



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЕННОЕ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
КАДЕТСКИЙ КОРПУС МО РФ»

2-я ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЮНЫЕ ТЕХНИКИ И ИЗОБРЕТАТЕЛИ»

«КОСМИЧЕСКИЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»: ИСТОРИЯ
СОЗДАНИЯ, СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРАКТИЧЕСКИХ И
НАУЧНЫХ ЦЕЛЯХ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Автор:
Хухрянский Максим,
Кадет 10 е класса ФГКОУ
«Санкт-Петербургский
кадетский корпус МО РФ»

Научный руководитель:
Андрук Валентина
Анатольевна
Преподаватель
информатики

Москва
2015

Оглавление

Введение	3
1. Космическая навигация. Немного истории	5
1.1. Космические системы навигации	6
1.2. Спутниковая навигация: реальность и перспективы ...	7
1.3. Немного об истории и технической составляющей	7
1.4. Первая в мире	8
2. Моделирование электронных карт	12
2.1. Цифровые модели местности	13
3. Этапы моделирования	15
4. Выводы	17
Заключение	18

Введение

Развитие науки, техники, информационных технологий в наши дни предъявляет высокие требования к довузовскому образованию. И по содержанию и по форме современное образование должно учить мыслить, находить нестандартные решения в разных ситуациях и отстаивать собственную позицию в разных сферах жизни человека и общества, т.к. в постоянно меняющемся мире образование не может носить просто информационный характер. Сегодня образование становится одним из основных средств обеспечения личной, групповой и общечеловеческой безопасности.

Космонавтика, являясь показателем достигнутого уровня научно-технологического и социально-экономического развития страны, катализатором и двигателем прогресса, в настоящее время уже становится одним из самых приоритетных направлений международного сотрудничества и мировой ареной для коммерческой деятельности, а в XXI веке, безусловно, станет научно-технической базой для устойчивого развития и важным элементом новой космической культуры человечества.

Неуклонно возрастает значение космической деятельности для связи, телевидения, навигации, метеорологии, наук о Земле и Космосе, контроля над выполнением международных договоров и соглашений, образования, культуры, информатизации общества, экологического мониторинга, рационального природопользования, сохранения окружающей природной среды и других насущных для всего мирового сообщества практических задач.

Актуальность проекта

ВУЗы готовят сегодня специалистов, которым необходимо использовать в своей профессиональной деятельности космические геоинформационные технологии. В перечень образовательных программ и дисциплин ведущих университетов России входят такие, как: «Физика» на основе информации от

датчиков Солнца, космических излучений, излучения Земли и атмосферы; «Космическая информатика»; «Проектирование КА», использующая весь поток телеметрической информации с борта МКА; «Космическая телеметрия»; «Космическая баллистика»; «Космическая навигация»; «Управление космическими системами»; «Управление космическими аппаратами»; «Организация космической связи»; «Защита информации в космических линиях связи»; «Космическая телематика».

Ракетно-космическая промышленность стала основой наукоемких технологий XXI века, космическая деятельность - одной из ведущих отраслей народного хозяйства, началась коммерциализация космической деятельности – в первую очередь в сфере космической связи, коммуникации и телевидения, далее, опережающими темпами в сфере дистанционного зондирования Земли. В современном мире достижения в исследовании и эксплуатации космоса являются одним из важнейших показателей уровня развития страны. На сегодняшний день можно констатировать необходимость использования в образовательном процессе учебных заведений космических информационных технологий для обеспечения конкурентоспособности своих выпускников в последующей жизни. Внедрение в учебный процесс технологии приема и обработки космической информации дает уникальный шанс знакомства на практике с возможностями множества различных будущих профессий.

Настоящий проект является научно-ориентированным и предполагает создание 3D-модели Санкт-Петербургского кадетского корпуса.

Целью проекта является

- повышение мотивации юношества к получению более качественных профессиональных навыков, нравственному совершенствованию;

- интеграция учащихся в международную систему космического образования;

- гражданско-патриотическое воспитание подрастающего поколения на образе национального героя – летчика-космонавта, ученого, разработчика современных космических систем.

При этом ставятся следующие **задачи**, позволяющие раскрыть цель проекта

- Воспитание патриотизма и формирование мировоззрения, направленного на осознанное понимание значимости и практической ценности результатов космической деятельности как одной из наиболее наукоемкой отрасли: Это позволит решать задачи, которые будут определять уровень национальной безопасности государства, технический, экономический и интеллектуальный потенциал России в XXI веке;

- Внедрение новейших технологий обработки космической информации в образовательный процесс;

- Военно-профессиональная ориентация;

Практическая значимость работы

Материалы работы и сама имитационная 3D - модель могут быть использованы в ходе плановых и дополнительных занятий по географии, истории, информатике.

