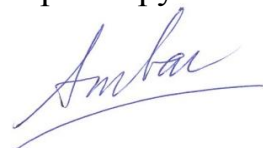


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

На правах рукописи



Нгуен Ань Тай

Разработка методики
трехмерного геоинформационного картографирования
территории Вьетнама

25.00.33 – Картография

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук, профессор
Лисицкий Дмитрий Витальевич

Новосибирск – 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ТРЕХМЕРНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВЬЕТНАМА	8
1.1 Изучение, анализ состояния и достижений в области цифрового крупномасштабного картографирования во Вьетнаме.....	8
1.2 Оценка сдерживающих факторов и новых тенденций.....	15
1.3 Содержание и оформление создаваемых цифровых карт во Вьетнаме	18
2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ТРЕХМЕРНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ	23
2.1 Классификация пространственных объектов для отображения на трехмерных картах.....	23
2.2 Особенность систем условных знаков	29
2.3 Особенность использования цвета	36
2.4 Разработка форм и структур трехмерных условных знаков.....	38
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ 2D–КАРТ В 3D–КАРТЫ.....	44
3.1 Общая схема процесса составления 3D–карт.....	44
3.2 Создание файлов 3D–изображений объектов	47
3.3 Разработка методики построения 3D–модели поверхности Земли	67
3.4 Методика создания 3D–изображений зданий на основе 2D–модели	82
3.5 Комбинация файлов карты по требованиям заказчиков и управление процессом экспорта картографической продукции	89
3.6 Использование 3D–карт в составлении тематических карт	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	102

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	103
ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое) БИБЛИОТЕКА ТОЧЕЧНЫХ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ В ENGAGE3D PROFESSIONAL.....	112
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое) СТАНДАРТИЗАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ВО ВЬЕТНАМЕ.....	113
ПРИЛОЖЕНИЕ В (рекомендуемое) РАЗНЫЕ ВИДЫ ДЕРЕВЬЕВ – ОБЪЕКТОВ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ВО ВЬЕТНАМЕ	118
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (рекомендуемое) СВИДЕТЕЛЬСТВО О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ COORDINATGRID	120
ПРИЛОЖЕНИЕ Д (рекомендуемое) СРАВНЕНИЕ ОРИГИНАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТАЛЕЙ С ГОРИЗОНТАЛЯМИ, СГЕНЕРИРОВАННЫМИ РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ.....	122
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (рекомендуемое) ФРАГМЕНТ КАРТЫ И КОСМИЧЕСКОГО СНИМКА КАРТОГРАФИРУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ	123

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В современных условиях методика составления карт и планов основывается на использовании цифровых моделей местности и геоинформационных технологий с выполнением основных требований картографии. Однако в связи с широким распространением во Вьетнаме программных средств геоинформационных систем (ГИС) каждая организация, каждый отдел начали составлять карты, хотя большинство специалистов и организаций не владеют знаниями в области картографии, не знают в полной мере требований масштаба, точности, картографического отображения объектов, генерализации карт. Любая организация, имеющая какую-либо ГИС-оболочку, пытается составлять цифровые модели местности, создавать цифровые базы картографических данных и карты. Трудность заключается в том, что во Вьетнаме отсутствуют общепринятые методические основы цифрового картографирования, еще не имеется типовой методики и технологии для составления карт с помощью ГИС, особенно в связи с появлением новой задачи трехмерного цифрового картографирования. Также существует трудность обмена данными между организациями и агентствами из-за несовместимости форматов и стандартов данных.

Степень разработанности темы. Значительный вклад в становление и развитие теоретических и методических основ цифрового картографирования на основе ГИС-технологий внесли отечественные и зарубежные ученые Батуев А. Р., Бешенцев А. Н., Жалковский Е. А., Журкин И. Г., Карпик А. П., Лисицкий Д. В., Лурье И. К., Нырцов М. В., Тикунов В. С., Халугин Е. И., Хлебникова Т. А., Цветков В. Я., Banh Ta Long, Burrough P. A., Coors V., Dong Bich Phuong, Groger Gerhard, Le Minh Vinh, Le Van Trung, Nguyen Kim Loi, Nguyen Quang Tuan, Stoter J. E., Svobodova Jana, Zlatanova S.

Однако задача разработки типовой методики и технологии для составления карт с помощью ГИС с учетом условий Вьетнама, особенно в связи с появлением

нового направления трехмерного цифрового картографирования, до настоящего времени не решена.

Цели и задачи исследования.

Целью исследования является изучение сущности и основных характеристик цифрового моделирования местности как основы для составления трехмерных карт, исследование функциональных возможностей ГИС-технологий для целей картосоставительских работ, разработка базовой методики и технологии составления карт и выполнения трехмерного картографирования местности для условий Вьетнама.

Задачи исследования:

– проанализировать современное состояние и достижения, выявить проблемы и направление исследования в области цифрового крупномасштабного картографирования во Вьетнаме;

– провести исследование характеристик и параметров трехмерного картографирования, раскрыть особенности цифровых крупномасштабных трехмерных карт;

– разработать научно-методические основы и дать обоснование принципов картографического трехмерного отображения объектов местности во Вьетнаме;

– разработать способы и методику цифрового трехмерного картографирования местности;

– разработать технологию создания трехмерных карт по двумерным картам (на основе применения ГИС Mapinfo и пакета Engage3D Professional).

Научная новизна состоит в следующем:

– выполнена классификация пространственных объектов местности для картографического отображения на 3D-картах и на этой основе разработана новая система условных знаков;

– разработаны технические решения по форме, структуре и использованию цвета в условных знаках трехмерных карт с учетом национальных особенностей Вьетнама;

– разработаны базовая методика и технология цифрового трехмерного картографирования местности на основе ГИС картографическим методом перехода от 2D-карты к 3D-карте.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в теоретическом обосновании сущности и принципов выполнения трехмерного крупномасштабного картографирования на основе цифровых моделей местности и геоинформационных технологий.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанная базовая методика позволяет упорядочить процессы составления 3D-карт на основе ГИС-технологий, осуществить трехмерное цифровое картографирование местности во Вьетнаме картографическим методом перехода от 2D-карты к 3D-карте, что существенно сокращает затраты времени и средств.

Методология и методы исследования. Методология включает базовые понятия, принципы и методы картографии, методы геоинформационного картографирования с применением современного программного обеспечения (ГИС Mapinfo Professional и пакета Engage3D Professional), методы системного подхода и сравнительного анализа, методы экспериментального апробирования предложенных методик.

Положения, выносимые на защиту:

– классификация пространственных объектов для картографического отображения на трехмерных картах является основой для разработанной системы условных знаков 3D-карт;

– базовая методика составления карт по цифровым моделям местности и с использованием ГИС-технологий основывается на предложенных технических решениях по форме, структуре и использованию цвета в условных знаках трехмерных карт с учетом национальных особенностей Вьетнама и является основой трехмерного крупномасштабного картографирования;

– технология трехмерного картографирования местности картографическим методом перехода от 2D-карты к 3D-карте позволяет существенно ускорить

процесс трехмерного картографирования и создавать 3D-карты гораздо быстрее, чем на основе топографических съемок.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные положения диссертационной работы и результаты исследований докладывались, обсуждались и нашли положительные оценки на международных научных конгрессах «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» (апрель, 2013–2015 гг., г. Новосибирск); GIS Conference-2014, 26 November 2014, Can Tho, Viet Nam.

Результаты диссертационного исследования использованы в научно-исследовательской работе СГУГиТ по госбюджетной теме «Пространственно-временное моделирование окружающей среды для целей социально-экономического развития территорий» по государственному заданию в сфере научной деятельности № 2014/141 (номер государственной регистрации НИР 01201461633), а также в учебном процессе по дисциплине «Геоинформационное картографирование».

1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ТРЕХМЕРНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВЬЕТНАМА

1.1 Изучение, анализ состояния и достижений в области цифрового крупномасштабного картографирования во Вьетнаме

Наступившая эпоха глобализации и международной экономической интеграции в широком контексте охватывает все экономические и социальные сферы и научно–технические связи. Одним из наиболее важных факторов, способствующих появлению современного мира, является развитие информационных технологий (ИТ), которые затрагивают практически все области науки, образования, экономики и жизнедеятельности человека. Признание ИТ техническим лидером в области высоких технологий означает, что они обеспечивают создание новых технологий и продуктов с беспрецедентным качеством.

Во Вьетнаме с начала 1990–х годов был выпущен и реализован ряд законов и подзаконных актов, резолюций, директив, постановлений в области ИТ и ИТ – приложений [41, 48, 73].

Бывшими Министерством почт и телекоммуникаций и Министерством информации и связи (теперь и системы государственного управления информации и связи на местном уровне) разработаны и утверждены стратегии развития и планы действий в целом для страны, для каждого сектора экономики, каждого территориального образования. Можно сказать, что в последнее время был дан старт разработкам и применению ИТ [70].

В 1997–1998 гг. Министерство науки, технологии и окружающей среды, (в настоящее время Министерство науки и технологии) реализовывало большой проект ГИС с целью создания 14 слоев цифровых карт, а каждая провинция и город выполняли действия по разработке филиалов проекта. Местные

подразделения Департамента науки, технологии и окружающей среды, Департамента управления земельными ресурсами и Управления комитета народных представителей провинции должны были действовать в зависимости от конкретных условий местности. Однако фактическая реализация проектов большинство ГИС была выполнена экспертами из научно–исследовательских институтов и университетов. На сегодняшний день результаты этих работ и оборудование, которое было закуплено, полностью обесценились [72].

