможных угроз, обеспечение безопасности и т.д.

В рамках данного доклада мы рассмотрим возможности применения ГИС и ИИ в военных исследованиях, а также их совместное использование. Мы рассмотрим примеры применения ГИС и ИИ в военных целях, а также преимущества их использования. Мы также рассмотрим, как ГИС и ИИ могут работать вместе, чтобы улучшить качество и точность анализа данных в военных исследованиях.

Целью доклада является представление новых возможностей, которые могут быть получены благодаря применению ГИС и ИИ в военных исследованиях, а также обсуждение перспектив развития данной области.

Геоинформационная система (ГИС) – это компьютерная система, которая используется для сбора, хранения, анализа и представления пространственных данных. В рамках военных исследований, ГИС позволяет анализировать данные, связанные с географическим расположением, что позволяет лучше понимать и предсказывать военные операции и конфликты. ГИС также может использоваться для подготовки карт и географических планов, исследования климатических условий, оценки рисков и других целей, связанных с географической информацией.

Одним из главных преимуществ ГИС является возможность использования геоданных для анализа ситуации на местности и принятия военных решений. Военные исследования могут использовать ГИС для определения оптимального расположения войск, разработки стратегий и тактик боевых действий, оценки рисков и прогнозирования развития ситуации.

Примеры применения ГИС в военных исследованиях:

1. Анализ территорий. ГИС позволяет анализировать территории, чтобы определить наиболее оптимальные места для расположения войск, а также учесть такие факторы, как ландшафтные особенности и климатические условия.

2. Планирование и координация операций. ГИС используется для разработки стратегий и тактик боевых действий, а также для координации операций на поле боя.

3. Разведка и разведка территории. ГИС позволяет собирать и анализировать информацию о территории, например, о расположении вражеских сил, что позволяет разведчикам и аналитикам более точно прогнозировать ситуацию на поле боя.

4. Мониторинг и контроль. ГИС позволяет в реальном времени мониторить ситуацию на поле боя, что позволяет быстро принимать решения и реагировать на изменения в ситуации.

5. Обучение и тренировка военных. ГИС используется для обучения военных и проведения тренировок, чтобы повысить их квалификацию и подготовленность к выполнению задач в реальных условиях.

6. Разработка прогнозов и сценариев. ГИС позволяет создавать прогнозы и сценарии развития ситуации на поле боя, что помогает принимать взвешенные решения в условиях неопределенности.

Искусственный интеллект – это совокупность технологий, которые позволяют компьютерам и другим устройствам имитировать интеллектуальные функции человека, такие как распознавание речи, обучение, принятие решений и решение задач.

Искусственный интеллект может использоваться в различных областях, включая военные исследования. В сфере обороны и безопасности

ИИ может использоваться для обработки больших объемов данных, распознавания образов, симуляции процессов и моделирования военных операций. Кроме того, ИИ может помочь повысить точность и эффективность принятия решений в сложных ситуациях, а также увеличить скорость реакции на угрозы и проблемы.

Примеры применения искусственного интеллекта в военных исследованиях:

1. Анализ и обработка данных: ИИ может использоваться для обработки больших объемов данных, получаемых различными сенсорами, такими как радары, спутники, дроны и другие. С помощью ИИ можно быстро и точно обрабатывать данные, выделять наиболее важную информацию и предсказывать возможные угрозы.

2. Роботизированные системы: ИИ может быть использован для разработки роботизированных систем, которые могут выполнять определенные задачи без участия человека. Например, роботизированные системы могут использоваться для обнаружения и обезвреживания взрывоопасных предметов, для разведки и сбора информации на опасных территориях.

3. Разведка и наблюдение: ИИ может помочь улучшить разведку и наблюдение на боевом поле. С помощью алгоритмов машинного обучения можно обучать системы распознавать и классифицировать объекты на земле, в воздухе и на воде.

4. Симуляции и моделирование: ИИ может использоваться для создания компьютерных симуляций и моделей, которые могут помочь военным планировщикам принимать более обоснованные решения. С помощью ИИ можно проводить виртуальные тренировки и моделировать различные сценарии, чтобы подготовиться к различным ситуациям на боевом поле.

Это лишь некоторые примеры применения искусственного интеллекта в военных исследованиях, и с развитием технологий возможности использования ИИ будут только расти.

Взаимодействие геоинформационных систем и искусственного интеллекта является актуальной темой для исследований в военной сфере. Применение этих технологий может улучшить планирование боевых действий и повысить эффективность военных операций.

Искусственный интеллект может помочь геоинформационным системам обрабатывать огромные объемы данных и выдавать более точные результаты. Например, ИИ может использоваться для анализа снимков спутников и создания карт высокой детализации, которые позволят лучше планировать маршруты и определять места возможного противостоя-

ния. Также ИИ может помочь определять приоритеты и выделять наиболее важные объекты для защиты.

ГИС в свою очередь может помочь ИИ обрабатывать и анализировать геопространственные данные. Например, ГИС может предоставить ИИ данные о топографии местности, что поможет определять лучшие маршруты для перемещения войск или поиска укрытий.

Также взаимодействие геоинформационных систем и искусственного интеллекта может использоваться для прогнозирования последствий военных действий. С помощью алгоритмов ИИ можно определить вероятность возникновения тех или иных ситуаций на основе предшествующих событий, а ГИС может использоваться для визуализации этих результатов на карте.

В целом, совместное использование геоинформационных систем и искусственного интеллекта в военных исследованиях позволяет более точно и эффективно планировать и проводить военные операции, что может повысить безопасность и защиту страны.

Таким образом, совместное использование геоинформационных систем и искусственного интеллекта позволяет получать более точную и актуальную информацию о военной обстановке и принимать более обоснованные решения в режиме реального времени. Кроме того, такой подход позволяет существенно сократить время на обработку и анализ данных, что важно в условиях быстро меняющейся обстановки.

Одним из примеров взаимодействия ГИС и ИИ в военных исследованиях может быть создание автоматизированной системы управления боевыми действиями. С помощью ГИС можно собирать информацию о территории, расположении войск и объектов, а ИИ позволяет анализировать эту информацию и принимать решения о наиболее эффективном использовании вооружений и войск.

Также взаимодействие ГИС и ИИ может быть использовано для создания системы мониторинга боевых действий и автоматического определения места нахождения противника. ГИС позволяет собирать информацию о территории и расположении войск, а ИИ позволяет автоматически анализировать эту информацию и определять местоположение противника, что позволяет снизить риски для собственных войск и повысить эффективность боевых действий.

Таким образом, взаимодействие геоинформационных систем и искусственного интеллекта имеет большой потенциал в военных исследованиях и может применяться для повышения эффективности боевых действий и снижения рисков для собственных войск.

Библиографические ссылки

1. *Крылов А.В.* Геоинформационные системы. Учебное пособие. М.: Инфра-М, 2015. - 208 с.

2. *Кузнецов С.В.* Искусственный интеллект. Учебник для вузов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019. - 432 с.

3. *Брыксин Т.А., Шестопалов С.Ю.* Геоинформационные системы и искусственный интеллект: технологии и приложения. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. - 192 с.

4. *Гаврилов В.В., Кузнецов С.В.* Интеллектуальный анализ данных. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 448 с.

5. *Шамсутдинов Р.Ф.* Геоинформационные системы в задачах исследования окружающей среды. Учебное пособие. Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. - 144 с.

МЕТОДОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТ ПРОХОДИМОСТИ МЕСТНОСТИ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ВОЙСК И НАВИГАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

А. М. Чикин¹⁾ А.С. Черенко²⁾

¹⁾ Военный факультет Белорусского государственного университета
г. Минск, ул. Октябрьская, д. 4. 220030, chikin@bsu.by

²⁾ Военный факультет Белорусского государственного университета
г. Минск, ул. Октябрьская, д. 4. 220030, cherenko@bsu.by

Представлен способ создания наикратчайшего маршрута между двумя точками с помощью использования карт условий проходимости местности и геоинформационных технологий. Для исследования была применена программа «ArcGIS». Сделан вывод о необходимости использования данного способа создания маршрута в Вооруженных Силах Республики Беларусь.

Ключевые слова: карта условий проходимости, проходимость местности, геоинформационное обеспечение, маршрут, индекс проходимости.

Определение маршрута движения является ключевым фактором, обеспечивающим навигацию. Маршруты, в свою очередь, генерируются с использованием двух широко используемых алгоритмов поиска путей: Дейкстры и «A-Star». Предлагаемая методика позволяет определять маршруты в различных вариантах — более безопасный маршрут, который позволяет избежать всех препятствий на местности с широким изгибом, или более короткий маршрут, пройти который, однако, сложнее. Для достижения этой цели были использованы две функции, которые изменяют значение индекса проходимости, который присваивается основным полям, из которых состоит карта проходимости. Эти функции имеют параметр β , который увеличивает или уменьшает влияние применяемой функции на значения индекса проходимости.

В данной работе также показаны возможности реализации методологии передвижения одиночных транспортных средств или беспилотных наземных транспортных средств с использованием подробных карт, а также для определения маршрутов крупных военных оперативных подразделений, перемещающихся по широкому коридору радиусом 1 км. Полученные результаты показывают, что изменение значения β приводит к изменению курса маршрута, как и ожидалось, и что алгоритм Дейкстры более стабилен и немного быстрее, чем «A-Star». Область

применения представленной методологии очень широка, поскольку, за исключением планирования передвижения беспилотных наземных транспортных средств или воинских подразделений различных размеров, она может быть использована в кризисном управлении, где возможность выхода в район за пределами дорожной сети может иметь ключевое значение для успеха спасательной операции [1].

При планировании военных операций использование свойств местности является одним из ключевых элементов, которые следует принимать во внимание. Древнекитайский философ Сунь-Цзы в своей книге под названием «Искусство войны», датированной периодом поздней весны и осени (примерно 5 век до н.э.), отметил, что «что касается местности такого рода, будьте впереди врага, занимая возвышенные и солнечные места, и тщательно охраняйте свои позиции. Тогда ты сможешь сражаться с достоинством» [1]. Спустя много столетий, хотя военная техника значительно развилась, влияние рельефа местности на проводимые операции по-прежнему остается решающим. Эти публикации демонстрируют, что правильное использование свойств местности позволяет получить преимущество, которое довольно часто является тем элементом, который позволяет в конечном итоге выиграть сражение. Для планирования передвижения как целых воинских подразделений, так и отдельных транспортных средств необходимо учитывать рельеф местности и элементы формирования. В настоящее время в вооруженных силах стран, которые являются членами НАТО (Организация Североатлантического договора), оценка рельефа местности и связанный с ним анализ проходимости выполняются в соответствии с положениями документов по стандартизации, целью которых является унификация и, таким образом, повышение возможностей взаимодействия между войсками в рамках НАТО.

В соответствии с положениями этих документов, земля делится на три основных класса проходимости (ПРОХОДИМАЯ, ТРУДНОПРОХОДИМАЯ и НЕПРОХОДИМАЯ местность) [1]. Это разделение основано на анализе и оценке влияния различных классов растительного покрова и формаций (рельеф, растительность, гидрография, освоенные земли, транспортная инфраструктура и т.д.) на тяговые возможности транспортных средств. Такой подход позволяет командиру планировать так называемые пути подхода для своих и вражеских войск. По возможности, эти маршруты не должны пересекать зоны "НЕПРОХОДИМАЯ" и "ТРУДНОПРОХОДИМАЯ". В современной военной практике эти направления подхода наносятся на карту вручную, поэтому основная цель данной работы, как обсуждается здесь, состоит в автоматизации этого процесса. Определение оптимальных маршрутов основывалось на

картах проходимости. Эти карты основаны на разделении местности на основные поля на одной и той же области. Каждому первичному полю присваивается значение индекса проходимости, которое сообщает нам, насколько легко или трудно можно пройти это поле. Это значение является основой для определения оптимального маршрута между двумя точками.

Если рассматривать саму методику построения наикратчайшего маршрута, то она будет выглядеть следующим образом:

- разделение местности на ячеистые области установленного размера, соответствующие определенному воинскому формированию, которому требуется коридор проходимости установленной ширины. Чем меньше ячейка, тем точнее результат, но соответственно более сложные вычисления.

Связь между численностью подразделения и размером установленной области

№	Численность войск	Размер установленной области, м	Ширина коридора движения
	Одиночное транспортное средство	2-5	10
	Группа (до 12 человек)	20	50
	Отряд (до 50 человек)	100	200
	Рота (до 250 человек)	200	500
	Батальн (до 1000)	500	1500
	Бригада (до 5000 человек)	1000	3000

- присвоение индекса проходимости от 0 до 1 ранее сгенерированным ячеистым областям, где 0 — это полностью непроходимая местность, а 1 полностью проходимая местность (рис. 1).