1. Космическая навигация. Немного истории

Космическая навигация — либо определение местоположения космических летательных аппаратов, либо определение местоположения некоторой точки на Земле с помощью искусственных спутников.

В первом случае навигационная задача заключается в определении местоположения летательного аппарата относительно других летательных аппаратов или космических тел и в прогнозировании движения летательного аппарата как материальной точки. Система космической навигации включает в себя как бортовые, так и внешние (находящиеся на другом космическом аппарате или теле) измерительные приборы и вычислительные средства. При

этом космическая навигация может осуществляться в автоматическом режиме или с участием.

В последнее время для определения местоположения ИСЗ могут также применяться спутниковые системы навигации, в частности GPS.

Во втором случае навигационная задача сводится к определению широты, долготы и высоты точки на Земле. Система навигации в данном случае состоит из группы искусственных спутников на орбите и устройства, способного принимать сигнал со спутников и обрабатывать полученные данные. Наибольшее распространение получила система навигации GPS. В данный момент идёт разработка европейской системы Галилео.

В настоящее время в повседневную жизнь людей все шире входят технологии спутниковой навигации с использованием навигационных спутниковых систем Глонасс и GPS. Эти технологии широко применяются в авиации, морском и наземном транспорте и др. При этом необходимо отметить, что в учебном процессе они практически не применяются. Между тем, на наш взгляд, технологии спутниковой навигации могут существенно повысить качество учебного процесса по целому ряду учебных дисциплин (география, математика, информатика и др.). Известно, что с помощью приборов спутниковой навигации можно получать цифровую информацию о значениях географических координат (широта, долгота, высота) географической точки. Используя комплект спутниковых навигаторов, учащиеся могут решать ряд интересных задач практической направленности.

1.1. Космические системы навигации

Создание космических систем навигации - Космическая навигационная система (КНС) позволяет подвижному объекту с высокой точностью автономно определять свое местоположение в пространстве, Структура и ее состав формируются исходя из выполнения требований по глобальности и всепогодности действий, оперативности и точности, а также независимости навигационного обеспечения неограниченного количества потребителей по

обеспечению высокой скрытности проведения навигационных измерений подвижными объектами.

Космическая навигационная система включает в себя: средства выведения КА; навигационные КА, оснащенные специальным бортовым комплексом; средства наземного командно-измерительного комплекса, включающие станции для измерения навигационных параметров КА, вычислительный центр, средства службы единого времени, аппаратуру линий связи, станции передачи необходимой информации (эфемерид и управляющих команд) на навигационные спутники; специальные средства на объектах, нуждающихся в навигационном определении, для приема информации с КА, проведения измерений навигационных параметров и вычисления местоположения и скорости движения объекта.

1.2. Спутниковая навигация: реальность и перспективы

Сегодня основной рынок космических услуг - это рынок навигации, дистанционного зондирования земли, картография, метеосвязь и т.д.

В развитых странах технологии позиционирования давно используются во многих областях жизни и бизнеса – в транспортной логистике, спасательных работах, системах дистанционного управления, системах мобильного мониторинга людей и животных, экологических программах и т.д. В России с появлением национальной навигационной системы ГЛОНАСС, изначально имевшей исключительно военную направленность, также возникла задача ее коммерциализации и развития массового рынка гражданского применения.

Государство пока еще играет ведущую роль в этом процессе, но все большее значение приобретают и частные компании, работающие на стыке навигационных и информационно-коммуникационных технологий, разрабатывающие и предлагающие рынку различные коммерческие продукты и услуги.

1.3. Немного об истории и технической составляющей

Концепция создания спутниковой навигации родилась после запуска Советским Союзом первого искусственного спутника Земли в 1957 году. Ученые наблюдали сигнал, исходящий от советского спутника, и обнаружили, что частота его приема увеличивается при приближении спутника и уменьшается при его отдалении. Таким образом, зная свои координаты на Земле, становится возможным измерить положение и скорость спутника, и наоборот, точно зная положение спутника, можно определить собственную скорость и координаты.

Данное открытие легло в основу главного принципа использования спутниковых систем навигации – определение местоположения объектов в любом месте Земли и в космическом пространстве вблизи планеты путем измерения времени приема синхронизированного сигнала от навигационных спутников до потребителя. Расстояние вычисляется по времени задержки распространения сигнала от спутника до антенны приемника.