К счастью, в этот период, почти все иностранные проекты технической помощи Вьетнаму, и даже провинциям, содержали карты ГИС или сам геоинформационный метод. Уровень успеха от его применения зависит от многих факторов, наиболее важным из которых являются входные данные и в этой части это был первый вьетнамский опыт, слабый и нерезультативный. Таким образом, наиболее важной ролью этого проекта являлось осознание важности ГИС, что дает прекрасную возможность для их применения.

Таким образом, с самого начала применение ГИС было обусловлено практическими потребностями. Все отрасли, такие как территориальное планирование, управление природными ресурсами и охраны окружающей среды, управление городским хозяйством, транспортом, предотвращения и смягчения последствий стихийных бедствий, туристическая индустрия на каждом уровне от национальных, областных, районных и до коммуны являются областями применения ГИС в своей операционной деятельности и управлении.

Со стороны государства были опубликованы национальные стандарты по системе координат VN2000 и официальный перечень из 364 оцифрованных карт административных границ; установлено оборудование станции приема спутниковых изображений, запущен спутник. В последнее время государство создало Институт космических технологий Института науки и технологии Вьетнама, издало правительственный Указ 64/2007/ND–CP по ИТ технологиям в государственных учреждениях, а министерство природных ресурсов и

окружающей среды издало Решение 06/2007/QĐ–BTNMT о национальном техническом регулировании на основе географической информации.

Внутренний и международный контекст являлся необходимым условием для облегчения разработки и применения ГИС во Вьетнаме. ГИС буквально "взорвался" в реальных приложениях – в мастерской GISnet'12 приняли участие, разработали и представили сотни компьютерных приложений для различных областей применения. Некоторые проекты ГИС–приложений были успешными, такие как приложения Комитета Go Vap [63] и народного районного комитета Dong Nai Департамента науки и технологии, народного комитета Da Lat–Сити, Куангчи Министерства здравоохранения [48,73].

ГИС–приложения развернуты во всех областях мониторинга природных ресурсов и окружающей среды (например, мониторинг изменений в области биоразнообразия путем объединения данных ДЗЗ и сведений общественности в Зеленый коридор, Thua Thien Hue), предупреждения и уменьшения опасности стихийных бедствий, сельского хозяйства и развития сельских районов (выращивание, профилактика заболеваний), развития туризма, городского управления, инвестиционного планирования и управления, планирования аквакультуры (проект IMOLA, Thua Thien Hue). Общий успех всех проектов местных организаций – бенефициаров обеспечивается наборами карт ГИС, несколькими базами данных ГИС, командами квалифицированных кадров на различных уровнях [48].

Однако для развития ГИС во Вьетнаме существуют определенные трудности. В процессе разработки приложений в сфере ИТ в целом и ГИС, в частности, во Вьетнаме, разработчики и пользователи мировых и локальных ГИС–приложений испытывают трудности по многим направлениям, в том числе трудности, созданные ими самими как своего рода осознание трудностей в преодолении барьеров. Как и везде в мире, ГИС – консультанты знакомятся с организациями, местными потребностями (в виде потенциала), наличием исходной информации. Это дает возможность начать действовать, чтобы найти

способы удовлетворения этих потребностей, не дожидаясь понимания пользователей. С другой стороны, большинство людей, которые имеют право принятия инвестиционных решений, утверждение проектов, не имеют полного знания о «цифровом отображении», ГИС и их потенциальном применении. В случае, если ими принято правильное решение по применению ГИС-технологий, возникает «вечная» трудность – нехватка финансовых средств. Многим местным органам не хватает средств для выполнения проектов сразу и в больших масштабах (например, на уровне провинции) [69,70,71].

В стране не определен стандартный тип информационных технологий (такую работу проводил впервые Национальный руководящий комитет в период с 1996 – 2000 гг.), в том числе информационных стандартов данных и процессов и нет стандартных требований, какие были бы похожи на иностранные, например Английский код для VS 6906. «Отсутствие стандартов – ошибка государства» – это комментарий одного из руководителей Национального руководящего комитета Нгуен Куан. В материалах ИТ-программы отмечено, что на национальном уровне и в отраслях на всех уровнях информационные системы, системы управления базами данных не интегрированы в единые системы в целом по стране, не сфокусированы на построение по единым стандартам, в соответствии с международными стандартами в целях обмена. Таким образом, нет пути для электронной информации. В последнее время в конференциях, объявили о строительстве национальной базы данных, как необходимый и немедленный процесс. До сих пор нет государственного регулирования на создание, обновление, модернизацию, доступ, использование и управление базами данных и специализированные передачи данных между государственными органами и местными властями.

Также препятствием на пути развития ГИС во Вьетнаме является непрофессионализм в части построения, оценки, мониторинга и управления ИТ-проектами. Самое трудное, что необходимо преодолеть в области разработки и применения ГИС является отсутствие сотрудничества со стороны организаций и

лиц, назначенных для хранения всех видов информации и данных. Какая ГИС можно быть, если нет достаточно информации, если данные не надежны? Кроме того, излишне высока «независимость» вьетнамских ученых, ГИС–организации не объединены в мощный блок, способный осуществлять большие проекты. Таким образом, на международной конференции дистанционного зондирования и ГИС в городе Ханое эксперты за кулисами прокомментировали ГИС Вьетнама как фрагментированную, рассеянную, монофилетическую. Мало кто задумывается об организации обмена, совместного использования и интеграции данных и построении национальной информационной системы или местных систем.

Очевидно, что из данного представления и анализа можно сразу увидеть, что необходимо изменить подход при разработке и реализации проекта ГИС.

Во–первых, это определение масштаба проекта, сферы применения, общих целей и конкретных задач, чтобы обеспечить потребности на практической основе. Отметим, что в силу различных причин, спрос на ГИС–приложения является реальным и насущным, но часто не проявляется в явном виде, но в виде «потенциальном». Пользователем не установлены конкретные проблемы применения ГИС, он не имеет способа узнать или распознать их. В этом случае важную роль отводится консалтингу, в котором использование стимулирующих мер не требуется.

Во–вторых, важным является вопрос рентабельности, если вы хотите убедить инвесторов решить их проблемы. Важно убеждение в необходимости большой или маленькой стоимости. Это значит, необходимо использовать эффективную рекламу в качестве меры эффективности проекта.

В–третьих, при создании консалтинговых проектов и рассмотрении инвестиционных решений необходимо думать о положительном влиянии и воздействии проекта. Мы должны выйти за рамки наших старых знаний (за «забор из бамбука», что символизирует во Вьетнаме расширение области восприятия), координировать цели, использовать объекты и пользоваться плодами проекта (междисциплинарный обмен информацией на национальном и международном

уровнях). Базы данных построены независимыми органами, поэтому стандартизация базы данных является очень важной для создания единственной системы в стране через ГИС технологию, а это не просто. Таким образом, сотрудничество между исполнителями является еще более важным. Если это возможно, необходимый выбор организаций и частных лиц для консультации, управления проектами и контроля специалистов.

И, наконец, необходимо иметь право доступа к нужной для обмена информацией, к общим информационным ресурсам для развития, которые будут распространяться по государственным законам.

ГИС и ее приложения быстро развиваются в направлении массового использования:

- предоставляются услуги, связанные с местоположением, на основе сочетания ГИС и GPS с указанием местоположения ресторанов, отелей и любых других пространственных объектов, с проложением маршрутов движения;

- реализованы способы для установки ГИС и GPS в портативные устройства (КПК, ноутбук, мобильный телефон);

- предлагаются всевозможные ГИС–карты на веб–приложениях (Google Maps, MapQuest, Yahoo! Maps и т. д.);

- обеспечивается свободный доступ к географическим хранилищам данных, позволяющий создавать собственные картографические приложения;

- открывается возможность изучение изменения Земли на протяжении многих лет – изменения территории, береговой линии, лесного покрова и другие, воздействие изменения климата и повышения уровня моря.

С начала 1990–х годов, в Вьетнам импортировали многие программные пакеты ГИС, например: Mapinfo, Microstation, Arcview, Arcinfo, ArcGIS и другие [48, 73]. Вследствие этого, каждая организация, каждый отдел начали сами изготавливать картографическую продукцию, появилось мнение, что все могут составлять карты, хотя большинство специалистов и организаций не владеют знаниями в области картографии, не знают что такое масштаб, точность,

изображение, генерализация карт. Любая организация, имеющая какую–либо ГИС–оболочку, начала создавать цифровые базы пространственных данных. Трудность в том, что отсутствуют методические основы цифрового картографирования, ещё не имеется единой методики и технологии для составления карт с помощью ГИС, особенно в связи с появлением новой задачи трехмерного цифрового картографирования. Также существует трудность обмена данными между организациями и агентствами, из–за несовместимости форматов и стандартов данных [70, 74].

Сегодня ГИС проникли практически во многие сферы жизни, например:

- земельный кадастр и землеустройство;
- региональное и муниципальное планирование и управление;
- автомобильная навигация и управление транспортом;
- мониторинг природных ресурсов;
- чрезвычайные ситуации;
- изыскания и строительство;
- картографирование территорий;
- и другие.

С 2007 г. Геодезическо–картографическое агенство Вьетнама начало составлять геоинформационные базовые данные для всех провинций в том числе в виде цифровой карты в масштабе 1 : 10 000 и цифровой модели высоты местности [59, 60, 61].

В 2012 г. Министерство природных ресурсов и окружающей среды Вьетнам создало «Национальный технический стандарт основной (базовой) географической информации» для того, чтобы регулировать и управлять информационной деятельностью всех организаций, составляющих и использующих геоинформационные базовые данные по всей территории Вьетнама.