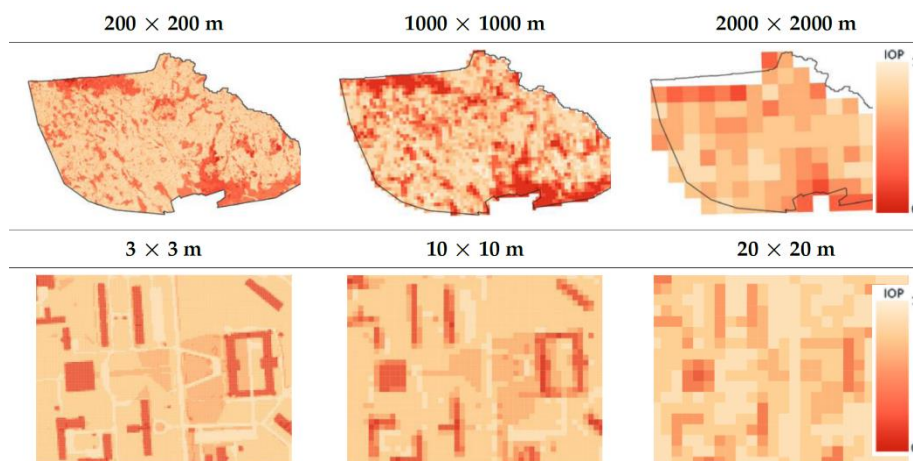


Рис. 1. Примеры карт проходимости в разных разрешениях [2]

- преобразование ранее сгенерированных карт проходимости в граф состоящий из ребер и узлов, где каждому ребру присваивается значение индекса проходимости (рис. 2);

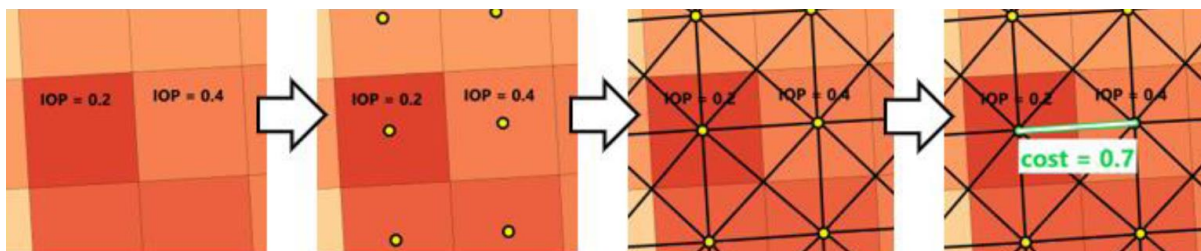


Рис. 2. Способ генерации графа на основе проходимости [2]

- исключение из модели узлов и ребер, пересекающих непроходимые территории (здания, водные объекты и др.) (рис. 3);

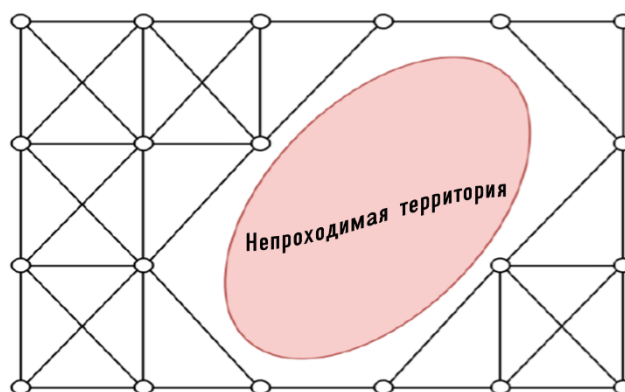


Рис. 3. Исключение узлов и ребер, пересекающих непроходимые участки

- определение оптимального маршрута движения между двумя точками;



Рис. 4. Определение оптимального маршрута между двумя точками

- экспорт сгенерированных маршрутов в формат шейп файла (SHP)

Таким образом, определенные исследования по созданию карт условий проходимости показали перспективность дальнейшей работы в данном направлении, так как проходимость местности является самой актуальной и востребованной информацией для органов военного управления. В качестве основных результатов исследования можно выделить следующие.

Для качественного создания карт условий проходимости необходимы специалисты по разведывательным данным, которые предоставят сведения о противнике, представители инженерных войск для консультаций по вопросам проходимости и возможности сооружения заграждений для техники, картографы для геоинформационного обеспечения и специалисты по знанию тактико-технических характеристик применяемого вооружения с обеих сторон, поэтому для их объединения необходимо формирование специализированного отдела в органах военного управления.

В перспективе для качественного геоинформационного обеспечения военных действий необходимо создание на всю Республику Беларусь и прилегающей к ней территории топографической основы без привязки к номенклатурным листам с учетом современных требований, которые предъявляются войсками. За основу возможно использование данных OSM преобразование их под военные задачи. И уже на основе этих преобразованных данных создать слой проходимости местности и графа дорожной сети [2].

Библиографические ссылки

1. *Dawid W., Pokonieczny K.* Methodology of using terrain passability maps for planning the movement of troops and navigation of unmanned ground vehicles //Sensors. – 2021. – Т. 21. – №. 14. – С. 4682.

2. *Черенко А. С., Курлович Д. М.* Использование геоинформационных технологий для формирования специальной карты условий проходимости. Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. 2023;1:00–00. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2023-1-00-00>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СЛУЖБ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ, БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

С. Ю. Щерба

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, stas.gorkavyu@mail.ru*

В данной работе рассмотрены возможности применения геоинформационных систем для решения специальных задач войск радиационной, химической и биологической защиты. Особое внимание уделено построению зон радиационного и химического заражения с помощью программного обеспечения «ГИС Оператор».

Ключевые слова: геоинформационные системы, ГИС Оператор, задачи войск РХБЗ, расчёт зон заражения.

Геоинформационные системы (ГИС) в настоящее время широко используются в различных родах войск. Особой популярностью при выборе ГИС военной направленности пользуется программная система «ГИС Оператор». Такое распространённые представленная система получила благодаря своему широкому функционалу, удобством работы и практически всеобъемлющим перечнем выполняемых задач, которые включают:

- ведение дежурных и оперативных карт и схем, автоматизация формирования графических документов;
- статистический анализ и прогнозирование возникновения ЧС;
- обработка, визуальный анализ тематических справочных данных, формирование наглядных графических документов с использованием цифровой картографической основы, автоматизированная обработка и отображение данных, результатов расчетов и прогнозов; - анализ картографической информации, информационное обеспечение принятия оперативных решений и др.[1, с. 2].

Однако в данной работе наибольшее внимание будет уделено возможностям программного обеспечения «ГИС Оператор» при решении задач в интересах войск радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ). Использование интегрированных операторов возможно значительно упростить вычислительную работу специалистам служб РХБЗ, а именно:

- расчёт первичной и вторичной зон заражения призывах на химически опасных объектах (ХОО);

– моделировании зон радиационного заражения при авариях на атомных электростанциях. Подробнее рассмотрим каждую из задач.

В данной работе используется система ГИС «Оператор» версии 11.12.11 и растровая карта Светлогорска (рис 1).

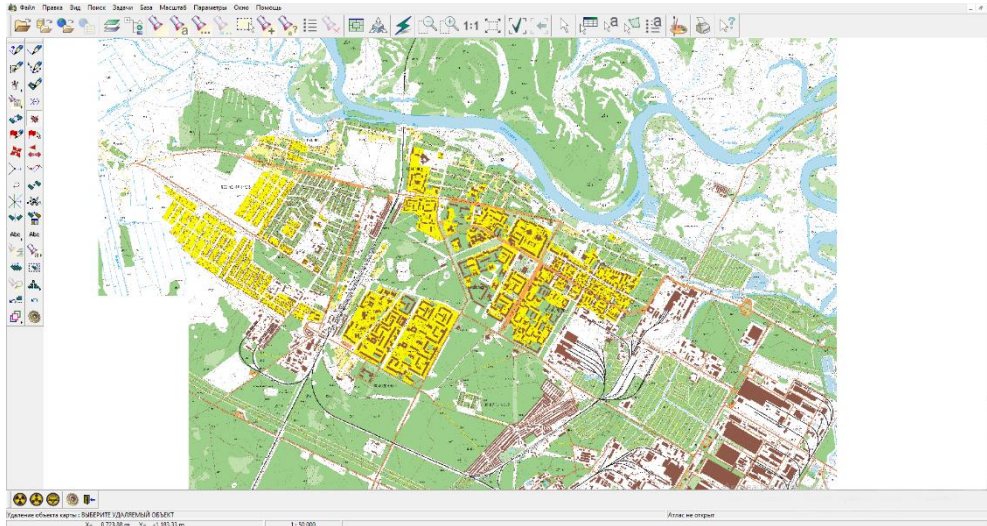


Рис. 3. Интерфейс программы «ГИС Оператор»

Для открытия панели работы с элементами прогноза чрезвычайных происшествий (как показано в левом нижнем углу рисунка 1) требуется:

Открыть панель «Задачи» – «Запуск приложений» – в появившемся окне открыть подпапку «Прогноз Чрезвычайных ситуаций» – выбрать пункт «Прогноз ЧС» (рис. 2)

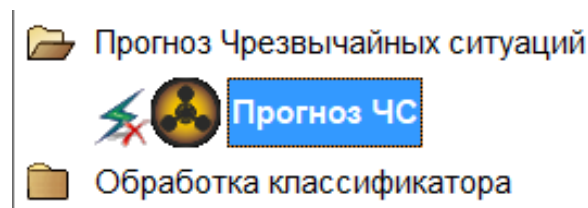


Рис. 4. - Комплекс операторов, позволяющих решать специальные задачи

Моделирование радиационного заражения

В первую очередь рассмотрим возможности программы при моделировании радиационного заражения при авариях на атомных электростанциях. Для этого выбираем левый значок меню быстрого доступа (рис. 3)

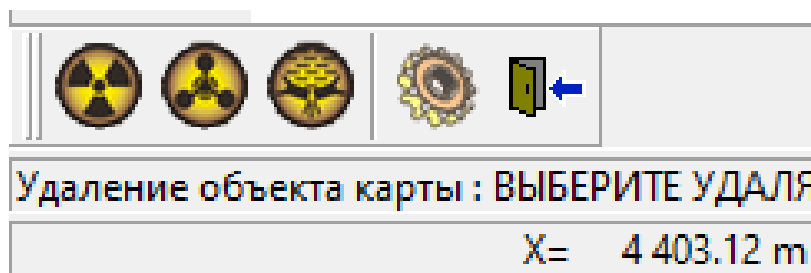


Рис. 5. Меню быстрого доступа утилиты «Прогноз ЧС»

Выбираем теоретическое месторасположение атомной электростанции, после чего предлагается выбрать направление ветра (появляется синяя стрелка с основанием в координатах предполагаемого объекта), после чего открывается диалоговое окно (рис. 4)

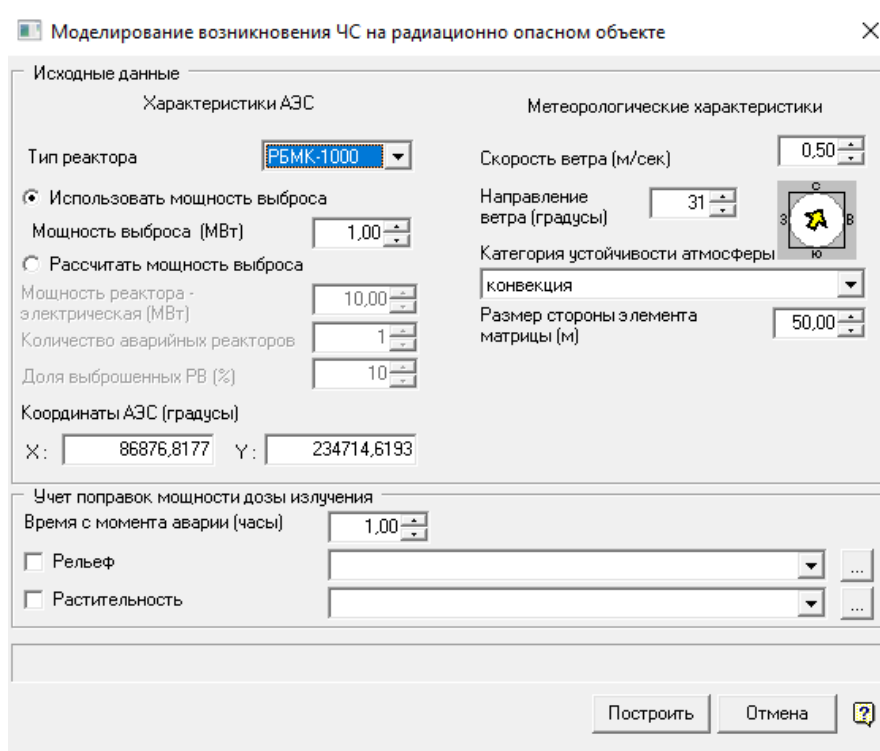


Рис. 6. Окно моделирования радиационного заражения

Разберём каждый пункт данного окна.

Тип реактора: в представленной версии программы включены три типа реактора: РБМК-1000, ВВЭР-1000, ВВЭР-440.

РБМК-1000 – реактор большой мощности канальный, серия реакторов, разработанных в СССР. На данный момент такие реакторы установлены на Ленинградской АЭС, Курской АЭС, Чернобыльской АЭС, Смоленской АЭС. Также такой реактор был установлен на Чернобыльской АЭС.

ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор так же, как и РБМК, был разработан в СССР.

440 модификация находится в представленном перечне станций:

3 и 4 блоках Нововоронежской АЭС, Кольской АЭС, 1 и 2 блоках (дубльблок) Ровенской АЭС, 1 и 2 блоках АЭС «Ловииса» (Финляндия), 1-4 блоках АЭС «Козлодуй» (Болгария), 1-4 блоках АЭС «Пакш» (Венгрия), 3 и 4 блоках АЭС «Богунце» (Словакия).

1000 модификация – блок № 5 Нововоронежской АЭС, блоки № 1,2 Калининской АЭС, Все блоки Балаковской АЭС, Ростовской АЭС, Запорожской АЭС, блоки № 3,4 Калининской АЭС, блоки № 1,2 Хмельницкой АЭС, блоки № 3,4 Ровенской АЭС, блок № 3 Южно-Украинской АЭС, блоки № 1,2 АЭС «Темелин», блоки № 5,6 АЭС «Козлодуй».

На Островецкая АЭС установлен ВВЭР-1200.

Далее предлагают выбрать известную мощность или рассчитать её. После чего выбираем метеорологические характеристики, такие как скорость и направление ветра, а также вертикальную устойчивость воздушных масс (в данном модуле невозможно автоматически определить данный параметр, однако его возможно вычислить с помощью второго модуля «расчёта химического заражения»).

Также модуль предполагает долгосрочные расчёты с выбором времени с момента выброса, а также учёт влияния рельефа и растительности (при условии наличия матрицы растительности и рельефа).

Проведём приблизительный расчёт на примере Островецкой АЭС:

При данных параметрах (рис. 5).

Рис. 7. Значения, приближенные к Островецкой АЭС

Получаем результат на карте с цветовым разделением зон по уровню опасности (рис. 6)

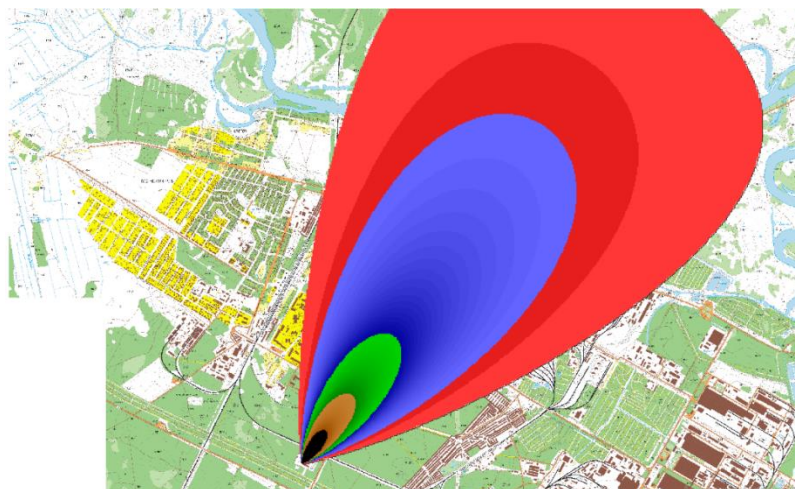


Рис. 8. Решение поставленной задачи на карте

Моделирование радиационного заражения

Рассмотрим возможности программы при моделировании химического заражения при авариях ХОО. Для этого выбираем второй значок меню быстрого доступа (рис. 3)

Как и с предыдущим модулем, выбираем расположение объекта и направление ветра, после чего открывается диалоговое окно (рис. 7).