Государство, управляющее такими техническими мощностями, получает важное стратегическое и геополитическое преимущество, так как располагает возможностью не только гарантировать себе постоянное получение самых точных данных, но и при необходимости ограничивать или полностью отключать других пользователей.

Сегодня в мире существуют две крупнейшие действующие спутниковые системы: американская GPS и российская ГЛОНАСС. Кроме того, в различной степени готовности находятся европейская GALILEO и китайская COMPASS. Таким образом, в данном высокотехнологичном направлении Россия до сих пор опережает Европу, которая пока не смогла вывести свою аппаратуру на полноценный функциональный уровень.

1.4. Первая в мире

Упомянутая выше идея создания сети спутников, возникшая в конце 1950 годов во многом благодаря достижениям советских инженеров, была реализована через 20 лет после этого в США. В 1973 году Соединенные Штаты инициировали программу DNSS, позже переименованную в Navstar -

GPS, а затем – в GPS (первые буквы английских слов «Global Positioning System», что в переводе на русский язык означает «глобальная система позиционирования»).

GPS – это американская глобальная навигационная система, состоящая из 24 искусственных спутников Земли, сети наземных станций слежения за ними и неограниченного количества пользовательских приемников-вычислителей. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США.

Первый тестовый спутник системы GPS был выведен на орбиту 14 июля 1974 года, а последний из необходимых для полного покрытия земной поверхности – в 1993-м. Именно с этого времени GPS обрела полноценную функциональность. Следует отметить, что первоначально GPS разрабатывалась как чисто военный проект, а для гражданских целей стала использоваться лишь с 1983 года.

В целом, требуемые 24 спутника обеспечивают 100-процентную работоспособность системы в любой точке земного шара, но не всегда могут гарантировать уверенный прием сигнала и хороший расчет позиции. Поэтому для увеличения точности позиционирования и резерва на случай сбоев общее число спутников на орбите поддерживается в большем количестве (до 31 аппарата, включая резервные).

Слежение за орбитальной группировкой осуществляется с главной контрольной станции, расположенной на авиабазе ВВС США Schriever, штат Колорадо, США, и с помощью 10 дополнительных станций слежения.

В Советском Союзе в 1976 году началась разработка космической навигационной системы ГЛОНАСС. Ее создание было обусловлено необходимостью в более точном определении координат, прежде всего для мобильных ракетных комплексов.

Первоначально планировалось в 1981 году начать летные испытания и создать систему из 4—6 КА для проверки основных принципов функционирования и технических характеристик. В 1984 году развернуть

систему из 10-12 КА и принять ее на вооружение, а в 1987 году система должна была состоять из 24 КА.

Летно-конструкторские испытания начались 12 октября 1982 года. Одной ракетой-носителем «Протон» были выведены на близкую к круговой орбиту первые три ИСЗ («Космос-1413», «Космос-1414» и «Космос-1415»). Два из них представляли собой габаритно-весовые макеты. Всего для летных испытаний было выделено 22 космических аппарата (9-10 запусков). Для отработки навигационной аппаратуры были изготовлены базовые комплекты по 6 шт. каждого наименования для РВСН, ВВС, ВМФ, СВ, министерств гражданской авиации и морского флота.

По состоянию на 1989 год были запущены 31 космический аппарат, однако из-за нерешенности ряда технических вопросов летные испытания системы продолжились.

В 1974-1976 годы были проведены ЛКИ навигационного КА «Парус».

Система предназначалась для обеспечения глобальной навигации, поправок системам курсоуказания и связи сил и средств ВМФ. В задачи космической системы «Парус» входило:

- определение координат места неограниченного числа потребителей ВМФ;
- коррекция систем курсоуказания боевых средств ВМФ;
- передача сигналов боевого управления средствам ВМФ и сбор донесений о боевой службе.

Система позволяла определять координаты объектов с точностью 250-300 м. Количество КА в орбитальной группировке составляло от 3 до 6. Высота орбиты 1000 км, ее наклонение 83°. КА «Парус» выводился ракетой носителем «Космос-3М» с космодрома Плесецк.

В начале XXI века дальнейшее развитие получили космические системы навигации. В Российской Федерации были продолжены работы по развертыванию до штатного состава системы ГЛОНАСС.