1.2 Оценка сдерживающих факторов и новых тенденций

Большинство составляемых и применяемых цифровых карт в настоящее время – двумерные карты, а в конкретной задаче в большинстве случаев уже требуются трехмерные карты, например в строительстве или архитектуре нужно совокупное трехмерное изображение местности, чтобы планировать здания, в дорожном строительстве необходимо максимально учитывать особенности рельефа, или когда автомобиль движется на улице, водителю нужно видеть на навигаторе трехмерное картографическое изображение местности перед машиной [73].

Вьетнам имеет береговую линию 3 260 км, более 1 млн. км² территориальных вод, более чем 3 000 островов вблизи побережья и морских архипелагов. Явление изменения климата со статусом повышения уровня моря увеличивает площадь реального и потенциального затопления, что затрудняет дренаж, увеличивая угрозу безопасности морских акваторий, береговой эрозии и засоленности воды, влияющих на сельскохозяйственное производство и деятельность населения прибрежных районов. Увеличивается риск для горнодобывающей промышленности и сельского хозяйства, рыболовства прибрежных рыбаков. Кроме того, изменение климата влияет также прямо или косвенно на культурную деятельность, туризм, торговлю и сферу услуг. Например, в области туризма, повышение уровня моря влияет на прибрежные пляжи, много красивых пляжей могут быть потеряны, а другие будут отеснены в глубь территории. Экотуризм и сопутствующая инфраструктура в прибрежных низменностях могут быть тем самым ограничены. Промышленность, торговля, также подвергаются негативным последствиям изменения климата. Индустриальные парки, как правило, построенные в большинстве случаев на равнинах, где есть удобные условия движения, столкнутся с большим риском затопления и осушения, проблемам наводнений на реках и повышения уровня моря.

С потеплением климата Земли, уровень Мирового океана поднимется и поглотит берега и низменные земли. Возникнут трудности в том, как эвакуировать людей, как обеспечить безопасность и еще целый ряд вопросов, на которые можно ответить путем анализа и визуального рассмотрения трехмерной карты [10, 49].

При проектировании строительства зданий, архитектору необходимы полевые исследования, чтобы узнать ландшафт местности, выявить крупные реки, высокие холмы. После завершения проекта надо будет рассматривать окружающую территорию вокруг объекта. Если использовать трехмерные карты, то можно большинство вопросов решить гораздо проще.

В сезон дождей в горах происходит явление наводнений, ливневых паводков, необходимо прогнозировать какие дома, деревни, населенные пункты должны быть эвакуированы из-за опасной зоны. Если использовать трехмерные модели, то эта задача будет решена очень четко [10, 49].

В промышленном развитии надо строить заводы, промышленные парки, определять, куда будут стекать сточные воды, на какие жилые районы. Если менеджеры имеют трехмерные карты, это облегчит им принятие пространственных решений [40, 45, 50, 51, 54, 55].

При планировании жилых районов, промышленных зон, городских районов, проектировщики могут легко размещать функциональные объекты в соответствующее место на трехмерной карте, например, станции сбора сточных вод должны быть помещены в низких местах, станции телевидения должны находиться в высоких местах [51, 54, 55].

В последние годы во Вьетнаме начали составлять трехмерные карты, чаще всего это просто перспективный рисунок местности, так как невозможно изменить точку зрения или метрический масштаб карты с учетом генерализации [31, 71].

Таким образом, трехмерная цифровая карта нужна руководителям и исполнителям (проектировщикам, плановикам) всех отраслей народного хозяйства, а также каждому человеку, чтобы обеспечить ориентирование и

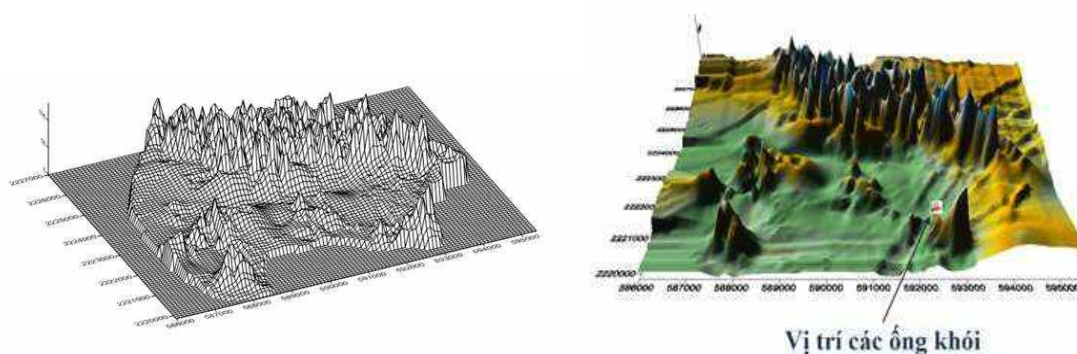


Рисунок 3 – Применение 3D–карт в определении мест загрязнения воздуха

Для Вьетнама это новое направление, требующее решения ряда задач и реализации в конкретных проектах [13, 15]. В диссертации планируется исследование и разработка методических основ и методики цифрового картографирования для условий Вьетнама с использованием ГИС–технологии и трехмерных карт.

1.3 Содержание и оформление создаваемых цифровых карт во Вьетнаме

В результате анализа современного состояния цифрового картографирования во Вьетнаме [61, 60, 65, 29, 53] можно сформулировать следующие выводы в части содержания и оформления создаваемой цифровой картографической продукции.

Содержание цифровых карт соответствует содержанию традиционных топографических карт и включает такие основные слои, как «математическая основа», «население», «рельеф», «гидрография», «дороги и связанные с ними объекты», «границы», «растительность» [1, 2, 3]. Каждый слой представляет собой самостоятельный класс условных знаков объектов карты и характеризуется следующим содержанием картографируемых объектов:

– класс «математическая основа» включает рамку трапеции,

километровую сетку, геодезические пункты, текстовые пояснения;

– класс «население» включает в себя содержание жилых объектов и хозяйствующих субъектов культурной и социальной сферы;

– класс «рельеф» включает в себя элементы поверхности и качества земли, высотные отметки характерных точек;

– класс «гидрография», включает гидрологические факторы и связанные с ними объекты;

– класс «дороги и связанные с ним объекты» включает в себя трафик факторов дорог в связи с конструкцией и покрытием дороги;

– класс «границы» включает в себя государственные границы, пограничные пункты, административные границы, границы различных ограничений, границы землепользования;

– класс «растительность» включает в себя границы размещения на местности различных растений и растительных элементов.

Оцифровка и оформление карт: объекты каждого из перечисленных классов цифруются и отображаются на карте в соответствии с установленными едиными требованиями, основные из которых рассмотрены далее [5]:

– геодезические опорные точки: в дополнение к точке геодезического контроля на карте должны быть отражены координаты, чтобы была возможность нахождения и обработки изображений, в то время как точки высотной государственной опорной сети должны быть обозначены символом соответствующего дизайна. Ошибка положения символов по сравнению с первоначальным местом или из сканированной карты не должна превышать 0,1 мм на карте;

– население и хозяйствующие субъекты, объекты культуры и общества жилого района выражаются в количестве, пропорциональном количеству объектов в автономной области. В случае жилых районов сложной формы их можно разрезать на несколько небольших районов, прилегающих друг к другу. Границы деревень, ограды кладбищ, стены в грунте, границы заводов

оцифровываются в одном слое соответственно и не подразделяются на отдельные слои;

- внешние электрические линии бытового использования, работающие непрерывно, показываются символами LineStyle, чтобы показать в жилом секторе в заданной позиции колодцы, обозначенные соответствующим символом;

- дороги и объекты, связанные с дорогами: дороги должны быть оцифрованы непрерывно линией поверх других объектов, в том числе реки через мост, через надписи или подписи, через жилые районы и местные свалки токсичных материалов (при печати приходится добавлять специальные редакционные указания, чтобы решить эту проблему). В случае если эти знаки дорог проходят слишком близко к реке, они могут приблизиться к реке или береговой линии в пределах 0,2 мм на карте. В случае двойных линий дорог их местоположение должно быть оцифровано по центральной линии симметрии и задано в LineStyle;

- гидрография: реки, ручьи и береговые линии должны быть оцифрованы в соответствии с отсканированным изображением, при этом река или канал в пределах одной характеристики также должны быть оцифрованы непрерывной линией. Каждый приток, имеющий свое единое название, должен быть оцифрован как отдельная деталь гидрографии. Притоки, имеющие разные названия, связываются в один непрерывный ход. Река, пруд, озеро или водохранилище, дорога, склон, оцифровываются как самостоятельные объекты и представлены соответствующими символами. Если водный объект слишком большой или слишком сложный, его можно разделить на небольшие районы, прилегающие, но не дублирующие друг друга;

- рельеф: горизонтали рельефа должны соответствовать форме водной системы. Горизонтالي проводятся через реку и чтобы иметь опорные точки для рек и ручьев точка горизонтали берется на урезе воды, т. е. принадлежит одновременно берегу и реке. Горизонтали не пересекаются, чтобы этого

избежать рекомендуется постоянно использовать цифровое увеличение изображения. Горизонтالي и высотные отметки должны быть обозначены значениями высот. Прибрежный песок, песчаные дюны, выражаются символом «равнинный песок», коричневым или черным, соответствующие символы определены в таблице условных знаков. Песок, камни представлены для струйной печати на бумажных картах символами покрытия (шаблон), но нет символа замкнутого контура этих полигонов. Тем не менее, эти полигоны попрежнему должны храниться в отдельном классе, чтобы служить другим редакторам карт впоследствии. Скалистые области и скалы, где нет возможности показать горизонталями наклон большого, сложного рельефа, могут быть представлены в комбинации с коричневым символом гребня. Горизонтали также должны быть оцифрованы по отсканированному изображению справа налево, однако, кроме того, при редактировании слоя горизонтали могут быть оцифрованы с отклонениями, но они не должны превышать $1/3$ расстояния между двумя горизонталями в этой точке ($1/3$ от основных контуров). На топографических картах масштаба 1 : 10 000 и 1 : 25 000 выемки и насыпи показываются не знаком обрыва, а линиями верха и подножия склона, соответственно сплошной и пунктирной линиями. Наклон интерпретируется как расстояние от верхнего края до линии подножья склона;