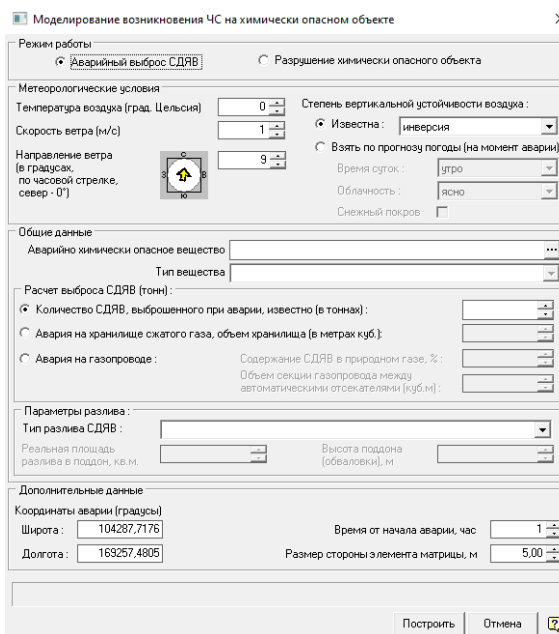


Рис. 9. Окно моделирования химического заражения

В предоставленном окне имеем возможность выбрать метеорологические характеристики (как было сказано выше здесь есть возможность автоматического определения вертикальной устойчивости с обновлением отметки после каждой смене характеристик, что можно использовать для предыдущего пункта), выбор сильнодействующего ядовитого вещества (СДЯВ) и типа выброса (из хранилища или газопровода), также возможность учёта поддона под ёмкостью хранения.

При заданных параметрах (рис. 8)

Рис. 10. Вариант применяемых характеристик ХОО

Получаем на карте площадь заражения (рис. 9).

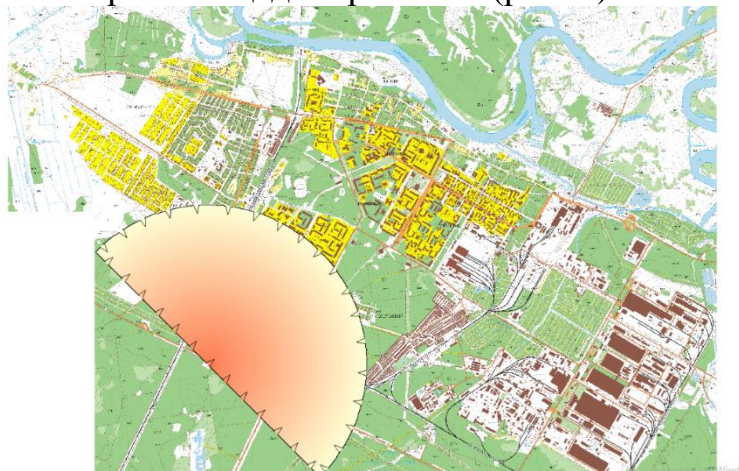


Рис. 9.11 Решение поставленной задачи на карте

Также данным модуль позволяет получить первичные расчётные данные о заражении такие как время самоиспарения, площадь зоны заражения и угол сектора заражения (рис. 10).

Входные параметры	
Параметр	Значение
Режим работы	Аварийный выброс СДЯВ
Температура воздуха, град.Цельсия	15
Скорость приземного ветра, м/с	1
Направление ветра в градусах	45
Аварийно химически опасное вещество	аммиак (из)

Расчётные параметры	
Параметр	Значение
Время самоиспарения АХОВ, час	1,36
Глубина зоны химического заражения, км	3,045
Площадь зоны заражения - возможная, кв.км	14,5533
Площадь зоны заражения - фактическая, кв.км	0,751
Центральный угол сектора зоны заражения - возможный, град	180
Центральный угол сектора зоны заражения - фактический, град	9

Закрыть

Рис. 10.12 Дополнительные расчётные параметры

Программное обеспечение «ГИС Оператор» позволяет решать множество специальных задач различных родов войск от топографических до артиллеристских, а в частности войск РХБЗ. Умение использовать геоинформационные системы в своей военной практике способно не только облегчить, но и повысить качество выполнения профессиональных задач.

Библиографические ссылки

1.Руководство оператора по использованию геоинформационной системы : программное изделие. – 2020. –159 с.

2.Шахов, В. Г. Методика оценки радиационной и химической обстановки при применении оружия массового поражения и авариях на потенциально опасных объектах / ВГ Шахов, ИГ Лазарев, ИВ Матвеев. – Минск: Издание академии, 2002. – 146 с.

ТЕХНОЛОГИИ ГИС ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ РАЗВЕДКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ И ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.В. Пуш

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, vk.alexblak@gmail.com*

Технологии ГИС военного назначения в геоинформационной разведке используются для сбора, обработки и анализа геопространственных данных. Они позволяют улучшить качество и точность разведывательной информации, которая используется для подготовки и проведения военных операций. Мультиспектральные и гиперспектральные технологии в ГИС позволяют получить дополнительные данные о местности, такие как состав почвы, растительность, наличие воды и другие параметры, которые могут быть полезны для определения возможных мест скрытого размещения вражеских сил.

Ключевые слова: ГИС, гиперспектральные технологии, ИСЗ, геоинформационная разведка, библиотеки.

Геоинформационная разведка, в отличие от топографической, целью которой является определение изменений местности, направлена на получение информации и качественных характеристик объектов, которыми могут являться рельеф, водные преграды, почвы и наличие путей сообщения.

Для этих задач недостаточно использовать только традиционные панхроматические фотоснимки, на которых изображены видимые на земной поверхности элементы ландшафта, что позволяет определять их геометрические свойства. Поэтому для получения физико-химических свойств и характеристик объектов удобно использовать технологии дистанционного получения изображения земной поверхности в различных диапазонах длины магнитных волн.

Мультиспектральные и гиперспектральные технологии, в отличие от традиционных технологий, могут обнаруживать скрытые или различать похожие до неразличимости объекты по их цветовому спектру.

Мультиспектральные средства основаны на разделении спектрального диапазона на несколько зон: видимую зону, ближнюю, коротковолновую, среднюю и длинноволновую ИК-области, и получении одновременно нескольких изображений в узких областях этих зон.

Гиперспектральные съемочные средства для получения информации используют большее количество, до 250 узких и смежных съемочных областей спектра, например в области от 500 до 700 нм, при ширине съемочного канала 20-10 нм [1].

В военной области данные, получаемые мультиспектральным и гиперспектральным средствами, широко используются в информационных операциях проводимых в рамках концепции «Глобальное информационное превосходство США» (U.S. Global Information Superiority), как в мирное, так и в военное время.

Например, созданный в США гиперспектральный комплекс ARTEMIS (Advanced Responsive Tactically-Effective Military Imaging Spectrometer). Данный комплекс позволяет проводить съемку в 400 спектральных областях в диапазоне от 400 до 250 нм.

ARTEMIS установлен на спутнике тактического назначения TacSat-3, предназначенного для съемки переднего края и непосредственной передачи информации в войска, на тактический уровень, что должно обеспечить улучшение уровня информационного обеспечения войск [2].

Обеспечение гиперспектральными снимками происходит не позднее 10 минут после съемки с орбиты. Это позволяет использовать полученные данные с снимков, не только для оценки состояния отдельных объектов на контролируемой противником территории, но и выявления его войск в тактической глубине и обеспечении целеуказания по космическим снимкам.

В России данными возможностями обладает комплекс «Ресурс-П», созданный ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» по заказу Федерального космического агентства и запущенный в 2013 году. В его функционал также заложены высокоточное, точное широкозахватное и гиперспектральное наблюдение земной поверхности [2].

Однако его спектр практического применения в интересах геоинформационного обеспечения будет зависеть от решения задач освоения существующих и освоения новых методов обработки полученной информации. Для распознавания объектов на мультиспектральных изображениях используют несколько методов. Первый – целенаправленный набор изображений для различных зон и синтезирование из них цветного изображения для выделения интересующих объектов. Второй – обработка зональных снимков и учёт различий в спектральной яркости интересующих объектов в используемых спектральных зонах.

В основе распознавания объектов съемки на гиперспектральных изображениях анализ кривых спектрального отражения на различных каналах, которые для каждого объекта, в зависимости от его отражательной способности, являются уникальными. Разные материалы распознаются

по общей форме спектральной кривой, а также по расположению и яркости полос поглощения.

Основное назначение спектральных библиотек - визуальное или автоматическое сравнение кривых спектральной отражательной способности различных объектов, для выявления характерных зон поглощения/отражения энергии и использование полученной информации при проведении спектрального анализа. Такое сравнение может производиться как между спектральными кривыми различных объектов, так и между кривой, снятой спектрометром и со снимка.

В настоящее время известен ряд таких библиотек, часть из которых находится в открытом доступе. Вот только некоторые из них, которые могут быть использованы при геоинформационном обеспечении.

Цифровая спектральная библиотека Геологической съемки США USGS Digital Spectral Library - создана в Лаборатории спектроскопии Геологической съемки США USGS Spectroscopy Lab's (текущая версия splib06a - сентябрь 2007 г.). Эта библиотека содержит данные о спектральной отражательной способности минералов, горных пород, грунтов, жидкостей, летучих соединений, растительности, искусственных материалов, в диапазоне от 0,2 до 150 микрометров. Всего эта библиотека содержит более 1300 спектральных кривых.

Библиотека Лаборатории изучения реактивного движения НАСА Jet Propulsion Lab spectral library (США) - содержит в своем составе кривые спектральной отражательной способности для 160 минералов, в диапазоне от 0,4 до 2,5 микрометров.

Для 135 минералов выполнены измерения при разных размерах зерна минерала (размерах частиц минерала) - 125-500 микрометров, 45-125 микрометров и < 45 микрометров. Основное назначение библиотеки - показать влияние размера зерна на спектрально отражательную способность минералов.

Спектральная библиотека Университета Джона Гопкинса (Johns Hopkins University Spectral Library - США) - включает кривые спектральной отражательной способности для минералов, горных пород, почв, метеоритов, лунного грунта, искусственных материалов, снега, льда, растительности в диапазоне от 0,4 до 14 микрометров.

Спектральная библиотека для снимков ASTER (ASTER spectral library - США) - создана для поддержки использования снимков Terra/ASTER и содержит данные из перечисленных выше спектральных библиотек. Всего в ней содержится более 2400 спектральных кривых естественных и искусственных материалов, в диапазоне от 0,4 до 15,4 микрометров.

Спектральная библиотека проекта «Международная геологическая корреляционная программа» IGCP264 Spectral Library (International Geological Correlation Program). Она включает в себя измерения 5-ти различных спектрометров для 27-ми хорошо изученных минералов. Основное назначение библиотеки показать влияние спектрального разрешения и спектрального диапазона при изучении спектральной кривой.

База спектральных данных Геопространственного центра Корпуса военных инженеров сухопутных войск ВС США (Бывший топографический инженерный центр сухопутных войск ВС США) содержит спектральные характеристики, предназначенные ДЛЯ использования В операциях, планируемых и проводимых министерством обороны США, в инженерных войсках и в самом Геопространственном центре.

Спектральные библиотеки являются основным компонентом систем анализа мультиспектрального и гиперспектрального изображения, наиболее распространенными из которых являются ENVI (EXELI), ERDAS ErMapper, ERDAS Imaging (Intergraf.ERDAS, GEOMATIKA), Динкласс, Мультикласс (НИИ «Аэрокосмос») используемые в отечественных природопользовательских организациях [3].

Программный комплекс ENVI (Environment for Visualizing Images – среда для отображения снимков) включает набор функций для обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и их интеграции с данными геоинформационных систем (ГИС). ENVI обеспечивает обработку данных получаемых со спутников Quick Bird, Ikonos, Orb view, Cartosat-1, Formosat-2, Resourcesat-1, SPOT, IRS, Landsat и др.

Основными функциями ENVI являются: обработка и анализ гиперспектральных и радиолокационных снимков; исправление геометрических и радиометрических искажений; интерактивное улучшение изображений; интерактивное дешифрирование и классификация; построение запросов; оцифровка; топографическое моделирование.

Программный комплекс ERDAS ER Mapper использует единый интегрированный интерфейс, позволяющий получать быстрый и удобный доступ ко всем функциям обработки и анализа данных, поддерживаемых системой.

В алгоритмах анализа применяются операции многоуровневой фильтрации, яркостного трансформирования (коррекции), обработки посредством формул и т. д.

Программный комплекс ERDAS Imagine сочетает в себе функции ГИС системы и системы для обработки изображений, ориентированной на данные воздушной и космической съемок. Для этого имеется широкий набор инструментов, дающий возможность обрабатывать данные из лю-

бого источника и представлять результаты любом виде - от профессионально оформленных печатных карт до трехмерных моделей местности.

Программный комплекс Sputnik, разработанный Институтом космических исследований РАН представляет собой инструментарий для создания, поддержки и развития автоматизированных комплексов обработки космической информации.

Комплекс предоставляет возможность работы под единой программной оболочкой, в объектно-ориентированной архитектуре, расширения и добавления внешних процедур и модулей обработки данных, создания цепочки процедур обработки данных и поддержки их выполнения, работы в полностью автоматизированном режиме, удаленного контроля за своим функционированием и разработку отдельных модулей независимыми группами программистов.

Программный комплекс «СканЭкс», разработанный Научно-технологическим центром «СканЭкс» предназначен для приема, хранения, предварительной и углубленной тематической обработки интерпретации спутниковых снимков и включает программное обеспечение (ПО): управления станциями; предварительной обработки данных; организации архивов данных ДЗЗ; пакетной обработки растровой и векторной информации, а также линейку программных модулей, предназначенных для общей и тематической обработки данных оптической и радиолокационной космической съемки.

Мультиспектральные и гиперспектральные технологии играют важную роль в геоинформационной разведке в вооруженных силах. Они позволяют получать более точную и полную информацию о поверхности земли, что помогает принимать более обоснованные решения во время военных операций.

Мультиспектральные технологии позволяют получать данные о поверхности земли в нескольких спектральных диапазонах. Это позволяет выявлять различные объекты и явления на поверхности земли, такие как растительность, водные объекты, здания и дороги. Эти данные могут быть использованы для создания карт и моделей поверхности земли, а также для анализа изменений в окружающей среде [3].

Гиперспектральные технологии предоставляют еще более детальную информацию о поверхности земли. Они позволяют получать данные в более широком спектральном диапазоне, что позволяет выявлять более сложные объекты и явления. Например, гиперспектральные данные могут использоваться для определения состава почвы или для обнаружения скрытых объектов, таких как туннели или укрытия.