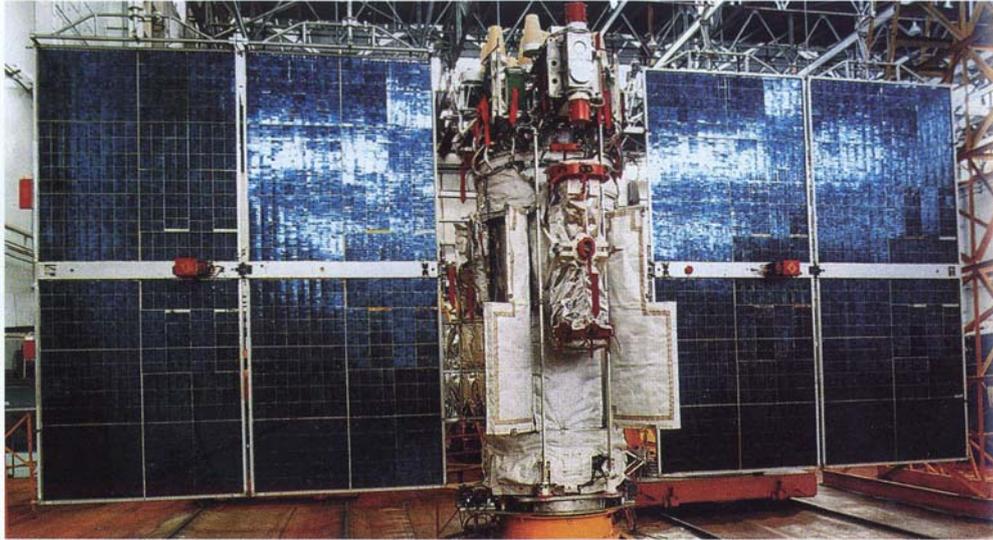


Рис. 1. Тестовые испытания КА серии «Глонасс» на производстве

В Соединенных Штатах космическая радионавигационная система второго поколения «Навстар» функционирует в штатном составе.

Кроме того, планируется использовать для навигационного обеспечения военных потребителей коммерческие КРНС типа «Геостар» и др.

GPS или ГЛОНАСС

Сравнительные характеристики систем ГЛОНАСС и GPS во многом подобны, но имеют и различия.

Обе системы разрабатывались с учетом наиболее вероятных областей применения, поэтому ГЛОНАСС обеспечивает более точное позиционирование в северных широтах, а GPS – на средних.

Тем не менее следует признать, что потребительские предпочтения явно принадлежат GPS. Это связано не только с субъективным восприятием надежности самой системы, но и с распространенностью, технологичностью и ценовой доступностью приемных GPS-устройств и соответствующего программного обеспечения для обычного потребителя.

Решением проблемы является выбор навигационного оборудования, которое поддерживает одновременный прием сигналов как ГЛОНАСС, так и GPS.

Характеристики	GPS	ГЛОНАСС
Количество спутников	24 (с резервными – 30,с увеличением – до 48)	24
Количество орбитальных плоскостей	6	3
Количество спутников в каждой плоскости	4	8
Высота орбиты, км	20200	19100
Гарантийный срок эксплуатации спутника, лет	10	«Ураган» – 3, «Ураган-М» – 7, «Ураган-К» – 10-15
Скорость передачи цифровой информации, бит/с	50	50
Способ разделения сигналов	Частотный	Кодовый
Система отсчета пространственных координат	ПЗ-90	WGS-84

Таблица 1.

Основные Указы Президента Российской Федерации, Постановления Правительства РФ, регламентирующие военно-космическую деятельность

18.02.1999 г. Распоряжение Правительства РФ N2 38-рп об отнесении системы ГЛОНАСС к космической технике двойного назначения, применяемо в научных, социально-экономических целях, в интересах обороны и безопасности РФ.

08.04.1999 г. Постановление Правительства РФ N2394 об использовании космических систем и комплексов военного назначения для оказания услуг в сфере космической деятельности.

20.08.2001 г. Постановление Правительства РФ M587 об утверждении Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система».

05.09.2005 г. Указ Президента РФ M1049 о Федеральной аэронавигационной службе и сокращении ФПСУ.

22.10.2005 г. Постановление Правительства РФ N2635 об утверждении Федеральной космической программы России на 2006 - 2015 гг.

2. Моделирование электронных карт

Наш информационный мир развивается и совершенствуется быстрее времени. И чтобы не отстать, приходится активнее изучать современные информационные технологии.

Геоинформационные системы (ГИС — *географическая информационная система*) — системы, предназначенные для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах.

Гис применяются практически во всех сферах жизнедеятельности человека. Она может помочь определить что находится в данном месте на планете или указать где может находиться данный объект, может определить временные изменения на определенной площади, помогает смоделировать ту или иную ситуацию и многое другое.

Геоинформационные системы получают все большее распространение в таких областях, как управление природными ресурсами, сельское хозяйство, экология, метеорология, кадастры, городское планирование, землеустройство, экономика, транспорт, оборона.