– растительность: растительность (в том числе села, сельхозугодья, кладбище, парки) являются полигонами и заполняются цветовым фоном или символом шаблона покрытия. В случае объекта растительности слишком большого, слишком сложных форм, его можно разделить на прилегающие части, но не накладывающиеся друг на друга или не образующие промежутков между ними. Для такой растительности, как кустарники, травы, сельхозкультуры, представленных на бумажной карте и на цифровой карте в виде знаков шаблонов, все равно необходимо сохранять контуры этих полигонов в отдельном слое для редакторов будущих различных тематических и топографических карт;

– границы, административные границы, (как границы): граница является непрерывной линией от одного пересечения до другого пересечения. Если линия границы проходит через реку следует сделать два разрыва оцифрованных границ сплошной линии между берегами реки. При офсетной печати на пластике, границы будут редактироваться в соответствии с бумажной картой. В случае прохождения по границе элементов других маршрутов, таких как дороги, следует также применять вышеизложенные принципы;

– текстовые заметки на карте: шрифт, размер шрифта для текстовых надписей на карте выбираются в стандартном файле шрифта вьетнамской Vnfont.rsc и располагаются в соответствии с их местоположением на карте [23, 24].

2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ТРЕХМЕРНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

2.1 Классификация пространственных объектов для отображения на трехмерных картах

Одними из узловых моментов геоинформационного картографирования является пространственная локализация объектов местности и соответствующие ей правила цифрового описания объектов местности [7, 8, 6, 12, 19, 20, 71].

Каждый реальный (или виртуальный) картографируемый объект местности имеет набор собственных характеристик:

- пространственных характеристик – местоположение, форму, размеры;
- содержательных характеристик – назначение, материал и конструкцию (для искусственных объектов), породу (для природных объектов), состояние и т. д.;
- топологических характеристик – пространственные взаимосвязи с другими объектами.

В двумерном картографировании в векторном формате объекты моделируются одним из трех типов пространственной локализации: нульмерные (или точечные объекты – точки); одномерные (или линейные объекты – линии); двумерные (или полигональные объекты – полигоны, площади). Отнесение объекта к тому или иному типу локализации обусловлено соотношениями между реальными и нормативными значениями геометрических параметров объектов. Например, между длиной и шириной объекта или между периметром и площадью объекта в горизонтальной проекции [9]. При этом нормативные значения выбранных параметров объекта устанавливаются в зависимости от требований масштаба картографирования и если все реальные параметры объекта меньше нормативных, но объект имеет важное значение, то такой объект показывается внемасштабным условным знаком.

Рассмотрим, например, критерии пространственной локализации объектов на основе соотношений реальных значений длины (Dl) и ширины (Sh) объекта и их нормативных значений (Dl)_n и (Sh)_n соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Критерии пространственной локализации объектов в двумерном пространстве

Горизонтальная проекция		Тип объекта	Пример
Критерии			
Длина	Ширина		
$(Dl)_{gp} < (Dl)_{gpn}$	$(Sh)_{gp} < (Sh)_{gpn}$	Нульмерный (точка)	Люк (внемасштабный плоский условный знак)
$(Dl)_{gp} > (Dl)_{gpn}$	$(Sh)_{gp} < (Sh)_{gpn}$	Одномерный (линия)	Река
$(Dl)_{gp} > (Dl)_{gpn}$	$(Sh)_{gp} > (Sh)_{gpn}$	Двумерный Полигон (площадь)	Пашня

В трехмерном картографировании появляется третья координата – высота и соответствующий ей третий параметр объекта, в качестве которого может быть выбраны высота, площадь в вертикальной проекции или объем объекта [16, 13]. При этом в трехмерной модели присутствуют и типы объектов, приведенные в таблице 1, так как на местности имеются объекты, расположенные непосредственно на земной поверхности (дороги, пашни, люки колодцев

подземных коммуникаций) и значения их параметров в вертикальной проекции равны нулю.

Кроме того, в трехмерном картографировании появляется еще один параметр локализации – высота расположения объекта относительно земной поверхности (V_{opz}). К таким объектам можно отнести, например, трубы над поверхностью земли, электрические провода, тросы канатной дороги объекты, для которых отношения ранее рассмотренных параметров имеют следующий вид: $(Dl)_{gp} > (Dl)_{gpn}$, $(Sh)_{gp} < (Sh)_{gpn}$, $(Vo)_{vp} < (Vo)_{vpn}$.

Если реальное значение этого параметра превышает нормативное $(V_{opz})_n$, то есть $(V_{opz}) > (V_{opz})_n$, то такой объект относится к особому типу локализации – одномерный пространственный – линия в трехмерном пространстве и не совпадающая с земной поверхностью.

В трехмерном картографировании возникает еще одно обстоятельство, которое обусловлено разной степенью значимости размеров объектов местности в плане и по высоте и, соответственно, разными масштабами моделей в горизонтальной и вертикальной проекциях. Возможны случаи, когда объект по своим параметрам в горизонтальной проекции должен быть отнесен к типу линий, а по параметрам в вертикальной проекции – к типу поверхностей или тел. В этом случае, по нашему мнению, надо исходить из соотношения размеров объекта в горизонтальной проекции к его размерам в вертикальной проекции. При этом, в качестве критерия можно применить, например, принцип ничтожного влияния и использовать коэффициент 0,25.

Таким образом, критерии пространственной локализации объектов в развитие подхода в двумерном картографировании получают, например, следующий вид (таблица 2), где длина, ширина и высота объекта рассматриваются соответственно в горизонтальной и вертикальной проекциях.

Таблица 2 – Критерии пространственной локализации объектов в трехмерном пространстве

Горизонтальная проекция	Длина	(Dl)gp < (Dl)grp	
	Ширина	(Sh)gp < (Sh)grp	(Sh)gp < (Sh)grp
Вертикальная проекция	Высота	(Vo)vp > (Vo)grp	(Vo)vp < (Vo)grp
	Соотношение длины, ширины и высоты	–	(Vo)vp > 0,25 (Sh)gp, (Dl)gp
	Тип объекта	Одномерный вертикальный (линия в трехмерном пространстве)	Нульмерный плоский (точка в трехмерном пространстве)
		Столб – внемасштабный в горизонтальной проекции объемный условный знак – цилиндр, прямоугольник	Люк –(внемасштабный плоский условный знак)
	Пример		Столбик – (внемасштабный объемный условный знак)

Продолжение таблицы 2

Горизонтальная проекция	Длина	(Dl)gp > (Dl)gpn		
	Ширина	Sh)gp < (Sh)gpn	Sh)gp < (Sh)gpn	(Sh)gp > (Sh)gpn
Вертикальная проекция	Высота	(Vo)vp < (Vo)vpr	(Vo)vp < (Vo)vpr	(Vo)vp < (Vo)vpr
	Соотношение длины, ширины и высоты	(Vo)vp < 0,25 (Sh)gp, (Vo)vp > (Vo)vpr	(Vo)vp < 0,25(Sh)gp, (Vo)vp < (Vo)vpr	
Тип объекта		Одномерный горизонтальный объемный (линия в трехмерном пространстве)	Одномерный горизонтальный плоский (линия в трехмерном пространстве)	Двумерный горизонтальный (поверхность в трехмерном пространстве)
Пример		Электрический провод (внемасштабный в вертикальной проекции объемный условный знак – тело цилиндрической формы)	Дорога (внемасштабный в вертикальной проекции плоский условный знак – линия)	Пашня (внемасштабный в вертикальной проекции плоский условный знак – полигон)

Продолжение таблицы 2

Горизонтальная проекция	Длина	$(DI)_{gp} > (DI)_{gpn}$	
	Ширина	$(Sh)_{gp} < (Sh)_{gpn}$	$(Sh)_{gp} > (Sh)_{gpn}$
Вертикальная проекция	Высота	$(Vo)_{vp} > (Vo)_{vpn}$	$(Vo)_{vp} > (Vo)_{vpn}$
	Соотношение длины, ширины и высоты	–	$(Sh)_{gp} \geq (Vo)_{vp}$
Тип объекта	Двумерный вертикальный (поверхность в трехмерном пространстве)	Трехмерный (тело в трехмерном пространстве)	Трехмерный (тело в трехмерном пространстве)
		Забор	Большой дом, заводская труба
Пример	Трубопровод большого диаметра, подпорная стенка		

Не менее важным моментом геоинформационного картографирования являются правила цифрового описания объектов местности. Эти правила обеспечивают стандартизацию цифрового представления данных, принцип записи данных таким образом, чтобы объекты всегда были представлены в базе данных одинаково.

2.2 Особенность систем условных знаков

На двумерных картах объекты местности отображаются тремя классами картографических условных знаков: точечные (внемасштабные), линейные и полигональные (площадные). Применение того или иного класса условного знака обусловлено формой, реальными размерами проекции объекта местности на земную поверхность (или на плоскость) и выбранного масштаба карты (от которого зависит выбранная пространственная локализация объекта). Критерии отнесения каждого объекта к одному из указанных классов предложены в работах [20, 9, 14, 19].