Вооруженные силы используют мультиспектральные и гиперспектральные технологии для различных целей, включая разведку, монито-

ринг окружающей среды и планирование операций. Например, данные, полученные с помощью этих технологий, могут быть использованы для определения местоположения вражеских сил, выявления скрытых укреплений или для оценки последствий природных катастроф.

Библиографические ссылки

1. *Колесникова О.Н., Черепанов А.С.* Возможности ПК ENVI для обработки мультиспектральных и гиперспектральных данных ГЕОИНФОРМАТИКА №3, 2009 г.

2. *Мирошников С.Н.* Гиперспектральное зондирование Земли. <http://www.proza.ru/2009/09/29/1295>

3. *Журавель Ю.Н.* Использование мультиспектральных и гиперспектральных данных дистанционного зондирования в решении тематических задач. Сборник тезисов докладов научно-технической конференции «Гиперспектральные приборы и технологии». Красногорск 2013 г. Гаврилов В.В., Кузнецов С.В. Интеллектуальный анализ данных. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 448 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС ОРГАНАМИ ВОЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

К. А. Белый

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, tacticsab@gmail.com*

Рассматривается применение геоинформационных систем (ГИС) и его виды в военном управлении. Представлены примеры их использования в военных исследованиях, включая мониторинг, анализ и прогнозирование ситуации на поле боя, создание цифровых моделей местности, определение оптимальных маршрутов и другие приложения.

Ключевые слова: ГИС, мониторинг границ, управление логистикой, обеспечение безопасности, анализ эффективности.

ГИС военного назначения используются для анализа и управления геопространственными данными, связанными с военными операциями. Они помогают военным организациям принимать более информированные решения, основанные на географических данных, таких как топография, климат, наличие водных объектов, населенных пунктов, дорог и т.д.

Применение ГИС военного назначения может включать:

1. Анализ территории и планирование операций: ГИС помогают военным организациям анализировать территорию и планировать операции, учитывая различные факторы, такие как территориальная обстановка, климатические условия, наличие населенных пунктов и т.д. [1].

2. Управление логистикой: ГИС могут использоваться для управления логистикой, например, для определения оптимальных маршрутов доставки материалов и оборудования [1].

3. Мониторинг границ: ГИС могут быть использованы для мониторинга границ и обнаружения нарушений территориальной целостности [3].

4. Анализ ситуации на поле боя: ГИС могут использоваться для анализа ситуации на поле боя, включая расположение войск, транспортных средств и других объектов, а также для прогнозирования движения противника [3].

5. Анализ террористических угроз: ГИС могут использоваться для анализа террористических угроз, например, для определения мест, где

могут происходить теракты, и для планирования мер по предотвращению террористических актов [2].

6. Обеспечение безопасности: ГИС могут быть использованы для обеспечения безопасности на объектах военного назначения, например, для контроля доступа к зонам ограниченного доступа [3].

ГИС военного назначения также могут использоваться в исследованиях военного назначения, например, для анализа эффективности различных военных стратегий и тактик, для определения оптимальной локации военных баз и объектов, для оценки рисков при проведении военных операций и т.д.

Кроме того, ГИС могут использоваться для моделирования различных сценариев, например, для прогнозирования последствий использования ядерного оружия или для анализа возможных последствий природных катастроф на военные объекты.

ГИС военного назначения могут использоваться для анализа эффективности различных военных стратегий и тактик путем моделирования различных сценариев боевых действий на карте. Например, ГИС могут помочь определить оптимальные маршруты для перемещения войск, учитывая территориальные особенности и препятствия на пути. Также ГИС могут использоваться для анализа возможных последствий использования различных видов оружия и выбора наиболее эффективной тактики для его применения. При этом важно учитывать не только территориальные особенности, но и другие факторы, такие как погода, время суток, наличие гражданских объектов и т.д. В результате анализа данных ГИС можно определить наиболее эффективные стратегии и тактики для достижения поставленных военных целей.

ГИС военного назначения могут использоваться для анализа различных факторов, таких как географическое расположение, территориальные особенности, наличие инфраструктуры и т.д., для определения оптимальной локации военных баз и объектов. Например, ГИС могут помочь определить наиболее безопасные места для размещения баз, учитывая вероятность возможных угроз и доступность необходимых ресурсов. Также ГИС могут использоваться для анализа транспортной доступности и коммуникационной инфраструктуры, что может помочь определить наиболее эффективные места для размещения объектов обеспечения войск, таких как склады и медицинские пункты. В результате анализа данных ГИС можно определить наиболее оптимальные локации для размещения военных баз и объектов, что может повысить эффективность военных операций и обеспечить безопасность войск.

ГИС военного назначения могут использоваться для моделирования различных сценариев, включая использование ядерного оружия или при-

родных катастроф. Например, ГИС могут помочь определить зоны возможного радиоактивного загрязнения в случае ядерной войны или аварии на атомной электростанции. Также ГИС могут использоваться для прогнозирования последствий природных катастроф, таких как землетрясения, наводнения и тайфуны. В результате моделирования данных ГИС можно определить наиболее оптимальные меры по защите населения и войск, а также определить необходимые ресурсы для ликвидации последствий катастрофы [2].

ГИС военного назначения используются для анализа ситуации на поле боя путем интеграции различных данных, таких как карты, изображения со спутников, данные о погоде, топографические данные и информация о военных объектах. Эти данные могут быть использованы для создания цифровой модели местности, которая помогает военным командирам принимать решения на основе актуальной информации о положении сил и средств на поле боя. Например, ГИС может помочь определить места скрытия противника, определить наиболее выгодные позиции для размещения своих войск и определить маршруты для доставки припасов и эвакуации раненых [3].

Таким образом, ГИС военного назначения имеют широкий спектр применения в органах военного управления и могут помочь военным организациям принимать более обоснованные решения на основе геопространственных данных. Они позволяют анализировать сложные данные и создавать цифровые модели местности, которые помогают военным командирам принимать решения на основе актуальной информации о положении сил и средств на поле боя. Это позволяет улучшить эффективность операций и снизить риски для военнослужащих. Кроме того, ГИС военного назначения могут использоваться для обучения военных, что помогает повысить их квалификацию и подготовку к выполнению задач в различных условиях.

Библиографические ссылки

1. *Крылов А.В.* Геоинформационные системы. Учебное пособие. М.: Инфра-М, 2015. - 208 с.

2. *Шамсутдинов Р.Ф.* Геоинформационные системы в задачах исследования окружающей среды. Учебное пособие. Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. - 144 с.

3. Геоинформационные системы военного назначения (теория и практика применения): сборник тезисов докладов Республиканской научно-методической конференции 24 апреля 2014 года / Под общ. ред. В. А. Радевич – Минск: БГУ, 2014. – 65 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В. С. Димитрукович

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, vovadimitr@gmail.com*

В публикации автор рассматривает применение систем глобального позиционирования в геоинформационных системах, задачи, решаемые системами глобального позиционирования, системы, используемые для изучения, а также преимущества их применения в геоинформационных системах.

Ключевые слова: геоинформационные системы; глобальные системы позиционирования; программы; GPS; ГЛОНАСС.

В основе современных методов определения координат лежат спутниковые навигационные системы. Основа их работы состоит в следующем: передвигающиеся по заданным орбитам спутники, координаты которых на любой точке орбиты известны, постоянно излучают радиосигнал, который принимается спутниковыми приемниками на Земле. Этот радиосигнал позволяет измерять расстояние от приемников до спутников и позволяет определять вектор между несколькими спутниками или, находить местоположение приемника.

Спутниковые навигационные системы решают следующие задачи:

1. Мониторинг местности: с помощью данных СНС можно проводить мониторинг изменений рельефа, состояния лесов, водных ресурсов, обнаруживать землетрясения и другие природные катастрофы. Например, при обнаружении подъема земли или незначительных изменений в состоянии леса, СНС могут помочь предотвратить возможную экологическую катастрофу.

2. Развитие геодезических сетей: СНС используются в геодезии для определения точных координат местности и создания геодезических сетей. С помощью СНС можно проводить триангуляцию и трилатерацию, а также измерять высоты и различные параметры объектов на местности.

3. Отслеживание географических процессов: СНС делают возможным наблюдение за географическими процессами, такими как движение ледников, изменения рельефа, размеров озер, морей и т.д.

4. Определение координат точек местности: СНС позволяют определять координаты точек местности с высокой степенью точности. Это

может быть полезно в различных сферах деятельности, таких как строительство, лесное хозяйство, геология и другие.

5. Кадастровое обеспечение: СНС могут использоваться для обеспечения кадастровой деятельности, как правило, для определения границ земельных участков и объемов земельных ресурсов.

6. Создание и обновление баз геоданных: СНС позволяют собирать и обрабатывать геоданные, которые могут быть использованы для создания и обновления баз геоданных. В этих базах содержится информация о границах земельных участков, топографических данных, рельефе, расположении трасс и др.

Преимущества применения спутниковых методов позиционирования для ГИС в следующем:

1. Оперативность: при использовании спутниковых методов позиционирования данные о местоположении объектов могут быть получены в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения ситуации. Например, в случае чрезвычайных ситуаций или при проведении оперативных мероприятий. Использование спутниковых методов позиционирования в системе контроля и управления градостроительными работами позволяет оперативно реагировать на нарушения графика работ и производственную дисциплину.

2. Глобальность: спутниковые методы позиционирования позволяют получать данные о местоположении объектов в любой точке планеты. Это полезно при работе с глобальными ГИС, например, при мониторинге изменений на Земле. Спутниковые методы позиционирования используются в глобальных ГИС для сбора данных о климатических изменениях на планете.

3. Четкая временная привязка данных: спутниковые методы позволяют получать данные о местоположении объектов с точностью до миллисекунд, что обеспечивает четкую временную привязку данных. Спутниковые методы позиционирования используются при мониторинге перемещения грузов по транспортным маршрутам для точной оценки времени доставки.

4. Минимизация влияния человеческого фактора: использование спутниковых методов позиционирования позволяет минимизировать влияние человеческого фактора на процесс сбора данных и повышает точность полученных результатов. При использовании спутниковых методов позиционирования при сборе данных о состоянии земной поверхности, мы исключаем возможность ошибок, связанных с человеческим фактором, таких как ошибки визуализации объектов или ввод не корректных координат.

5. Цифровая форма записи: при использовании спутниковых методов позиционирования получаемые данные могут быть сразу записаны в цифровой форме, что облегчает дальнейшую работу с ними и уменьшает вероятность ошибок при переносе данных.

6. Применение стандартных форматов записи: спутниковые методы позиционирования используют стандартные форматы записи данных, что позволяет работать с ними на различных платформах и программных продуктах. Данные, полученные в ходе спутниковой разведки, могут быть записаны в стандартный формат и использоваться в различных ГИС и других программных продуктах.

7. Возможность классификации данных на стадии их полевого сбора: при использовании спутниковых методов позиционирования можно классифицировать данные на стадии их полевого сбора, что позволяет более эффективно использовать полученные результаты. При съемке земельных участков можно классифицировать результаты съемки на зоны с различными почвенными и растительными особенностями, что упрощает дальнейший анализ данных.

8. Возможность сбора данных в различных картографических проекциях: спутниковые методы позиционирования позволяют выполнять сбор данных на любых картографических проекциях, что упрощает работу с данными в различных ГИС. При сборе данных о состоянии лесов и лесопользовании, мы можем использовать различные картографические проекции в зависимости от того, какая проекция будет наиболее удобной для дальнейшей работы с данными.

9. Сбор больших объемов данных: спутниковые методы позиционирования позволяют собирать большие объемы данных, что обеспечивает высокую точность и полноту полученных результатов. При сборе данных о состоянии окружающей среды, мы можем использовать спутниковые методы позиционирования для сбора данных с большой территории, что обеспечивает полноту и достоверность результатов [1].

Исходя из вышесказанного могу сделать вывод что на данном этапе развития геоинформационных систем данные полученные со спутников являются основным материалом для обработки. Данные дистанционного зондирования позволяют производить работы с меньшими усилиями и максимальной производительностью.

Библиографические ссылки

1. *Michael Kennedy, The Global Positioning System and GIS / Michael Kennedy/ – Second edition.– Chelsea, MI : CADAL, 2015 /- с 14*

СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛИ ВОЕННОГО ФАКУЛЬТЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ BLENDER

В.О. Ковель

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, vlad.kovel2003@gmail.com*

Автором была создана пространственная модель местности военного факультета в программном обеспечении Blender с использованием специального аддона к программе GIS.

Ключевые слова: Blender, 3D модель, создание, аддон, пространственная модель местности, GIS.

Тема данной работы «Создание 3D модели военного факультета и использованием Blender» выбрана не случайно. Во-первых, данная работа является уникальной, так как до этого, такой проект не кто не создавал, во-вторых, по моему мнению, разработка 3D модели военного факультета позволит передавать данные различным штабам и управлениям, а также командирам взводов, рот и отделений, которые непосредственно ведут бой. Актуальная геопропространственная информация обеспечит оперативное планирование боевых действий и эффективное применение высокоточного оружия.

Для создания компьютерной графики используют множество различных приложений. Универсальные 3D редакторы, как правило, содержат все необходимое: инструменты моделирования, анимации и визуализации.

При выборе приложения нужно обратить внимание на следующее:

Функционал программы;

Удобство пользования (интуитивный интерфейс и т.д.);

Доступность, цена.

Большинство специалистов в своей работе используют сразу несколько программ: некоторые вещи проще и быстрее делать в сторонних приложениях. Поэтому можно не ограничивать себя рамками только одного пакета. Тем более, что выбор инструментов сегодня просто огромный.

Blender – профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования, скульптинга, анимации, симуля-

ции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (Node Compositing), а также создания 2D-анимаций. В настоящее время пользуется большой популярностью среди бесплатных 3D-редакторов в связи с его быстрым стабильным развитием и технической поддержкой [1].

Программа станет прекрасным подспорьем для знакомства с 3D графикой и функционированием базовых инструментов создания и редактирования 3D объектов, ведь Blender сочетает в себе набор опций, которые по отдельности встречаются в профессиональных трехмерных редакторах. Можно не привирая сказать, что в нем собрано понемногу от каждой известной программы для создания 3D моделей. Но в то же время это полностью самостоятельный, уникальный пакет трехмерной графики, не похожий ни на одно другое приложение.