Работающая ГИС включает в себя пять ключевых составляющих: аппаратные средства, программное обеспечение, данные, исполнители и методы.

ГИС, как и другие информационные технологии, подтверждает известную поговорку о том, что лучшая информированность помогает принять лучшее решение. Однако, ГИС - это не инструмент для выдачи решений, а средство, помогающее ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений, обеспечивающее ответы на запросы и функции анализа пространственных данных, представления результатов анализа в наглядном и удобном для восприятия виде.

Основываясь на опыт кадет старших курсов, мною была изучена, дополнена и проделана вся технологическая цепочка создания одного объекта ГИС.

2.1. Цифровые модели местности

Под **цифровой моделью местности** понимается цифровая картографическая модель*, содержащая данные об объектах местности и их характеристиках [ГОСТ 28441-99].

Цифровой моделью объектов местности называется цифровая модель местности, содержащая информацию о плановом и высотном положении объектов местности, кроме рельефа [ГОСТ 28441-99].

Под **трехмерной электронной моделью местности** понимается наглядная и измерительная модель местности, построенная на экране средства отображения информации в трехмерной системе координат в соответствии с заданными условиями наблюдения [ГОСТ 28441-99].

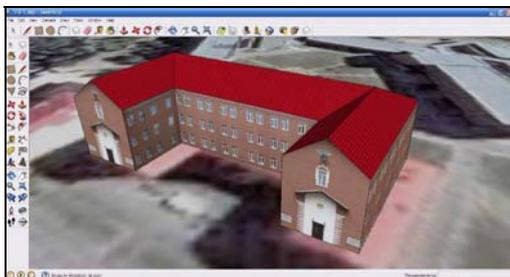


Рис 2. Фрагмент цифровой модели объектов местности

* **цифровая картографическая модель** - логико-математическое представление в цифровой форме объектов картографирования и отношений между ними.[ГОСТ 28441-99]

Характеристика специального программного обеспечения

Для построения 3D моделей объектов в данной работе используются ГИС «ArcGIS ArcInfo» и среда создания и обработки трехмерных изображений «SketchUp».

В качестве исходных данных для создания цифровых моделей объектов используются космические снимки, топографические карты, планы (рисунок 3).

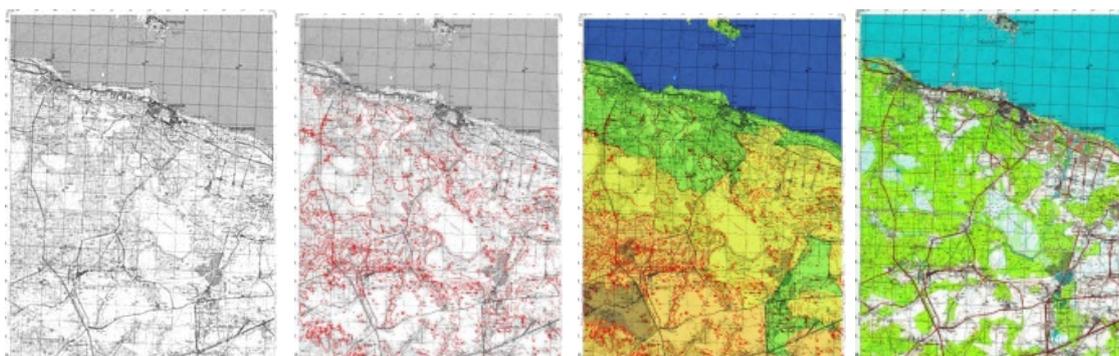


Рис 3. Фрагменты аэрофотоснимков Петергофа

Следует учесть, что не каждый снимок можно привязать к карте. Привязка снимка зависит от масштаба имеющейся карты на соответствующую местность. При трансформировании снимков на электронную карту необходимо знать масштаб этой карты. В таблице 1.1 приведены значения размеров пикселей и соответствующие им масштабы карт для снимков, полученных с зарубежных КА.

Соответствие масштаба карты и линейного разрешения на местности

Датчик	Размер пикселя	Возможный масштаб
Landsat 7 ETM+	15 м	1 : 100 000
SPOT 1-4	10 м	1 : 100 000
IRS-1C и IRS-	6 м	1 : 50 000

1D		
SPOT 5	5 м	1 : 25 000
EROS	1,8 м	1 : 10 000
OrbView-3	4 м	1 : 20 000
OrbView-3	1 м	1 : 5 000
IKONOS*	4 м	1 : 20 000
IKONOS*	1 м	1 : 5 000
QUICKBIRD	2,44 м	1 : 12 500
QUICKBIRD	0,61 м	1 : 2 000

Таблица 2.