При переходе от двумерных к трехмерным картам в структуре карты появляются, в связи с особенностями трехмерного картографирования и разнообразием видов объектов, новые классы условных знаков:

а) полигональные условные знаки объектов вертикального расположения (например, стены зданий – рисунок 4);



Рисунок 4 – Здание со стеклянной стеной и крышей

б) полигональные условные знаки объектов произвольного расположения в пространстве, но не на поверхности земли (например, крыши зданий – рисунок 4);

в) линейные условные знаки объектов вертикального расположения (например, столбы, трубы – рисунок 5);

г) линейные условные знаки объектов произвольного расположения в пространстве, но не на поверхности земли (например, трубопроводы на опорах, электрические провода – рисунок 6);



Рисунок 5 – Столб



Рисунок 6 – Труба над земной поверхностью

д) линейные условные знаки объектов, расположенных на поверхности земли и имеющих размер по высоте, величина которого пренебрегаемо мала для заданного масштаба карты (например, рельсы, разделительная стенка на оси автодороги – рисунок 7);



Рисунок 7 – Разделительная стенка в виде ряда столбов

е) немасштабные условные знаки объектов, расположенных на поверхности земли и имеющих размер по высоте, величина которого пренебрегаемо мала для заданного масштаба карты (например, разделительная стенка в виде столбиков – рисунок 8);



Рисунок 8 – Разделительная стенка в виде столбиков

ж) объемные условные знаки объектов, расположенных на/над поверхностью Земли и имеющие размеры в плане и по высоте, значимые для заданного масштаба карты (например, водонапорная башня – рисунок 9).



Рисунок 9 – Башня – вид объекта «водонапорная башня»

Кроме того, следует учитывать, что существуют объекты, отдельные части которых должны для заданного масштаба карты отображаться условными знаками разных классов. Примером могут служить такие объекты как телебашни, баки на столбах, линия электропередачи (ЛЭП), рекламные установки и другие. Например:

– объект «здание»; стены здания должны отображаться полигональным условным знаком вертикального расположения (по пункту, а приведенной классификации), а крыши – полигональным условным знаком произвольного расположения в пространстве (по пункту б) – рисунок 10;



Рисунок 10 – Здания с горизонтальной крышей

– объект «навес на столбах»; крыша навеса отображается полигональным условным знаком произвольного расположения в пространстве (по пункту б), а каждый столб – линейным условным знаком вертикального расположения (по пункту в) – рисунок 11;



Рисунок 11 – Пешеходный переход с крышей – вид объекта
«навес на столбах»

– объект «забор на фундаменте»; фундамент может отображаться трехмерным условным знаком (по пункту ж), а сам забор – полигональным условным знаком вертикального расположения (по пункту а) – рисунок 12;



Рисунок 12 – Забор на фундаменте

– объект «бак на столбах»; сам бак отображается объемным условным знаком (по пункту ж), а столбы – линейными условными знаками вертикального расположения (по пункту в) – рисунок 13;



Рисунок 13 – Домик на столбах – вид объекта «бак на столбах»

– объект «линия электропередачи»; опоры линии электропередачи в зависимости от масштаба могут отображаться линейным условным знаком вертикального расположения (по пункту в) или объемным условным знаком (по пункту ж) а провода – линейным условным знаком произвольного расположения в пространстве (по пункту г) – рисунок 14;



Рисунок 14 – Линия электропередачи

– объект «дерево»; крона дерева отображается трехмерным условным знаком (по пункту ж), а ствол – линейным условным знаком вертикального расположения (по пункту в) – рисунок 15;



Рисунок 15 – Дерево

– и многие комбинированные объекты (рисунки 16 – 19).



Рисунок 16 – Мост



Рисунок 17 – Рекламная вывеска



Рисунок 18 – Телебашня



Рисунок 19 – Разделительная стенка

При отображении каждого элемента объекта необходимо учитывать и его характеристики.

2.3 Особенность использования цвета

Использование цвета на картах имеет большое значение и базируется на зрительных аналогиях и культурных традициях народов. Например, растительность чаще всего показывается зеленым цветом, гидрография – синим.

Рассмотрим возможный подход к обоснованию использования цвета на трехмерных картах для условий Вьетнама.

В китайской древней философии широкую известность получила концепция о том, как привлечь в свою жизнь здоровье, счастье, удачу и финансовое благополучие. Это философская концепция с более чем двух тысячелетней историей, называемая Фэн–Шуй (дословно переводится как «ветер – вода»), широко применяется в Китае, влияет на другие восточные народы, например: Корею, Японию, Вьетнам и строится на идее энергетического взаимодействия жилища и судьбы человека.

Наряду с этим, в Китае ученые считали, что когда космос начинался, в его составе существовали пять элементов – веществ: Дерево, Огонь, Земля, Металл, Вода. Это древнее знание называется «У–Син» [29].

Между этими пятью элементами существовали взаимопорождение и взаимопреодоление друг друга и в соответствии с этим космос, естественный мир, окружающая природа существуют и развивается. Когда дерево растет на Земле, тогда состав почвы Земли изменяется, поэтому древние китайцы считали, что Дерево побеждает Землю и это представлено как закон взаимопреодоления между Землей и Деревом. Другие законы взаимопреодоления: Земля побеждает Воду, Вода побеждает Огонь, Огонь побеждает Металл, Металл побеждает Дерево; при этом они все взаимно изменяют друг друга.

Поскольку металл изготавливался из полезных ископаемых (Земля), то считали, что Земля порождает Металл, так же как Дерево порождает Огонь, Огонь порождает Землю (вулканическая деятельность), Металл порождает Воду, Вода порождает Дерево: пять элементов помогают друг другу (рисунок 20).

В китайской философии разработана таблица соответствия пяти стихий другим категориям, в том числе и цвету (таблица 3).

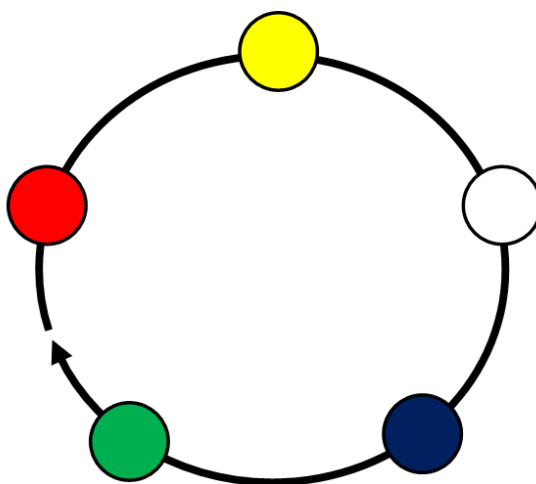


Рисунок 20 – Взаимопорождение пяти элементов

Таблица 3 – Соответствие пяти стихий цвету

Пять стихий	Дерево	Огонь	Земля	Металл	Вода
Пять цветов	Зеленый	Красный	Желтый	серый	синий / черный
Цвет взаимопорож- дения	синий / черный	Зеленый	Красный	Желтый	серый
Пример					

Таблица 3 может быть положена в основу выбора цвета для отображения объектов местности на карте.

2.4 Разработка форм и структур трехмерных условных знаков

Классификация форм крыш во Вьетнаме по признакам "Фэн–шуй" и "У–син". В каждом доме двумя наиболее важными структурами, определяющими концепцию дома, являются стены и крыша. Поэтому применения концепции Фэн–шуй в конструкции крыши является важным способом приложения реального человеческого восприятия отношений с окружающей средой.

Согласно классификации из пяти элементов Фэн–Шуй и У–Син вьетнамские жители, на которых влияет китайская философия и культура, как и строители, делят крыши на пять видов в соответствии со своими формами (рисунок 21 – 26) [16]:

- циркулярная крыша – Металл;
- остроконечная крыша – Огонь;
- гофрированная крыша – Вода;
- горизонтальная крыша – Земля;
- парящая крыша – Дерево.



Рисунок 21 – Остроконечная
крыша – Огонь



Рисунок 22 – Гофрированная
крыша – Вода



Рисунок 23 – Горизонтальная крыша –
Земля



Рисунок 24 – Парящая крыша – Дерево



Рисунок 25 – Пространственные фермы

Рисунок 26 – Циркулярная крыша –
Металл

По материалам объекты могут быть классифицированы на пять видов (рисунок 27 – 31) [16]: железобетонный, кирпичный, стеклянный, металлический, деревянный (и в том числе органические материалы, как пластические).



Рисунок 27 – Кирпичная крыша



Рисунок 28 – Деревянная крыша



Рисунок 29 – Стеклопанная крыша



Рисунок 30 – Металлическая крыша



Рисунок 31 – Железобетонная крыша





Согласно классификации из пяти элементов «Фэн–шуй» и «У–син» строительные материалы делятся на пять видов в соответствии со своими характеристиками, происхождениями или процессами их подготовки.

Таблица 4 – Соответствие пяти видов материалов стихиям «Фэн–шуй», «У–син»

Пять стихий	Дерево	Огонь	Земля	Металл	Вода
Пять цветов	Зеленый	Красный	Желтый	Серый	Синий / Черный
Материал	Деревянный	Железобетонный	Кирпичный	Металлический	Стеклопанная

При крупномасштабных топографических съемках (двухмерных) во Вьетнаме строения подразделяют на огнестойкие, неогнестойкие, смешанные и отображают следующими условными знаками (таблица 5) [56, 64].


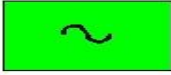


















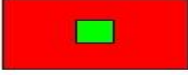




Таблица 5 – Условные знаки строений крупномасштабных топографических 2D–карт во Вьетнаме

Наименование и характеристики топографических объектов на двумерной карте	Условные знаки
Строения жилые огнестойкие	
Строения жилые неогнестойкие	
Строения смыкающиеся огнестойкие	
Строения смыкающиеся неогнестойкие	

Эту систему надо учитывать при разработке новой системы условных знаков крыш для 3D–карт.

Система условных знаков крыш для трехмерных карт (таблица 6).