Итак, что предлагает нам Blender:

3D моделирование. Представлено практически всеми существующими способами создания и работы с объемными моделями. Доступно проектирование объектов на основе примитивов, полигонов, NURBS-кривых, кривых Безье, метасфер, булевых операций, Subdivision Surface и базовых инструментов для скульптинга. Как и в 3Ds Max, программа предлагает большое количество различных модификаторов, применяемых к модели;

Анимация. Действительно хорошо поставлена в пакете. В распоряжении пользователя такие инструменты, как риггинг (скелетная анимация), инверсная кинематика, сеточная деформация, ограничители, анимация по ключевым кадрам, редактирование весовых коэффициентов вершин и т.д. Отлично реализована динамика твердых и мягких тел, а также анимация частиц [2].

Текстурирование и наборы шейдеров. Программа позволяет накладывать несколько текстур на один объект, и оснащена рядом инструментов для текстурирования, включая UV-маппинг и частичное настраивание текстур. Ряд настраиваемых шейдеров добавляет гибкости в работе с материалами;

Возможность рисования. Да, эта программа для 3D моделирования предоставляет возможность создавать наброски различными типами кистей прямо в окне приложения. Текущее назначение такой функции – помощь в создании 2D анимации, для чего эта функция также оснащена возможностью гибкой настройки, в частности, работы со слоями;

Визуализация. Пакет оснащен несколькими встроенными инструментами визуализации, а также поддерживает интеграцию с различными внешними рендерами;

Базовый видеоредактор. Функция, о которой не догадываются даже многие продвинутые пользователи программы. В Blender присутствует встроенный видеоредактор, не настолько мощный, как специализированное ПО для этих целей, но весьма неплохой [3].

Игровой движок. Чрезвычайно интересная функция программы – встроенный игровой движок для создания интерактивных 3D приложений. А программный интерфейс приложения Python API позволяет самостоятельно вносить любые коррективы в создаваемую игру.

Стоит отметить, что, несмотря на открытый исходный код и полную доступность приложения, Blender является достаточно мощным 3D редактором, который активно развивается. Конечно, пока он не может тягаться с профессиональными программами для 3D моделирования. Однако даже сейчас он представляет собой отличную альтернативу дорогостоящим приложениям и вполне справляется с поставленными задачами [4].

Blender – это прекрасный вариант для новичков в 3D моделировании, а также для тех, кто не намерен превращать компьютерную графику в источник дохода, и намерен творить для себя.

Создание 3D модели какого-либо объекта в программе Blender, можно создать несколькими способами. В данной работе я покажу один из методов создания 3D объектов.

Создание 3D модели военного факультета будет благодаря аддону программы Blender, BlenderGIS, на сайте github.

Скачиваем архив с аддоном, и добавляем его в файлы программы Blender.

После чего на главной странице программы Blender у нас появится вкладка GIS (рис. 1).

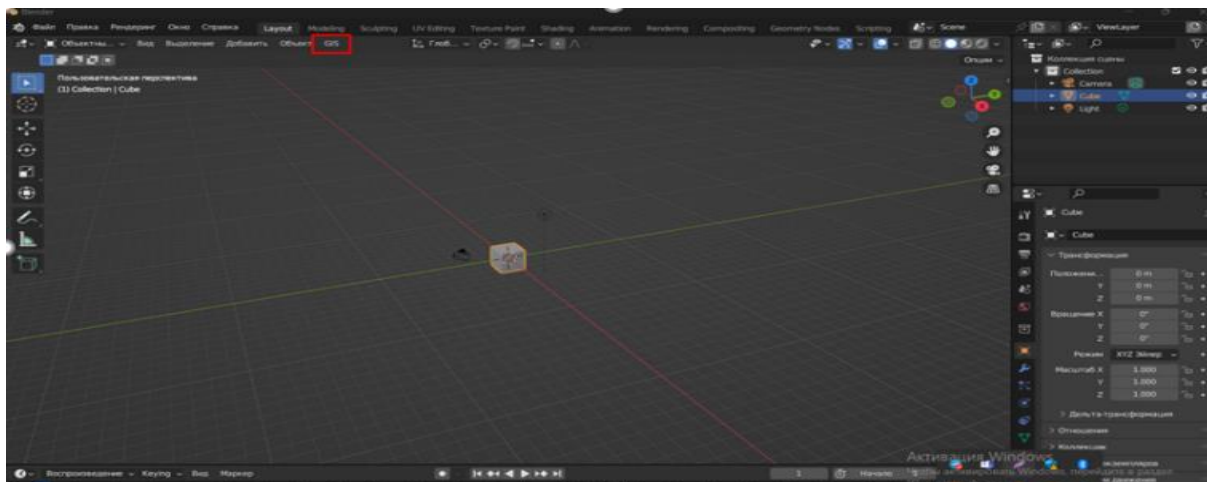


Рис. 1. Главная страница программы с добавленным аддоном BlenderGIS

В этой вкладке есть весь ряд необходимых функций для построения 3D модели любого дома, района, города, который есть на карте мира. В конечном итоге я получил вот такой результат. (рис. 2).

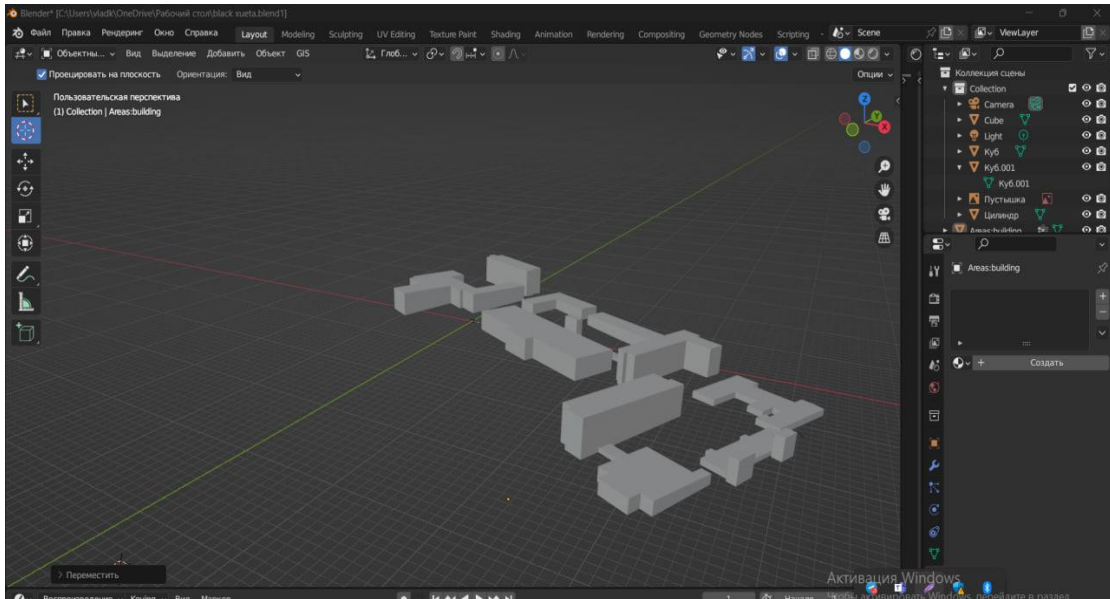


Рис. 2. Полученный результат

Далее автор решил наложить текстуры на все здания, которые построились в 3D, для этого заходим во вкладку настройка материалов, в данной вкладке есть все необходимое для наложения текстур. (рис. 3).

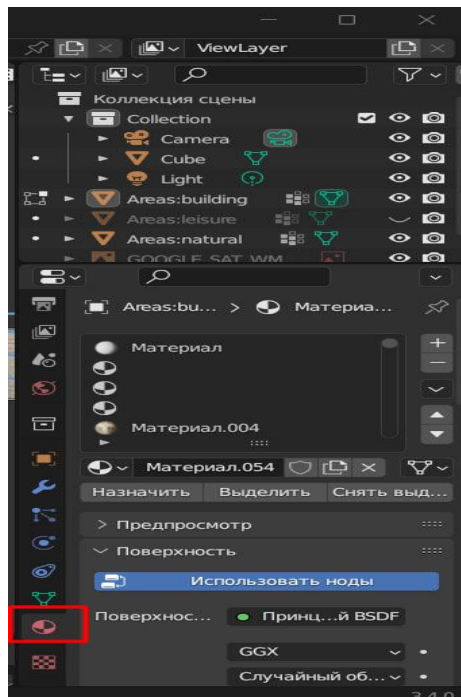


Рис. 3. Вкладка настройки материалов

И в конечном итоге получился вот такой результат (рис. 4,5).

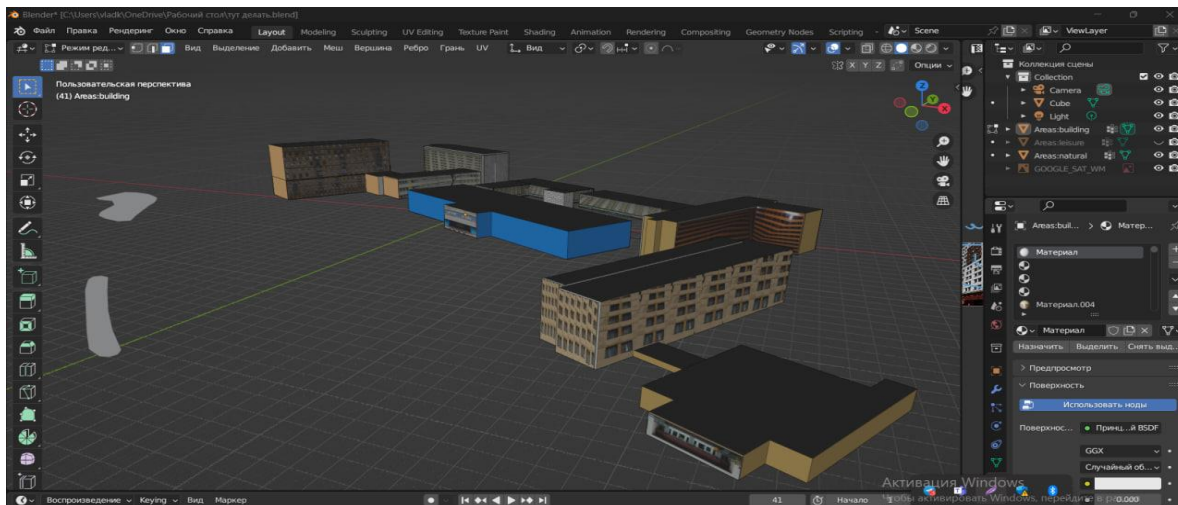


Рис. 4. Итоговый результат

Вывод: в работе было показана пошагово, как строиться 3D модель военного факультета. Рассмотрена как теоретическая, так и практическая часть.

Библиографические ссылки

1. *Маликов, Р. Ф.* Компьютерное моделирование: учебное пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 223 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14575-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт. – URL: <https://urait.ru/bcode/497010>

2. *Астапчук, В. А.* Информационные системы: требования при проектировании: учебное пособие для вузов / В. А. Астапчук, П. В. Терещенко. 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 113 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08546-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт. – URL: <https://urait.ru/bcode/492141>

3. *Грекул, В. И.* Проектирование информационных систем: учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. И. Грекул, Н. Л. Коровкина, Г. А. Левочкина. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 385с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-12104-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт. – URL: <https://urait.ru/bcode/496196>

4. *Хейфец, А. Л.* 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 2: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 279 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-07974-6. Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт. – URL:

СОЗДАНИЕ КАРТЫ ВОДНЫХ РУБЕЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.В. Котлобай¹⁾ А.С. Черенко²⁾

¹⁾ Военный факультет Белорусского государственного университета
ул. Октябрьская, д. 4, . 220030, akotlobai53@gmail.com

²⁾ Военный факультет Белорусского государственного университета
ул. Октябрьская, д. 4. г. Минск, 220030, cherenko@bsu.by

Изучены возможности специальных гидрографических карт местности, используемые в Вооруженных Силах Республики Беларусь. Проанализированы возможности создания специальных гидрографических карт местности средствами геоинформационных систем (ГИС). Представлена возможность совершенствования данных передаваемых через данные карты.

Ключевые слова: цифровая картография, ГИС-технологии, специальные карты местности, оборудование подводного вождения танков.

На протяжении долгого времени, для оценки местности, используется топографическая карта (ТК). Однако при ведении боевых действий, или подготовки к ним, возникают проблемы с передачей дополнительных данных: информация о гидрографической составляющей участок и объектов местности, которые ТК не может передать без предварительной переработки.

Ярким примером в необходимости изменений в подходе по созданию карты водных рубежей является проводимая на территории Украины Специальная военная операция.

В ходе боестолкновений неоднократно поднимался вопрос о необходимости упрощения доведения информации до командиров подразделений как при подготовке, так и во время ведения боя. Так как при выполнении поставленных боевых задач, перегрузка или нехватка данных командирами, приводила к замедлению, а порой и к срыву выполнения операции.

На май 2023 года можно судить, что большие проблемы с выполнении задач (у обеих сторон) возникли в ходе преодоления и боестолкновений на территориях, связанных с гидрографией. Примером можно считать переправу через реку Ингулец.

В ходе изучения способов отображения гидрографии с использованием ТК, были выделены следующие исторические участки развития специализированных карт.

1) середина XV – первая половина XVIII вв. - создание морских карт для помощи в навигации отдельными моряками и капитанами в личном порядке. Данные карты хранили и создавали в единичных экземплярах.

2) середина XVIII- начало XIX вв.- создание первых гидрографических карт используя данные полученные со слов капитанов кораблей и путешественников, зарождение океанографии. На первых картах давалась общая информация о побережье, и они не имели особых отличий от стандартных топографических карт (Рис. 1)



Рис. 1. Морские карты второй половины XVIII - начало XIX вв [1]

3) 40-е года XIX-середина XX вв. - развитие картографии появление лоцманских карт (в последствии “эволюционировала” в карты водных рубежей, карта участка реки и морская навигационная карта) (Рис. 2).

Данную карту использовали при передвижении по реке, для оценки характеристик русла, дна, берегов, близ лежащих городов, причалов, переправ.