Методика создания цифровых моделей объектов местности

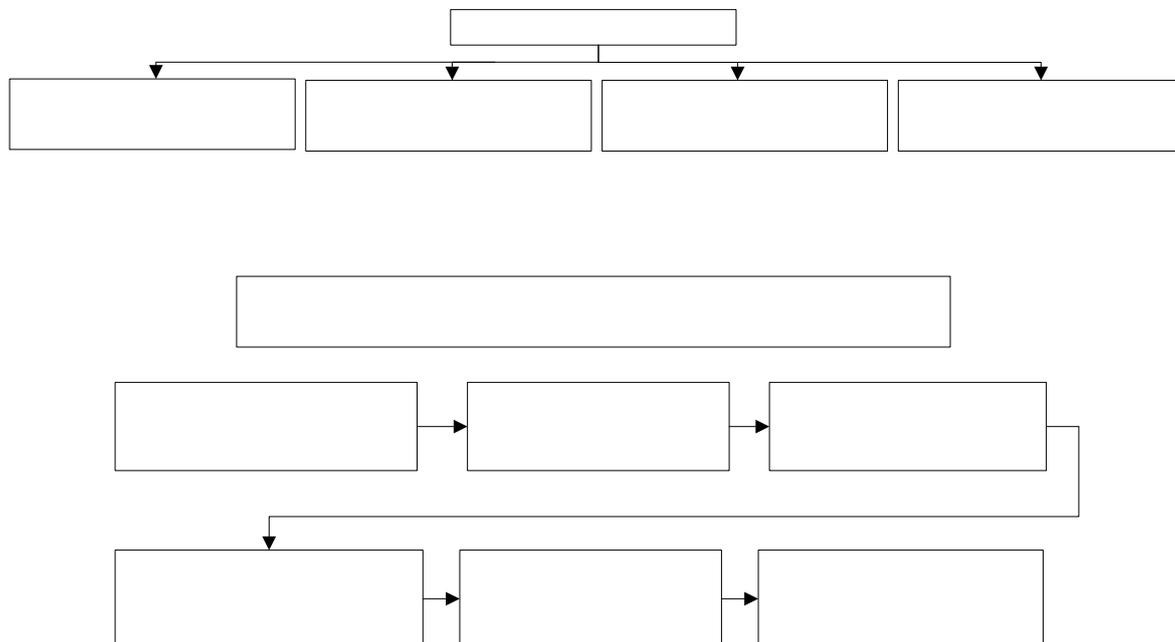
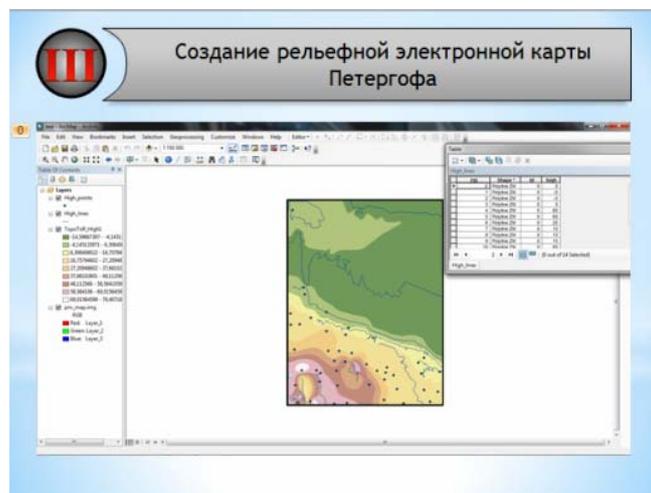
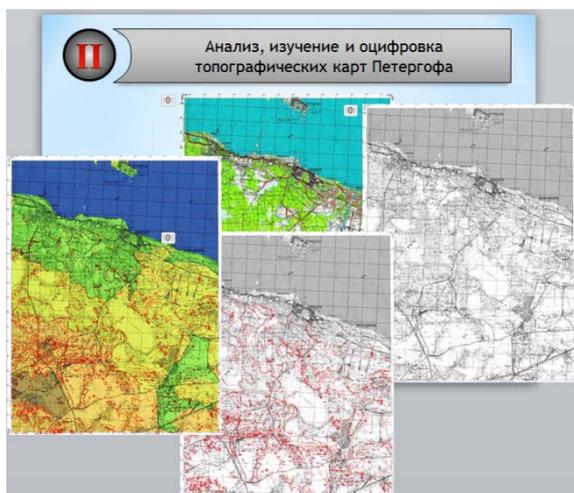