Таблица 6 – Условные знаки крыш строений для трехмерных карт

Пять стихий	Огонь	Дерево	Земля	Металл	Вода
Материал/форма	Железобетонная	Деревянная	Кирпичная	Металлическая	Стеклянная
Гофрированная					
Парящая					
Циркулярная					
Остроконечная					
Горизонтальная					

В развитие подхода, принятого для 2D-карт, можно составить систему условных знаков крыш для трехмерных карт в соответствии с цветами их взаимопорождения по концепции «Фэн-шуй» и «У-син»; а форму предлагается изображать структурными рисунками. Для особенных объектов, таких как деревья или редкие, но характеристические объекты местности – церкви, храмы, пагоды и другие могут быть созданы фотоснимки в стандартной библиотеке программ (приложение А).

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ 2D–КАРТ В 3D КАРТЫ

3.1 Общая схема процесса составления 3D–карт

В рамках нового научного направления – цифрового трехмерного картографирования [15] отрабатываются различные новые методики и технологии создания трехмерных карт по трем основным вариантам:

- создание 3D карты заново по данным топографических наземных съемок геодезическими методами или съёмок методами дистанционного зондирования, например, лазерного сканирования [20];
- картографическое отображение (визуализация) трехмерных моделей местности [14];
- составление 3D карты по материалам двумерных карт.

Первый и второй подходы предусматривают выполнение съемочных работ, в то время как третий – обработку уже имеющейся на карте информации, что, безусловно, дешевле и быстрее. В настоящей главе рассматривается последний указанный вариант создания 3D карты по материалам двумерных карт, как наиболее экономичный и оперативный в существующих условиях Вьетнама.

Однако, для применения этого третьего подхода необходимы специальные методика и соответствующий технологический процесс, суть которых и изложена в настоящем разделе.

Во Вьетнаме почти на всю территорию составлены топографические 2D–карты – основы, в том числе и цифровые карты в Mapinfo–формате, и составлена государственная база геоданных [16, 37]. Поэтому целесообразно использовать этот материал для быстрого создания трехмерных карт с минимальными затратами трудовых и денежных средств.

Общая схема процесса (рисунок 32) включает четыре действия: сбор исходных данных, преобразование собранных данных, создание файлов

трехмерных изображений объектов и файла трехмерной модели поверхности Земли, комбинация файлов карты и создание разной геопродукции:

- по заказу потребителей собираются все документы, руководства, стандарты, нормативы о процессе составления карт, картографические источники, служебные материалы, дополнительная информация о местности картографирования и о потреблении пользователями составляемых карт;
- выполняется преобразование данных из картографических источников с использованием собранной информацией в файлы 2D–изображений объектов;
- создаются новые файлы трехмерных (3D) изображений объектов и поверхности земли;
- производится комбинация файлов карты по требованиям заказчиков и управление процессом экспорта картографической продукции.

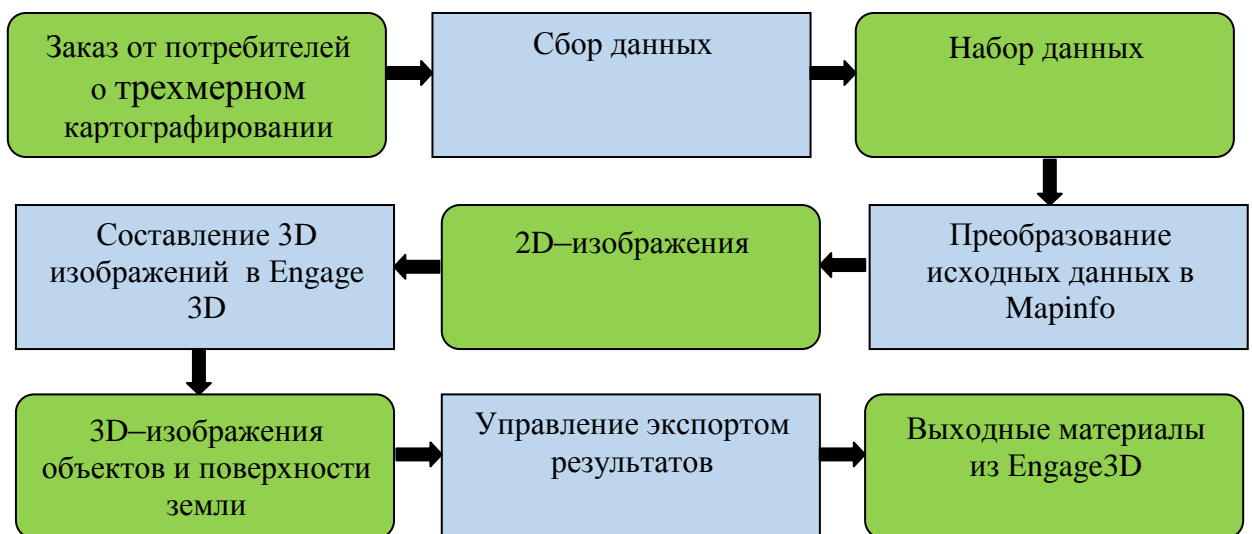


Рисунок 32 – Общая технологическая схема преобразования 2D–карты в 3D–карту

Предлагается процесс создания трехмерных карт выполнить путем обработки информации из 2D–карт в среде ГИС Mapinfo с добавленным к ней

пакетом Engage3D Professional. При этом, содержание трехмерных карт должно быть таким же как содержание 2D-карт.

Первое действие происходит для сбора всех необходимых данных во внекомпьютерной среде, второе действие происходит в программе MapInfo и ограничивается формированием двумерных картографических изображений. Третье и четвертое действия происходят в среде пакета Engage3D и завершается созданием трехмерной карты.

Пакет Engage3D Professional представлен модулями трех уровней функциональности [37]:

- модуль Engage предназначен для расширения существующей функциональности MapInfo Professional, предоставляя ряд усовершенствованных инструментов для повышения производительности обработки данных. Инструменты Encom Engage облегчают процесс создания карт и отчетов, сбора и редактирования данных, построения запросов, управления набором таблиц и системами координат. Кроме того, программа Engage содержит блок работы с растровыми изображениями, включая, регистрацию, коррекцию и перепроецирование растра, модуль ColorMap для оформления карт на основе таблиц-классификаторов и мощный модуль с аналитическими функциями, средствами статистического анализа данных и графического представления;

- модуль Engage3D Surfaces включает в себя все функции Engage и дополняет MapInfo Professional развитыми средствами работы с поверхностями, включая создание, обработку и анализ поверхностей. Поддерживается преобразование векторных данных в растровые поверхности с использованием различных математических методов и представление поверхностей в трехмерном виде;

- модуль Engage3D добавляет следующие функции трехмерной ГИС: отображение и модификация трёхмерных поверхностей; возможность добавления точечных и линейных наборов данных MapInfo Professional в интерактивную трехмерную среду, с возможностью их изменения; возможность помещать 3D –

сцену в окне отчёта MapInfo Professional; возможность интерактивно перемещаться в трехмерном пространстве, а также функцию полёта над местностью.

3.2 Создания файлов 3D–изображений объектов

Пакет Engage3D Professional в среде Mapinfo предоставляет *три способа* для составления 3D–изображений разных видов объектов [37]:

а) *первый способ* - это просмотр 2D–изображений объектов как 3D «View objects in 3D», а просмотр 2D–изображения всех видов объектов в необъёмном 3D–изображении, просто размещая 2D–изображение на высоте, этот способ выполняется по следующим действиям:

- 1) выбор меню Engage3D–View objects in 3D для просмотра объектов как 3D изображений при отсутствии высот;
- 2) выбор слоя или таблицы;
- 3) присвоение значения высоты Z для выбранных данных различными путями: выбор из поля Z значений, выбор из модели DEM (для того, чтобы DEM всегда была доступна для выбора, она должна быть открыта в окне) или ручной ввод значения постоянной Z ;
- 4) смещение и задание масштаба (Offset, Scale): параметры можно также задать для 3D–отображения;
- 5) выбор кнопки Update Z : позволяет отображать Z диапазон для выбранных данных и обновляться;
- 6) выбор в «Save Permanently to Save 3D» значения DXF файлы.

б) *второй способ* - использование команды «3D Extrusion Wizard» для всех видов объектов;

в) *третий способ* - составления трехмерных линий (для линейных объектов) и трехмерных точек (для точечных объектов).

Составление изображений объемных объектов с 3D Extrusion Wizard.

Объёмные объекты разделяют на следующие типы:

- объекты с объёмом на поверхности Земля – например, здания, мосты;
- поверхности на любой высоте – например, крыша здания;
- вертикальные поверхности – например, стена здания.

На рисунке 33 показана схема преобразования 2D–изображения в 3D–изображения объектов (в соответствии с третьим действиям процесса составления 3D–карты).

Для составления трехмерных изображений объёмных объектов с использованием команды «3D Extrusion Wizard» последовательно выполняются действия в несколько технологических этапов.