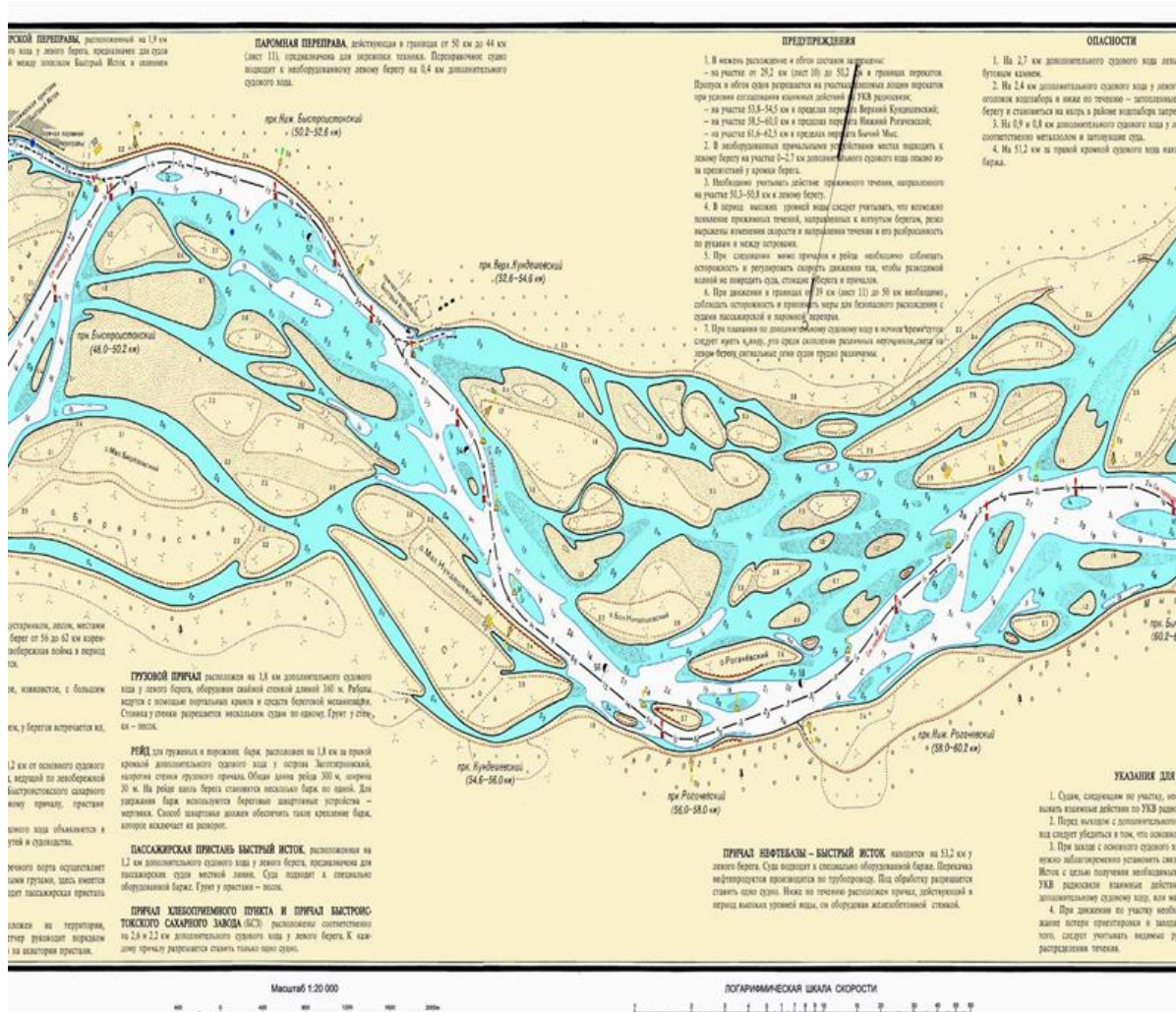


Рис. 2. Лоцманская карта на реку Обь [2]

Для военных действий стали повсеместно привлекать топографические службы при подготовке в форсировании рек. Создаются схемы форсирования рек (Рис. 3). Данные схемы использовали при подготовке к форсированию рек и оценки своих позиций и расположения противника.

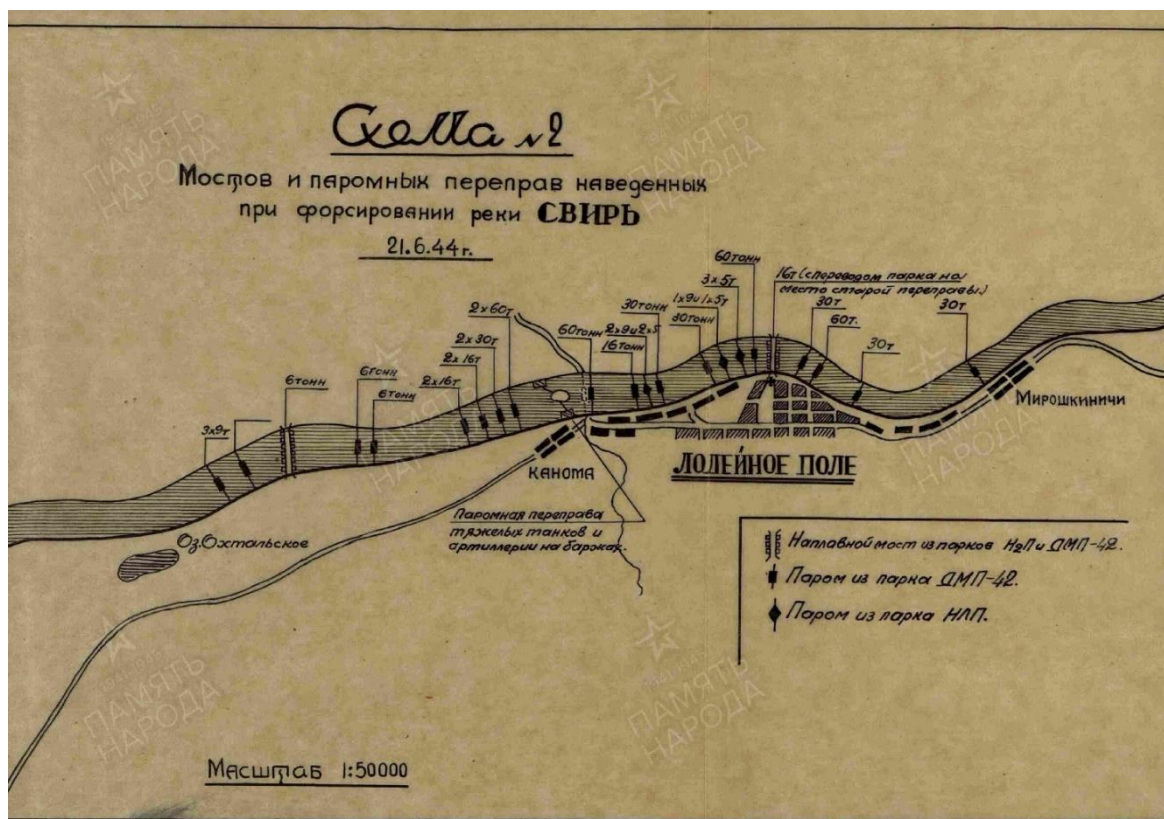


Рис. 3. Схема переправ через реку Свирь на 12-км участке между Оз. Охтольское и Мирошкинichi [3]

4) Вторая половина XX в.-н.в.- развитие гидрографии, применение современных методов анализа и оценки местности, применение ГИС при создании специальных карт. В настоящее время широко используются карты участка реки и карты водных рубежей.

В качестве исходных данных использованы векторная топографическая карта в формате SXF, данные по реке Днепр в районе города Речица, космоснимки местности.

Для создания карты водных рубежей использовалась ГИС «Панорама х64» 14 версия. Любое создание карт начинается с подготовки и обработки источников, данных по которым данная карта изготавливается. Основным источником данных, для создания карты водных рубежей, являются электронные ТК, фотодокументы местности и иные документы, способные передать характеристики местности [4].

Для принятия решений и выполнения поставленных задач на форсирование, командирам необходимы сведения, позволяющие произвести оценку условий, в которых будут протекать боевые действия войск.

К таким условиям относятся следующие:

1. условия проходимости местности на подступах к речному рубежу;
2. условия скрытого сосредоточения войск и переправочных средств перед форсированием;
3. условия наблюдения за противником и действиями переправляющихся войск;
4. условия переправы войск через русло реки на различных участках и выбор наиболее удобных участков для организации пунктов переправ;
5. условия действия войск на противоположном берегу после переправы;
6. глубина реки, скорость течения и тип её грунта [5].

Не малую роль в подготовке к переправе играет время года.

Гидрографические карты можно классифицировать в зависимости от климатических и погодных условий:

1. сухой летний период
2. влажный период с выпадением высокого количества осадков и размывом почв;
3. сухой зимний период с образованием мощных ледяных поверхностных образований;
4. зимний период с выпадением большого объёма снежных масс [6].

Особое значение имеют лесные участки, расположенные в непосредственной близости к руслу реки. Войскам необходимо знать густоту деревьев, сомкнутость крон и преобладающую породу деревьев.

При создании специальной гидрографической карты, на электронную топографическую карту, помимо утверждённых условных знаков, согласно требований по оформлению гидрографических карт, имеет смысл добавить такие знаки как:

- места наиболее пригодны для постановки понтонной переправы;
- места для преодоления рек в брод техникой (согласно её характеристик);
- рельеф дна;
- характеристика грунтов изучаемого района [7].

Исключительной особенностью, современной тяжёлой техники, является возможность преодоление водных преград по дну. Что позволяет использовать их в тех моментах, когда противник не ожидает [8].



Рис. 4-Форсирование танками водного препятствия

Масса и габариты нашей техники, в сравнении с техникой НАТО, меньше, что позволяет использовать её в более широком аспекте территорий. Изучая вышеизложенные данные стоит понимать, что не любая местность подойдёт для форсирования рек как с ходу, так и с использованием оборудования подводного вождения танков(ОПВТ).

Необходимо учитывать такие характеристики как:

- 1.уклон берега;
- 2.глубина реки;
- 3.тип дна;
- 4.скорость течения;
- 5.открытость подходов к берегу;







Все эти данные играют важную роль при подготовке к выполнению поставленных задач.

При создании специальных топографических документов на речные рубежи исключительную важность приобретает фотограмметрическая обработка аэрофотосъёмочного материала, включающая процессы дешифрирования, фотограмметрических измерений и составления документов.

Для получения аэрофотоснимков, в современных навигационно-топографических частях, используют беспилотные летательные аппараты (БЛА). Наибольшее распространение в частях получил БЛА Бусел [11].

Разработанные мною новые условные знаки, которые передают тип техники, которая может переправиться через водную преграду и способ её передвижения по ней, представлены в таблице.

Новые условные топографические знаки и их отображение

Название	Характеристика	Отображение
Переправа гусеничной техники (надводный)	Отображает какая техника может переправляться и глубину реки	
Переправа для колёсной техники	Отображает какая техника может переправляться и глубину брода	
Переправа танков с использованием ОПВТ	Отображает место переправы танков с использованием ОПВТ	
Переправа с использованием плав.средств и машин-амфибий	Отображает место переправы с использованием плав.средств и машин-амфибий	
Места наиболее благоприятные для понтонной переправы	Отображает места наиболее благоприятные для понтонной переправы	
Портовые сооружения	Отображает наиболее крупные порты и портовые сооружения	

Используя данные знаки можно указывать места на карте, где имеется возможность по пересечению водных преград. Данные для их отображения можно получать в ходе специальной топографической разведки, изучая данные по реке из сторонних (гражданских) источников. Их отображение упростит подготовку к форсированию рек и разработку плана боевых действий.

Заключение

Всё выше описанное говорит о том, что современные ГИС нуждаются в доработке и преобразовании для нужд армии и войск. В перспективном будущем имеется возможность по доработке и созданию новых топографических знаков с возможностью более детально анализа местности при ведении и подготовки к ведению БД.

Изучая специальные гидрографические карты, можно сделать вывод, что они не используют возможности ГИС в полной мере. Возникает проблематика непонимания и нежелания.

Нежелание отображается в том, что малое количество пользователей заинтересовано в развитии как своих умений, так и возможностей программы.

Непонимание – малое число пользователей ГИС имеют чёткое представление касательно того как будет использоваться та картографическая информация, которую они производят.

Всё это приводит к тому, что выдаваемые специальные картографические карты перегружены дополнительной информацией, которая отяжеляет понимание пользователя касательно местности и не позволяет ему, без должной подготовки, сформировать чёткую картинку в своём понимании.

Библиографические ссылки

1. Геопортал русского географического общества [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://geoport.ru/record/3909> - Дата доступа: 29.09.2022.
2. UWM Libraries [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://collections.lib.uwm.edu/digital/collection/agdm/id/18606/> - Дата доступа: 25.10.2022.
3. Батов П. И. Форсирование рек. 1942–1945 гг. (Из опыта 65-й армии). — М.: Воениздат, 1986. — 160 с.
4. Черенко А. С., Корьев Л. В. Использование геоинформационных технологий для формирования специальной карты геодезических данных Вооруженных Сил Республики Беларусь //Земля Беларуси. – 2021. – №. 2. – С. 36-44.
5. Котлобай А. В., Черенко А. С. Использование геоинформационных технологий для создания специальных гидрографических карт в Вооруженных Силах Республики Беларусь. – 2022.
6. Черенко А. С., Курлович Д. М. Использование геоинформационных технологий для формирования специальной карты условий проходимости. Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. 2023;1:00–00. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2023-1-00-00>.
7. Котлобай А. В. Использование ГИС в анализе тактических свойств местности. – 2021.
8. Шаховцов А. В. и др. Оценка вероятности преодоления мелководных участков водных преград БТР-82А и БТР М113А3 при различных углах наклона берега //Наука и военная безопасность. – 2021. – №. 1. – С. 24-28.
9. Ткачёв В. А., Фихт А. Д. Особенности подготовки боевых машин иностранных армий к преодолению водных преград //Приоритетные направления повышения качества подготовки специалиста технического обеспечения. – 2020. – С. 156-162.
10. Ванягина М. Р., Золотухина В. П. Вооружение и военная техника США (Английский язык). – 2016. – 192 с.
11. Военный информационный портал МО РБ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mil.by/ru/forces/sv/equipment/> - Дата доступа: 27.10.2022

УДК: 631.41

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ДЕТАЛЬНОМ МАСШТАБЕ

Е. С. Фруль

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости 4,
г. Минск, zhenyafrul@yandex.ru*

Проанализирован опыт использования геоинформационных систем при анализе воздействия водной эрозии на почвенный покров. Изучены особенности проведения и обработки данных лидарной съемки. Построены картограммы влажности для каждого опытного участка и выявлена взаимосвязь между влажностью почвы и рельефом. Построена карта суммарного потенциального смыва почвы на опытном участке.

Ключевые слова: почвенный покров, геостатистика, вариограмма, влажность, рельеф, LIDAR, эрозия.

Исследование эрозионной деятельности является достаточно сложной задачей, т. к. на нее влияет большое количество факторов: эрозионная способность осадков, способность почвы к эрозии, наличие растительного покрова, длины, уклоны склонов. Такое разнообразие факторов, влияющих на эрозию, сильно усложняет ее моделирование для проведения точных расчетов. Гипотезой настоящего исследования выступила опасность деградации почвенного покрова, вызванная водной эрозией. В работе было рассмотрено большое количество работ зарубежных авторов, и главным выводом является то, что уникальные природные особенности территории не позволяют применять одну и ту же модель к различным регионам, поэтому стоит проблема разработки теоретических моделей в неисследованных регионах. Разнообразие моделей позволяет их применять как на больших территориях так и на локальных участках.