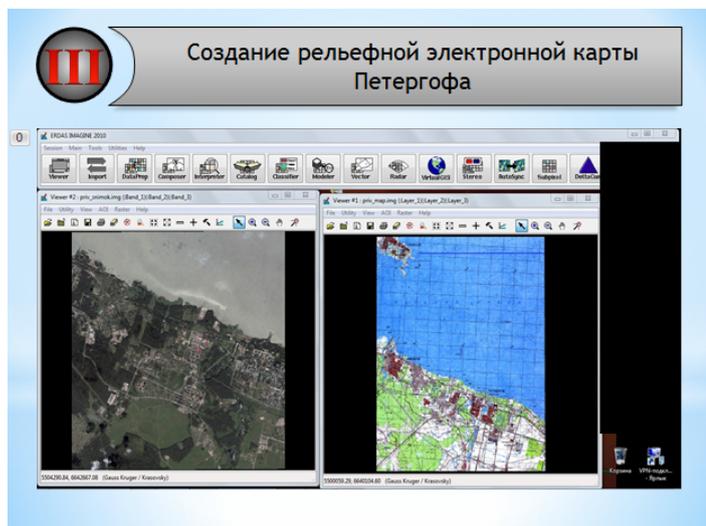
Рис 4. – Алгоритм создания цифровых моделей объектов местности

3. Этапы моделирования

1. Был проведен анализ, изучение и оцифровка топографических карт Петергофа



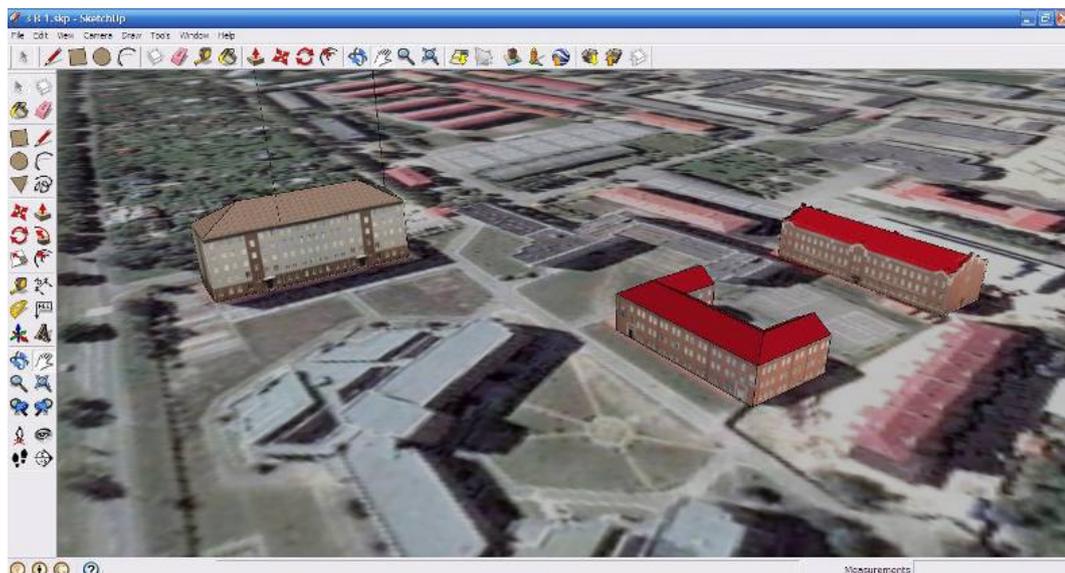
2. В Военно-Космической академии имени Можайского был проведен сеанс связи со спутником дистанционного зондирования Земли. Получены цифровые снимки из космоса интересующей меня местности



3. Произведена фотосъемка профессиональной аппаратурой с широкоугольными объективами фасадов зданий

4. С помощью программы ARGIS Arcview была построена модель местности. На фотоснимок Петергофа из космоса была наложена