а) *этап 1*: преобразование исходных слоев в Mapinfo:

- 1) шаг 1: все объёмные объекты должны быть преобразованы в полигональный формат. Если на оригинале объёмные объекты ещё не замкнуты и требуются составлять их 3D–изображения, то их надо закрыть и преобразовать условные знаки к полигональному формату;
- 2) шаг 2: структура таблицы слоя по элементам характеристик объектов изменяется в соответствии с собранной информацией.;

б) *этап 2*: составление нового слоя структурных рисунков по элементам характеристик объектов с собранной информацией;

в) *этап 3*: составление цветowych таблиц в Engage3D Professional (если объекты должны отображаться цветными условными знаками):

- 1) шаг 1: запустить программу Engage3D Professional – в меню Engage3D в Mapinfo выбрать open 3d window;
- 2) шаг 2: выбрать lookup table editor в меню tool программы Engage3D Professional;
- 3) шаг 3: открыть любую цветовую таблицу, имеющую столбцы data и сохранить с другом именем командой save as;
- 4) шаг 4: отредактировать цветовую таблицу по цвету условных знаков с назначением величин data, соответствующим записям в поле, по

которому надо раскрасить условные знаки объектов;

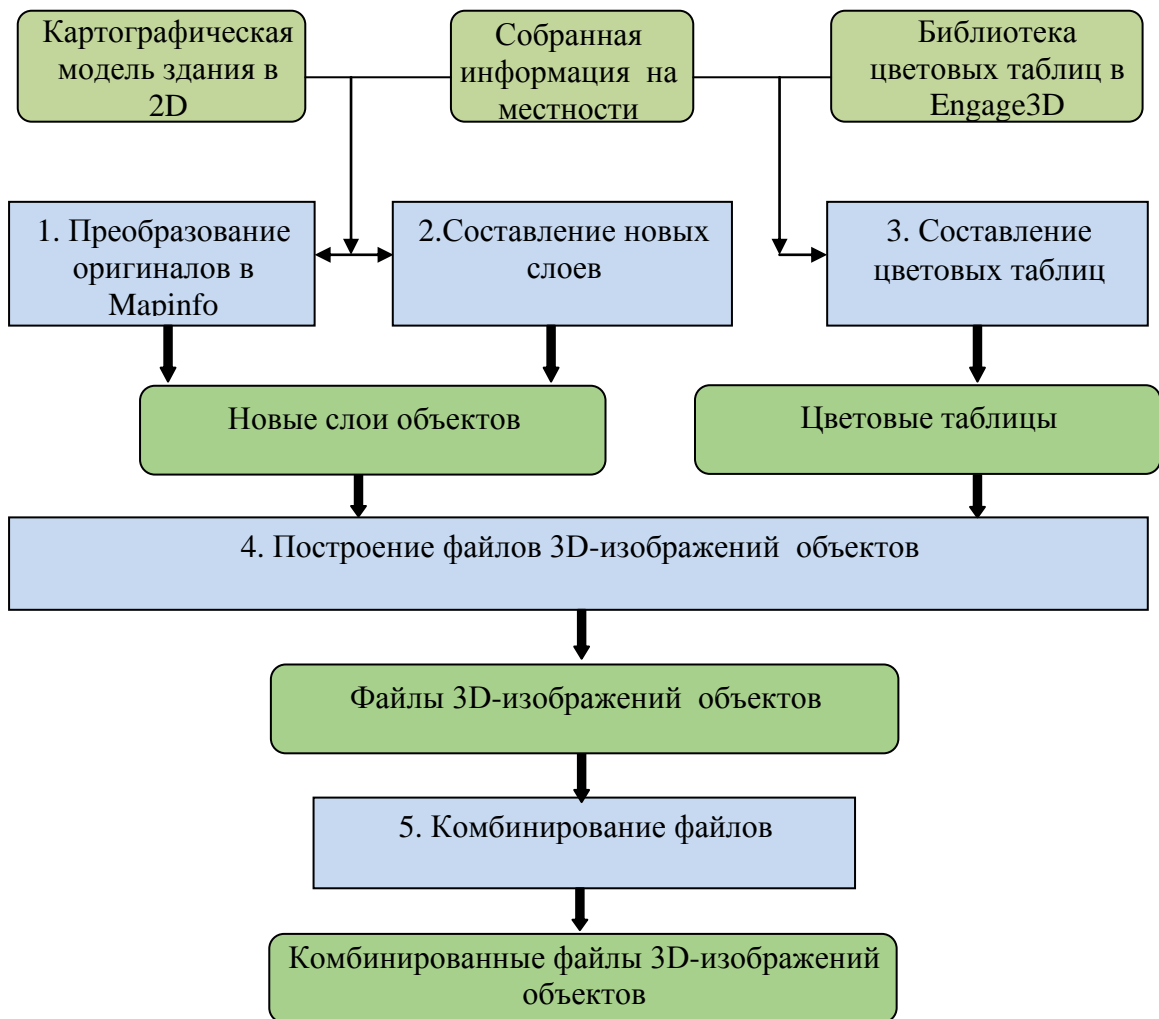


Рисунок 33 – Схема создания 3D-изображений объектов по 2D-модели

5) шаг 5: проверить соблюдение условия, чтобы в составленной цветовой таблице число цветов совпадало с числом вида объектов, тогда программа будет правильно показывать цвета объектов;

г) этап 4: построение файлов трехмерных изображений объектов.

Для составления трехмерных изображений объектов в Engage3D Professional дается команда 3D Extrusion Wizard. Для открытия команды имеются два варианта.

В первом варианте при открытии файла 2D–изображения в окне Mapinfo, тогда в меню Engage3D в Mapinfo надо выбрать 3D Extrusion Wizard и выбрать файл–источник; система будет открывать окно программы Engage3D;

Во втором варианте если окно программы Engage3D уже было открыто, то надо выбрать команду Extrusion Wizard и далее действовать в указанном порядке.

После открытия диалогового набора 3D Extrusion Wizard для составления трехмерных изображений объектов следуют действия в следующем порядке:

- 1) шаг 1: выбор файла–источника, по информации которого составляются 3D– изображения объектов;
- 2) шаг 2: построение нижней поверхности объектов с ее высотой Primary Z. Для этого нужно использовать первичное значение Z из поля Plus Field Value содержащейся в Mapinfo Professional таблице для каждого объекта карты. например: столб антенны радиопередач находится над крышей здания, в этом случае к высоте нижней поверхности столба антенна надо добавить высоту здания. Если высота – относительная, то выбирается отметка в Plus Grid Value и выбирается файл DEM поверхности земли. Если имеется абсолютная высота, то отметка в Plus Grid Value не выбирается. затем выбирается отметка в Generate Primary Surface для построения плоскости нижней поверхности;
- 3) шаг 3: построение верхней поверхности объектов с ее высоты (Extruded Z). Затем выбирается Plus Field Value (если нужно). выбирается отметка в Relative To Primary Z если имеется высота (Extruded Z) относительная нижней поверхности. выбирается отметка в Generate Extruded Surface для построения плоскости нижней поверхности;
- 4) шаг 4: выбор направления и наклона: выбор варианта направления и наклона позволяет задать эти параметры, которые должны применяться

к объектов. Это позволяет визуализировать здания, валы и трубопроводы с заданным углом наклона;

5) шаг 5: выбор сжатия сетки: этот процесс позволяет сеткам нижней и верхней сжиматься (если это указано в шагах 2 и 3). Как правило, если сетки очень большие, рекомендуется оставить факторы сжатия на их уровнях по умолчанию;

б) шаг 6: выбор внешнего вида знаков. Выбор цветов объекта:

- From input: цвет каждой стены как на источнике – 2D–карте;
- Fixed: один цвет для всех;
- Cycle through standard DXF colors: случайной цвет;
- Modulated by field: задается по полю из структуры таблицы, при этом в поле Colour tab выбирается конкретная цветовая таблица.

Если в исходных данных указаны точки, а не полигоны, то они могут быть изображены (с помощью команды Point Extrude to:) в виде линий, труб, квадратных или треугольных призм (Lines, Tubes, and Square or Triangular prisms). Размер символов показывается в поле Width.

Выбор опции Generate Sides предназначен для создания вертикальных поверхностей объектов.

7) шаг 7: выбор файла для сохранения результата, например: D:\Sgugit;

8) шаг 8: выбор поля таблицы для сохранения характеристики:

- выбор Default Layer: для одного слоя выходного файла;
- выбор поля таблицы; например, если выбирается поле высот здания, то в результате сохраняются файлы, соответствующие записям в поле «высота здания»: D:\Sgugit_5; D:\Sgugit_10; D:\Sgugit_15;

д) *этап 5*: комбинирование файлов.

Комбинирование файлов DXFs позволяет объединить несколько файлов в создаваемый единый файл 3D DXF (рисунок 34), это необходимо для управления файлами объектов.

Для этого, в окне Engage3D выбирается кнопка меню Combine DXF's; затем выполняется выбор файлов для комбинирования; выбор имени и места хранения комбинированного файла.

Составление трехмерных изображений линейных объектов.

При составлении 3D-изображений линейных объектов возможны следующие варианты:

- линейные объекты, которые имеют ширину, значимую в масштабе карты, изображаются как объёмные объекты;
- линейные объекты, которые имеют немасштабную ширину, изображаются как трехмерные линии на определённой высоте (рисунке 34, з);
- линейные объекты типа вертикальных линий изображаются как столбец и отображаются командой 3D Extrusion Wizard (рисунке 34, з).



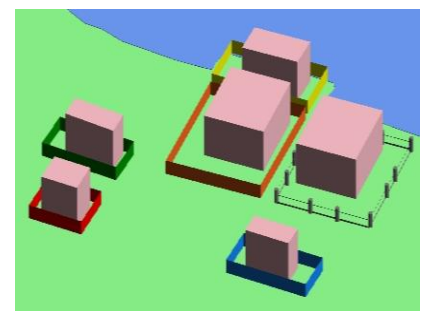
а)



б)



в)



з)

Рисунок 34 – 3D-изображения различных типов объёмных объектов:

а), б), в) домики с различными типами заборов; з) 3D-изображения этих объектов

В Engage3D данные каждой линии в целом относятся к данным, которые

были собраны систематически в результате измерений вдоль линейного объекта с разбиением на дискретные интервалы. Формат данных такой же, как в таблице данных точек; в таблице данных линий требуется, чтобы в каждой записи имелись поля значений X, Y и Z (высота) и поле идентификатора линии.