Объектом исследования являются 5 опытных участков заложенных на территории Барановичского района Брестской области. Для исследования был выбран именно этот район, так как в пределах него представлены ключевые особенности рельефа Новогрудской возвышенности. Также для данного района характерно значительное увеличение количества эрозионных процессов.

Информация для исследования, была получена в ходе полевого исследования, в результате которой было отобрано 565 почвенных проб.

С помощью лазерного сканирования были получены детальные цифровые модели рельефа для каждого опытного участка [2].

Воздушное лазерное сканирование (ВЛС), или лидарная съемка – достаточно новая технология, позволяющая создать цифровую модель объекта на основе облаков точек с определенными пространственными координатами. Для их получения используется лазерный сканер – LiDAR, который в процессе съемки записывает для каждой точки координаты (XYZ) и численный показатель интенсивности отраженного сигнала. Он зависит от свойств поверхности, на которую визируется лазерный луч.

В ходе исследования были созданы картограммы влажности почвы, почвенная карта, а также карта суммарного потенциального смыва почвы. Для моделирования использовалось адаптированное к условиям Беларуси универсальное уравнение Уишмейра-Смита [1]. При составлении картограмм влажности использовались геостатистические методы [3].

Для моделирования и расчета суммарного потенциального смыва почвы был выбран программный продукт ArcGIS Pro 3.0. В данном программном комплексе возможно представление информации в виде грида, что в свою очередь позволяет использовать функции картографической алгебры, а именно сложение и произведение ячеек раstra.

Значение потенциального смыва почвы (A) определяется суммой смыва, обусловленного ливневыми осадками (A_1) и смыва под действием талых вод (A_2), и описывается адаптированным к условиям Беларуси универсальным уравнением В.Х. Уишмейра и Д.Д. Смита:

$$A = A_1 + A_2 = R * K * L * S + K * h * L * S$$

где A_1 – смыв почвы ливневыми осадками, т/га в год; A_2 – смыв почвы талыми водами; R – фактор осадков, выраженный через эрозионный индекс осадков; K – фактор почвы, выраженный через коэффициент противозэрозионной стойкости почвы; L – фактор длины склона, м; S – фактор уклона, °; h – слой склонового стока за период снеготаяния, мм.

Главным выводом проведенного исследования служит то, что современные ГИС позволяют производить моделирование даже таких сложных природных процессов как эрозия почв. А также использование геостатистики в почвенных исследованиях позволяет произвести математический анализ исследуемых явлений, и доказать правильность полученных выводов с помощью математических формул. Современное оборудование, а именно БПЛА оснащенные лидаром, помогают в корот-

кий срок получать точную цифровую модель рельефа местности при небольших трудозатратах.

Библиографические ссылки

1. *Червань А.Н., А.Ф. Черныш, А.М. Устинова.* Геоинформационное моделирование в почвозащитной организации агроландшафтов Беларуси. Институт почвоведения и агрохимии

2. *Сазонов А. А. и др.* Применение воздушного лазерного сканирования в археологических исследованиях на территории Беларуси.

3. *Клебанович Н. В., Киндеев А. Л., Сазонов А. А.* Геостатистический анализ при картографировании пространственной неоднородности влажности и кислотности почв. – 2021.

СЕКЦИЯ 3

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 372.862

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ «ВИЛИЯ – М»

Т.В. Ошмяна¹⁾, В.М. Булойчик²⁾

¹⁾ Военная академия Республики Беларусь, пр. Независимости, 220, 220057,
г. Минск, Беларусь, tanya.oshmyana@yandex.ru

²⁾ Военная академия Республики Беларусь, пр. Независимости, 220, 220057,
г. Минск, Беларусь vas-mih@tyt.by.

Рассматривается проектирование информационного взаимодействия между моделируемыми объектами в имитационном модельном комплексе «ВИЛИЯ – М» (ИМК). Для воспроизведения этих процессов на ЭВМ первоначально проектируется схема взаимодействия подсистемы управления модельным объектом с подсистемой связи. Затем разрабатывается функциональная схема информационного взаимодействия между подсистемами управления модельными объектами, воспроизводимая в ИМК тактического звена управления сухопутных войск, с привязкой к цифровой карте местности (ЦКМ).

Ключевые слова: военные действия, имитационное моделирование на ЦКМ, информационное взаимодействие, радиосвязь.

Сегодня одним из направлений применения системы моделирования военных действий (СМВД) является поддержка решений, принимаемых на различных уровнях военного управления. В Вооруженных Силах Республики Беларусь создается отечественная СМВД [1]. Разработанный и принятый на снабжение в Вооруженных Силах Республики Беларусь имитационный модельный комплекс «Вилия – М» является составным элементом СМВД, предназначен для повышения эффективности подготовки общевоинсковых командиров тактического звена управления Сухопутных войск (СВ) и оценки принятых ими решений в процессе учебных компьютерных занятий (учений) (рис. 1) [2].

На основе имитационного воспроизведения составных процессов боя и боевых действий ИМК обеспечивает получение наиболее эффективного варианта организации управления подразделениями в

тактическом звене управления сухопутных войск. Имитация этих процессов в ИМК согласно логике развития событий осуществляется при помощи модели подсистемы управления и ее составных элементов. На рисунке 2 отображено место проектируемой подсистемы связи в структурной схеме подсистемы управления, которая является основой ИМК.



Рис. 1. Типовой вариант размещения ИМК в учебной аудитории

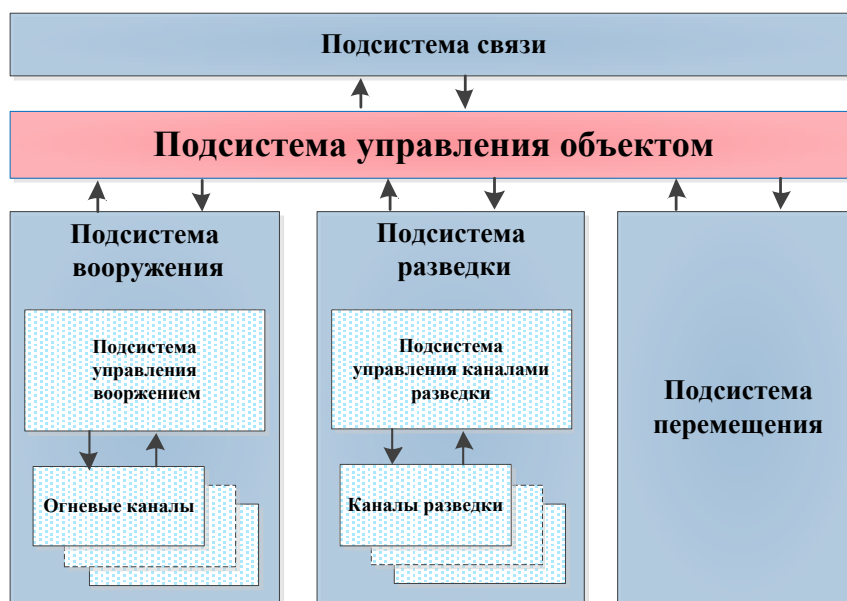


Рис. 2. Схема взаимодействия подсистемы управления модельным объектом с подсистемой связи

Организация взаимодействия обучаемых (командиров тактического звена управления сухопутных войск) в процессе учебных компьютерных занятий (учений) осуществляется в соответствии с заданной для проводимого занятия схемой, как показано на рисунке 3.

В настоящее время в ИМК считается, что все формируемые команды и донесения, передаваемые и принимаемые в форме информационных посылок (сообщений) доходят до адресатов без каких-либо искажений и помех [2], из множества учитываемых факторов боевой обстановки влияние состояния связи между подразделениями, к сожалению, не рассматривается, что является недостатком данного ИМК.

Задачи, решаемые ИМК:

1. Формирование событийно-временных схем управления и постановку задач моделируемым объектам в соответствии со сценарием занятия (в соответствии замыслом компьютерного учения) (рис. 4);

2. Обмен информацией (текстовыми или графическими распоряжениями, модельными объектами, их задачами) между командирами (обучаемыми) различного уровня системы управления, что обеспечивает их информационное взаимодействие в ходе выполнения учебных боевых задач (рис. 4).

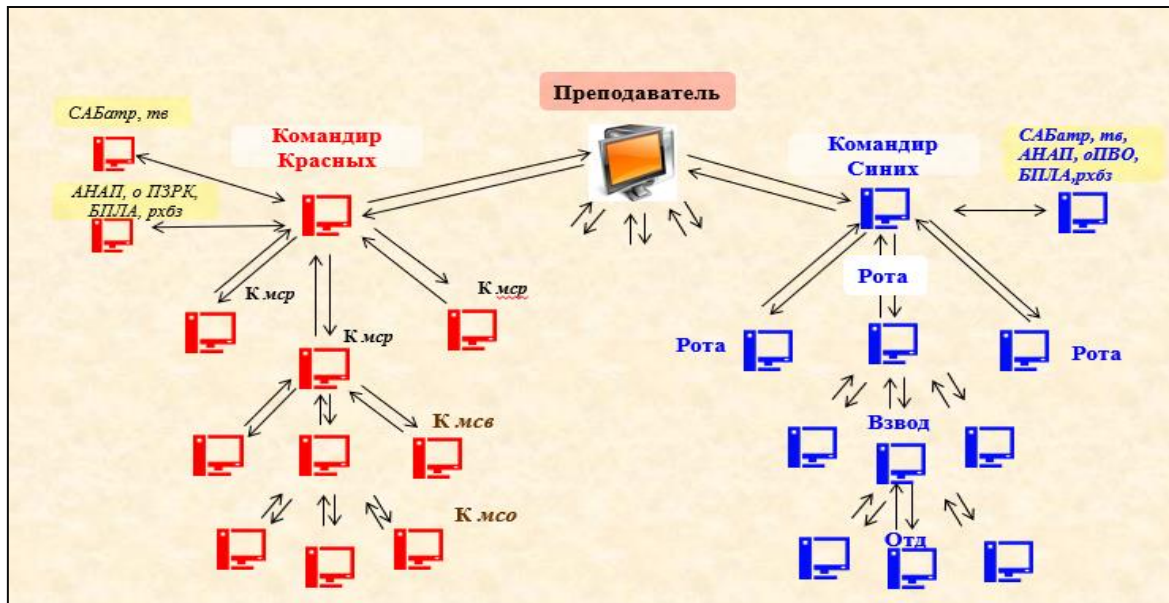


Рис. 3. Схема взаимодействия автоматизированных рабочих мест

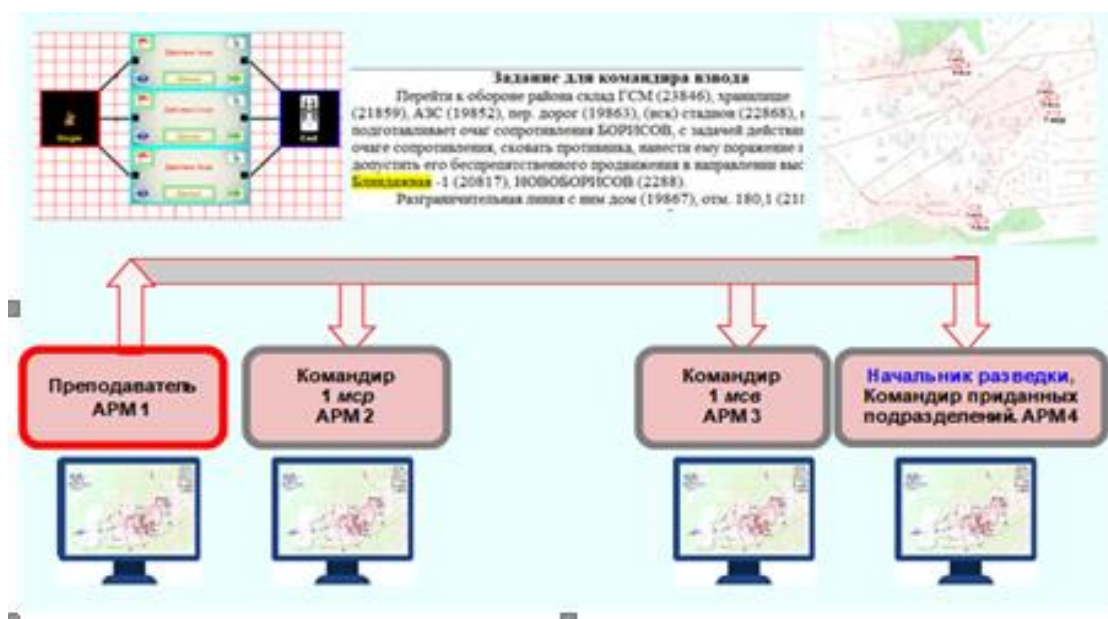


Рис. 4. Задачи, решаемые ИМК

Исходя из решаемых задач и с целью устранения недостатка, в ИМК, была добавлена функциональная схема подсистемы связи, которая предполагает решения задач по обеспечению взаимообмена сообщениями в ротном ТЗУ (рис. 5).

Сегодня органы управления мотострелковой роты для связи с подчиненными и вышестоящими подразделениями механизированного (танкового) батальона имеют и используют следующие средства связи УКВ-диапазона [3].

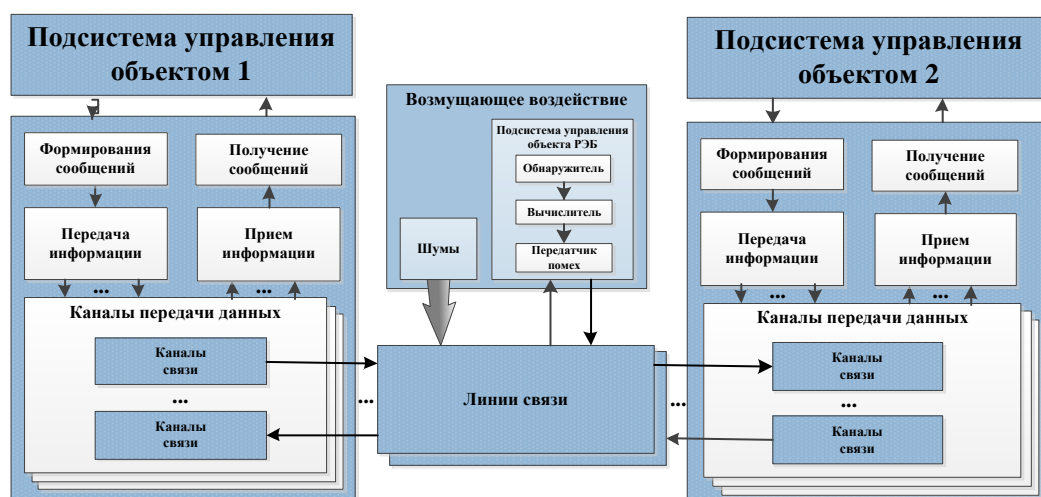


Рис. 5. Функциональная схема информационного взаимодействия между подсистемами управления модельными объектами

Рассмотрим средства управления звена «рота – взвод – отделение – солдат»: радиосвязь в мотострелковых ротах может организовываться с командирами взводов, бронегруппой и огневой засадой по радиосети командира мср на Р-181-50ТУ, Р-173 (Р-173М), Р-123 (Р-123МТ), Р-111, Р-181-5НУ (Р-180, Р-188), Р-159. Схема радиосвязи мотострелковой роты с танковым взводом, представлена на рисунке 6.