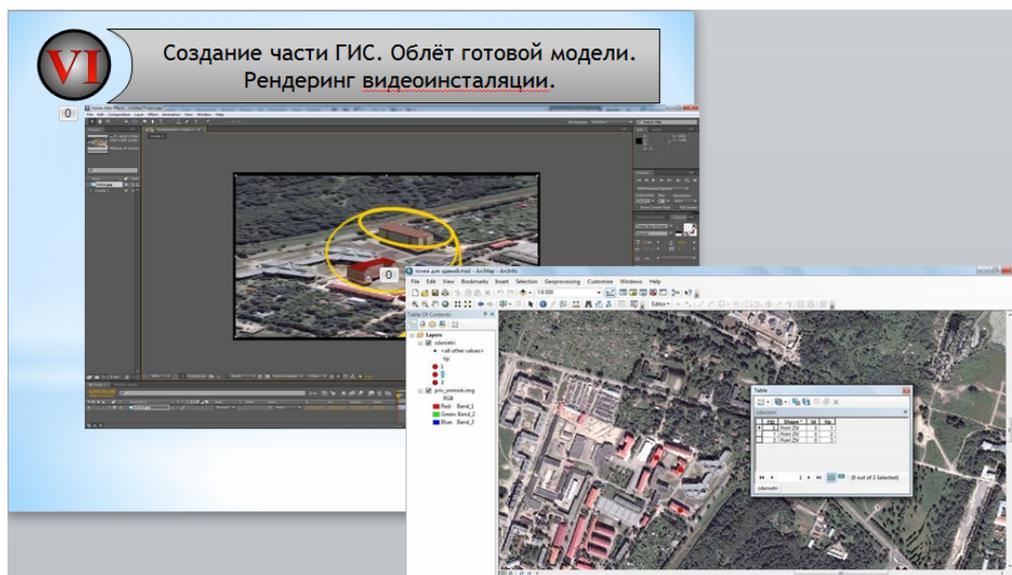
информация о высотах местности. Тем самым была получена 3d модель Петергофа



5. С помощью программы Adobe Photoshop подготовлены фотографии для 3d моделей. Убран ненужный фон, исправлена перспектива, отредактированы ненужные участки фасадов, произведена общая цветовая коррекция.

6. С помощью программы GOOGLE SKETCHUP произвели построение модели зданий Санкт-Петербургского кадетского корпуса. При построении учитывали пропорциональные размеры зданий, полученные испытательным путем.

7. С помощью программы ARGIS модель Санкт-Петербургского кадетского корпуса была помещена в базу геоданных Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского.



8. С помощью программы Adobe Aftereffect создана видеоинсталляция представляющая 3D модель СПбКК.

(Приложение к проекту – видеоинсталляция 3D модели СПбКК, презентация работы).

4. Выводы

Мною была изучена и частично проделана вся технологическая цепочка создания одного объекта ГИС.

В своей деятельности я столкнулся с множеством трудностей, но намеченный результат был достигнут. Впереди еще много целей.

ГИС - это не просто одна из современных информационных технологий. Это прогрессивный образ мышления, способ познания окружающего нас мира, инструмент, помогающий перестройке нашего мировоззрения. Этот подход наиболее плодотворен, когда он начинает прививаться с детства и органично входит в сознание людей.

За прошедшие полвека космической эры человечество, испытывая немалые трудности, сумело преодолеть силу земного притяжения и выйти в открытый космос – началось исследование планет Солнечной системы. Космическое пространство стало осваиваться, в том числе и в военных целях. Космонавтика превратилась в неотъемлемую часть социально

экономического потенциала, важное звено в обеспечении обороноспособности страны, предмет национальной гордости.

Заключение

Искусственные спутники Земли ведут мониторинг за поверхностью планеты. Они обнаруживают пожары, утечки нефтепродуктов и иные экологические катастрофы, обеспечивают связь и телевидение. Какие функции можно еще поручить спутникам? Я думаю, что это может быть разведка за передвижением войск, а также спутник-разведчик дальнего космоса. Вероятно, что уже в ближайшем будущем на орбиты будут выводиться не только КА, оснащенные аппаратурой сбора, обработки и передачи информации, но и имеющие на борту различные виды оружия: кинетическое, пучковое и лазерное.

Список литературы

1. ГОСТ 28441-99 - Межгосударственный стандарт «Картография цифровая» Термины и определения.- Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999.- 15 с.
2. Официальный сайт SketchUp: <http://sketchup.google.com>
3. Гетман М.В., Раскин А.В. Военный космос: без грифа «секретно». М.: Фонд «Русские Витязи», 2008.-
4. Всемирная энциклопедия космонавтики. Т.1. А – К.М.: Военный парад, 2002.
5. Мохов В. В полете военный спутник связи// Новости космонавтики. №6, 2003
6. У. Прэтт Цифровая обработка изображений. Т. 1,2 – М.: Мир, 1982г.
7. А.М. Ботрякова Журнал «Геоматика». – М.: «Совзонд», вып.№1, 2010г.
8. А. Барышников Журнал «Деловой квадрат». – вып.№4, 2013г.