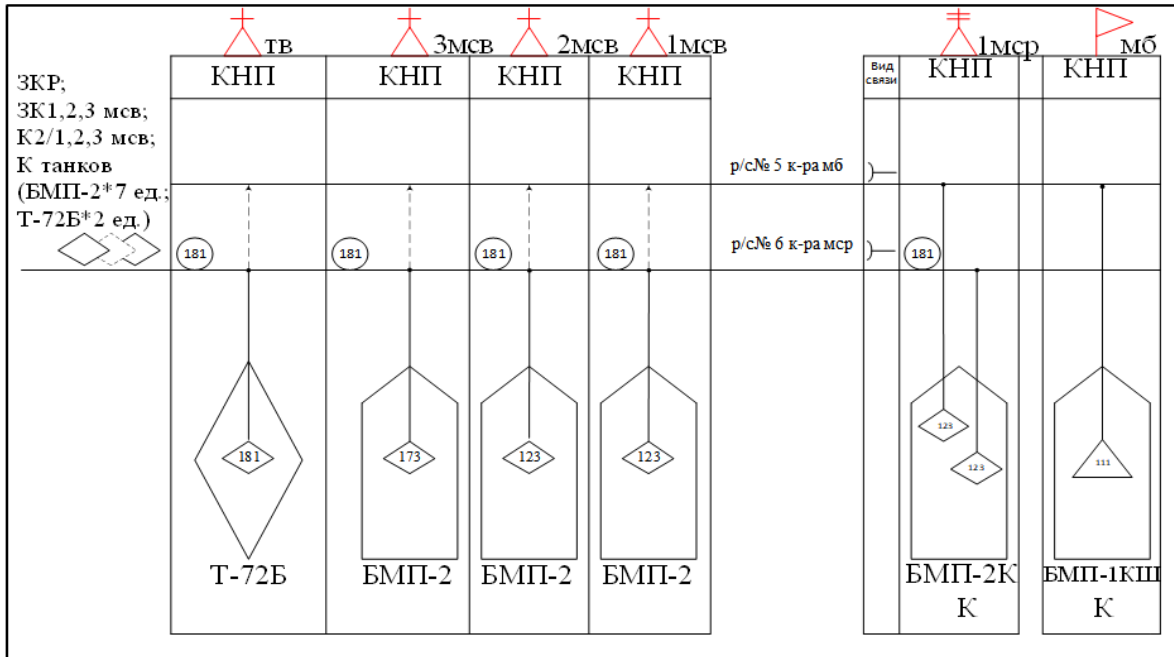


Рис. 6. Схема радиосвязи мср с тв (вариант)

Отдельные фрагменты реализации схемы радиосвязи и блок-схемы алгоритма имитации процесса передачи сообщений в ротном ТЗУ реализованы в ИМК на примере УКВ радиосвязи. На рисунке 5 представлен вариант построения зоны прямой видимости с учетом кривизны земной поверхности. Она отображена с помощью интерфейса ИМК (в углу рисунка 7 показаны возможности классификатора объектов моделирования, обозревателя решений и характеристик объектов моделирования).

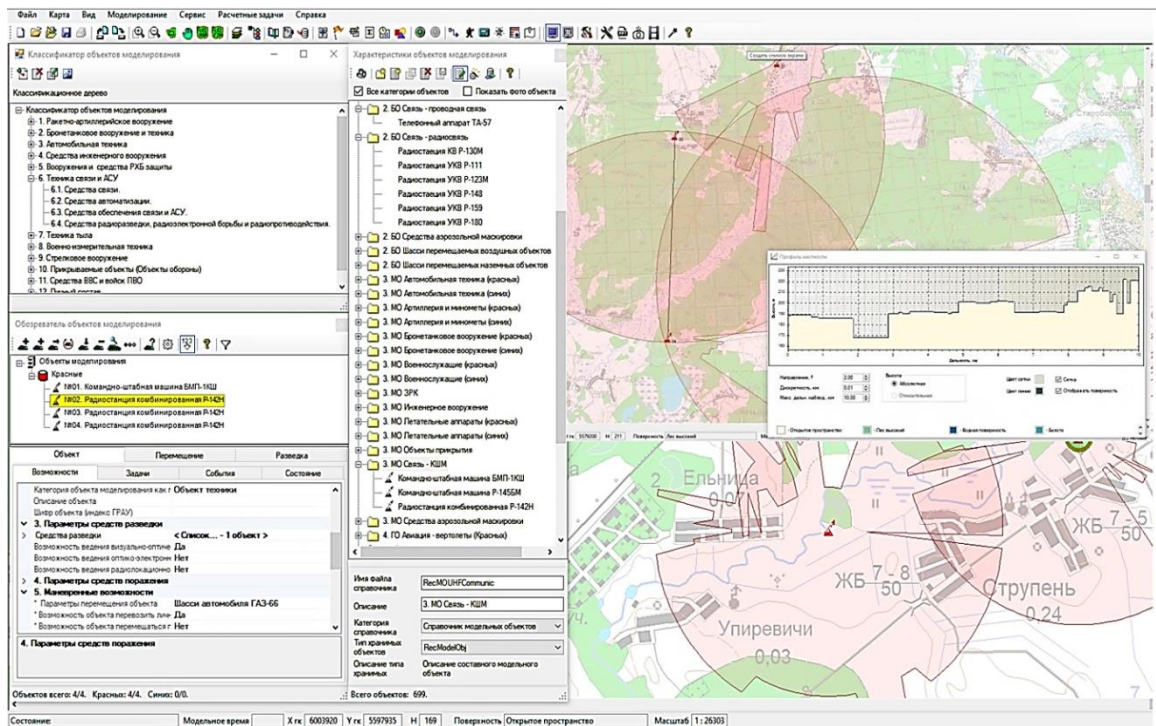


Рис. 7. Вариант построения зоны прямой видимости с учетом кривизны земной поверхности в ИМК

Авторы данной статьи являются участниками процесса разработки и внедрения цифровых технологий в образовательный процесс подготовки руководящих кадров для тактического звена управления Вооруженных сил Республики Беларусь [2].

Библиографические ссылки

1. Об утверждении плана реализации Концепции создания Системы моделирования военных действий: приказ Министра обороны Респ. Беларусь, 30 нояб. 2009 г., № 971.
2. Разработка программного комплекса моделирования боевых действий тактического уровня. Отчет о НИР. Шифр «Вилия-М». Минск. ВС РБ, 2020. Рег.№ 20201363 от 17.07.20.
3. Ошмяна, Т. В. Моделирование информационного взаимодействия в тактических подразделениях Сухопутных войск / Т. В. Ошмяна, В. М. Булойчик, // Сб. науч. ст. ВАРБ. – 2022. – № 42. – С. 155 – 164.

ПРЕИМУЩЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ НЕГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

А. О. Богданов

*Белорусский государственный университет, Военный факультет,
ул. Октябрьская, 4, 220030, г. Минск, artem10042000@gmail.com*

В публикации автор рассматривает возможности использования геоинформационных систем военного назначения для подготовки военных специалистов, выделяет задачи, решаемые с помощью геоинформационных систем военного назначения, даёт оценку времени обучения некоторым функциям программных продуктов конструкторского бюро Панорама.

Ключевые слова: геоинформационные системы; вооруженные силы; панорама; оператор; цифровые карты; специальные карты.

Подготовка военных специалистов в современных условиях – важнейшая задача, поставленная государством, для поддержания боевой готовности Республики Беларусь в условиях напряженной обстановки в мире и на ближайших границах. Использование современных интерактивных методов в подготовке предоставляет возможность улучшения образовательного процесса военнослужащих.

Геоинформационные системы (ГИС) дают возможность выхода на качественно новый уровень визуализации географической информации, что значительно увеличит способности военнослужащих к принятию правильных решений по размещению сил, увеличит качество читаемости карт, позволит лучше ориентироваться на местности.

Использование общедоступных ГИС уже применяется для подготовки воинов топографов, вследствие чего многократно увеличивается эффективность обработки географической информации, географического анализа, отпадает необходимость к вычерчиванию листов планов и карт вручную, что крайне благоприятно влияет на скорость и качество конечного продукта. Однако, возможности ГИС применимы также и для обучения военных специалистов негеографических специальностей.

ГИС военного назначения (ГИС ВН) – специализированные ГИС, предназначенные для решения военно-прикладных задач, таких как:

- принятие решений на местности;
- планирования действий войск;
- планирование маршрутов передвижения;

- выбор наиболее удачных позиций;
- построение точек и маршрутов видимости;
- создание специальных карт.

Использование ГИС ВН при подготовке воинов негеографической специальности уже применяется в БГУ. Обучение таких специалистов с применением продуктов конструкторского бюро Панорама позволяет обучать военнослужащих важным навыкам, обучение которым раньше было трудоёмким и время затратным, а также вызывало необходимость всегда иметь крупные объёмы учебных карт.

ГИС ВН «Оператор» содержит средства редактирования оперативной обстановки, разнообразные классификаторы и библиотеки условных знаков оперативной обстановки. Использование данной ГИС позволяет, как моделировать различные условия непосредственного соприкосновения с противником в тактической зоне, без особых затрат времени и материальных средств, так и вести оперативное обновление информации в ходе боя.

ГИС «Панорама» – универсальная геоинформационная система, имеющая средства:

- создания и редактирования цифровых карт и планов;
- обработки данных дистанционного зондирования Земли;
- выполнения различных измерений и расчетов, оверлейных операций;
- построения трёхмерных моделей местности и рельефа;
- обработки растровых данных;
- подготовки графических документов в цифровом и печатном виде;
- работы с базами данных;

Данный продукт является основным для военных топографов, но он также и обладает функциями, которые будут полезны для решения задач, поставленных другим военным специалистам.

Крайне удобна функция хранения топографических карт. Обучение использованию данной программы на самом базовом уровне и наличие компьютерных средств в тактической зоне решит ряд проблем, таких как:

- значительно сокращается объём перевозимых топографических карт;
- быстрее подбирается нужный лист карты;
- ускоряется получение географической информации, необходимой командирам подразделений в условиях непосредственного соприкосновения с противником и при совершении марша;
- предоставляется возможность для подготовки и моделированию действий при планировании операции;

Также использование цифровых карт значительно уменьшает вероятность потери и нехватки какой-либо географической информации, а применение компьютеров позволит иметь при себе огромный объём географической информации без необходимости хранения в специализированных условиях.

Использование модуля «Атлас карт» позволит оперативно переходить между перекрывающимися картами разных масштабов, что откроет возможность оценивать обстановку на разных уровнях тактических и стратегических действий.

При более углубленном обучении военных специалистов решится ряд задач, увеличивающих качество:

- сетевого анализа дорожных сетей;
- построения наиболее удачных маршрутов передвижения;
- увеличится скорость подсчёта требуемых ресурсов при совершении марша войск;

Функция построения маршрутов видимости позволит выбрать наиболее безопасные участки в той или иной обстановке.

Возможности подготовки и печати сложных отчётов, включающих карту, графику, таблицы с применением нужного зарамочного оформления упрощает получение новой аналоговой карты, что также важно в ходе боевых действий для решения задач, поставленных младшим командирам, а также в ходе непосредственного соприкосновения с противником.

Зачастую для ведения боя, разведки местности, планирования маршрута и для выполнения других специальных задач, обычных топографических карт недостаточно для полной оценки местности и ситуации в ходе боевого столкновения. Для решения данной проблемы применяются специальные карты, такие как: аэронавигационные карты, карты путей сообщения, карты водных рубежей, карты изменений местности, карты участков рек, карты зон затопляемости и карты источников водоснабжения.

Обучение простейшему тематическому картографированию военных специалистов позволит:

- в разы увеличить оперативность создания специальных карт;
- вносить самую свежую информацию для принятия решений, ведь количество специалистов-топографов зачастую не позволяет получать важные специальные карты с достаточной оперативностью.

Увеличение количества специалистов, способных создавать специальные карты откроет ряд преимуществ, так как:

- выведет на новый качественный уровень оперативность подготовки картографической специальной информации,

- позволит в сжатые сроки получать специальные карты крупных масштабов для применения в тактической зоне,

- возможности ГИС позволят путём оперативного соединения полученной информации о местности, сшивки листов карты и практически мгновенной генерализации информации, получать обновлённые специальные карты уже более мелких масштабов, которые нужны для принятия решений командирами подразделений.

Также немаловажным будет обучение большего числа военнослужащих к использованию возможностей ГИС для топогеодезической привязки позиций войск. Одной из главной отличительной особенностью ГИС является возможность использования растровых изображений дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Используя ГИС открываются возможности:

- уточнения положения войск на более наглядных по своему содержанию снимках местности.

- применения свежих ДЗЗ, позволит более точно установить плановое положение войск на местности, используя более наглядное представление информации, путём наложения спутникового снимка на топографическую карту и благодаря отсутствию генерализации снимков.

Процесс географической привязки снимка, если тот не был изначально геопривязанным, занимает малое количество времени, а обучение процессу геопривязки в средствах ГИС занимает считанные часы.

Подводя итог, требуется отметить, что обучение использованию ГИС ВН военных специалистов негеографического профиля позволит выйти на качественно новый уровень получения и применения географической информации о местности. Воины-топографы сложны в подготовке, их количество немногочисленно, для решения простейших задач по созданию и обновлению некоторых карт можно отдать ряду специалистов негеографического профиля. Применение ГИС ВН на разных уровнях тактической и стратегической обстановки, а также возможность оперативного нанесения ситуации, благоприятно повлияют на оперативность и качество принимаемых решений, как младших командиров, так и командиров подразделений и частей. Введя курс базового изучения ГИС ВН в подготовку различных специалистов, можно с минимальными затратами в сжатые сроки увеличить возможности к получению наиболее оперативной цифровой информации о местности.