Как уже было показано в начале 3.2 пакет Engage3D Professional в среде Mapinfo предоставляет три способа для составления 3D-изображений разных видов объектов:

- просмотр 2D-изображения всех объектов в 3D;
- создание 3D-векторных файлов из Mapinfo с помощью 3D Extrusion Wizard;
- Create 3D Lines для изображения трехмерных линий (для линейных объектов) и трехмерных точек (для точечных объектов).

Технологическая последовательность действий третьему способу Create 3D Lines содержит следующие шаги:

- шаг 1: открытие таблиц данных 2D линий в окне Mapinfo;
- шаг 2: выбор в меню Engage3D> Create 3D Lines; выводится диалоговой набор 3D Lines;
- шаг 3: выбор таблицы 2D линии;
- шаг 4: выбирается ОК, чтобы загрузить данные в Engage3D. Появляется таблица данных линий в окне карты 3D. Выводится диалоговое команда для ввода X, Y, Z и дополнительно поле линии: Lines Fiel.

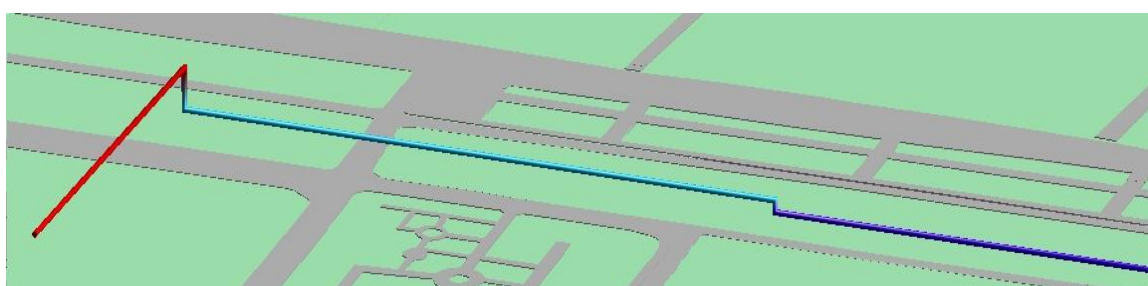
Диалог Lines Propeties содержит восемь вкладок для изменения или данные управления линией в окне Engage3D. Важнейшие из них – стиль и цвет линий и изображение линии как трубы.

В меню Appearance могут быть установлены опции стиля линии. Производится для отображения выбор одного из вариантов Lines или 3D Tuber. Стиль в них может быть установлен с помощью кнопок Lines Style или 3D Tuber Style.

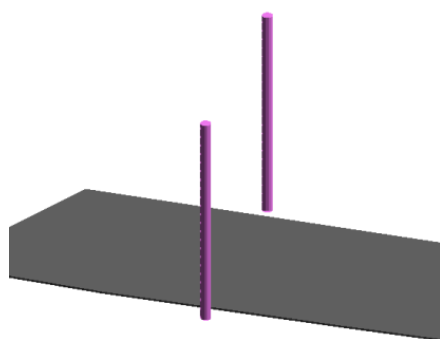
Для установления цвета линии производится:

- выбор опции Цвет на вкладке Цвет и выбор поля файла–источника;
- выбор первой кнопки Edit таблицы цветов: открывается диалоговое окно Color Scale;
- выбор одного из четырех методов определения цветовой гаммы: для RGB и HSL интерполяции, устанавливаются первый и последний цвета;
- выбор Цветовой гаммы производится кнопкой Color Browse в нижней или верхней цветовой шкалах.

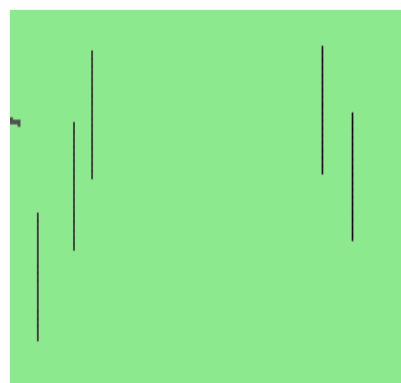
В рисунке 35 приведены 3D–изображения различных линейных объектов.



a)



б)



в)

Рисунок 35 – Трехмерные изображения различных линейных объектов

a) труба; *б)* столбы; *в)* вертикальные линии

Можно выбрать цвета объектов в цветовой таблице, которой выводится командой Look–Up Table Editor или в легенде, которая создана ранее с помощью функции Legend Editor.

При автоматическом создании программой Engage3D должно следовать условие о том, что программа создает линии по каждой записи в поле, выбранному в Lines fiel в диалоговом наборе.

При автоматическом создании трехмерных линий должно редактировать записи в структуре таблиц свойств по каждой линии, чтобы в диалоговом наборе Create 3D Lines выбор поле Lines fiel и программа автоматически создала по каждой линии, имеющей одиноковое значение в этом поле. На структуре таблицы слоя горизонталей (рисунок 36, *а*) отображается разные горизонтали с одним значениям (например, 1,5 м), и они имеют разные значения line_type, тогда на рисунке 36, *б* показываются правильные горизонтали, а на рисунке 37 – не правильные горизонтали, появились лишние прямые линии, потому что был выбор поле Lines fiel– Zvalue и программа соединяет линии с одными значениями высот.

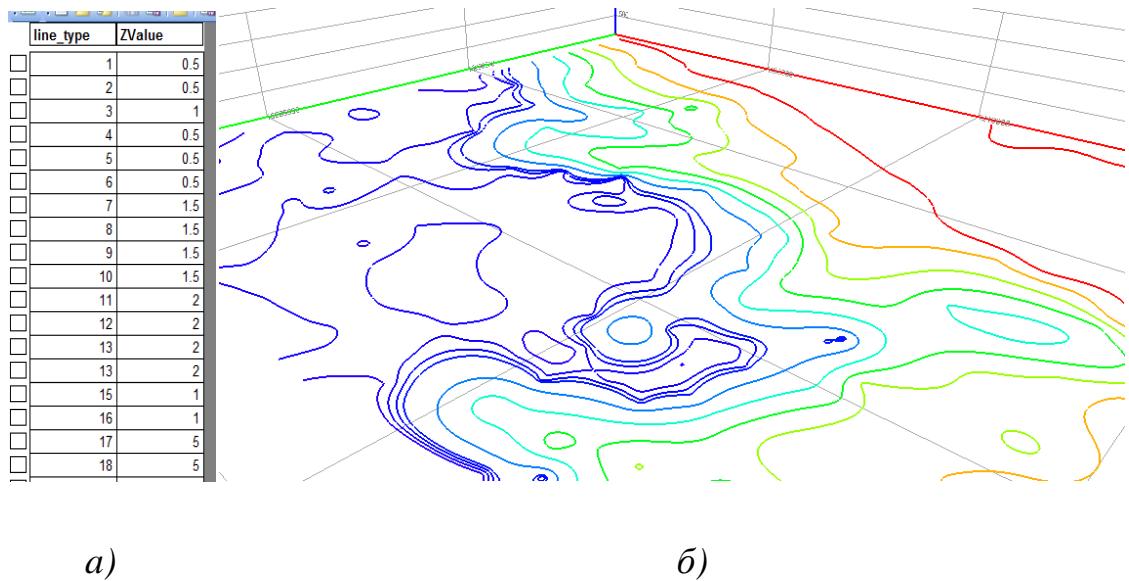


Рисунок 36 – Структура таблицы и изображения горизонталей:

а) структура таблицы слоя; *б)* правильные горизонтали

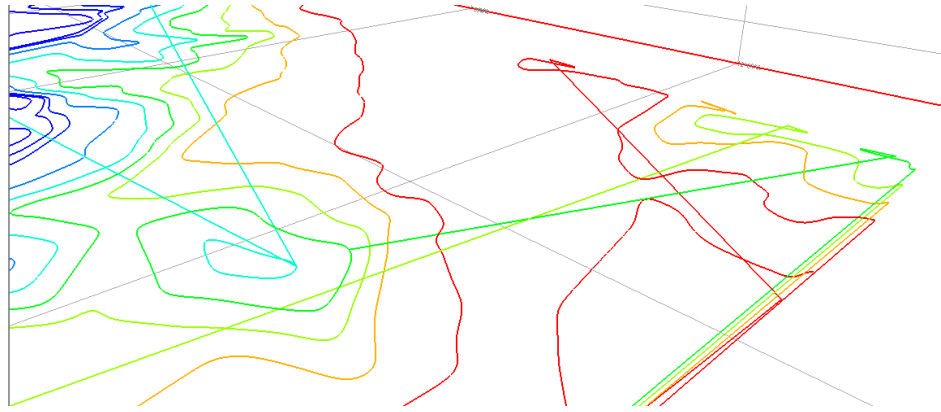


Рисунок 37 – Неправильное отображение горизонталей

Для создания изображений наклонной линии, нужно создать объект проходящий через точки на линии (рисунке 38), в этом случае должно следовать условие о том, что программа создает линии по очереди создания точек в таблице Mapinfo.

Работа с трехмерными точками.

Трехмерные точки разделяют на две группы: точки на поверхности Земли и точки на любой высоте.

Точечные данные могут включать в себя данные, которые были собраны систематически (по регулярной схеме) вдоль линейных траверсов или по произвольным измерениям.

В точечных таблицах данных требуются, чтобы в каждой записи имелись поля значений X , Y и Z (высота) и поле идентификатора линии. Примерами таких таблиц точечных данных являются результаты обследования почвы, выборки или траверсы из измерений высоты и образцов качества воздуха.

Как и для других трехмерных объектов, для трехмерных точек могут быть также использованы ранее рассмотренные три способа изображения с определенными особенностями.

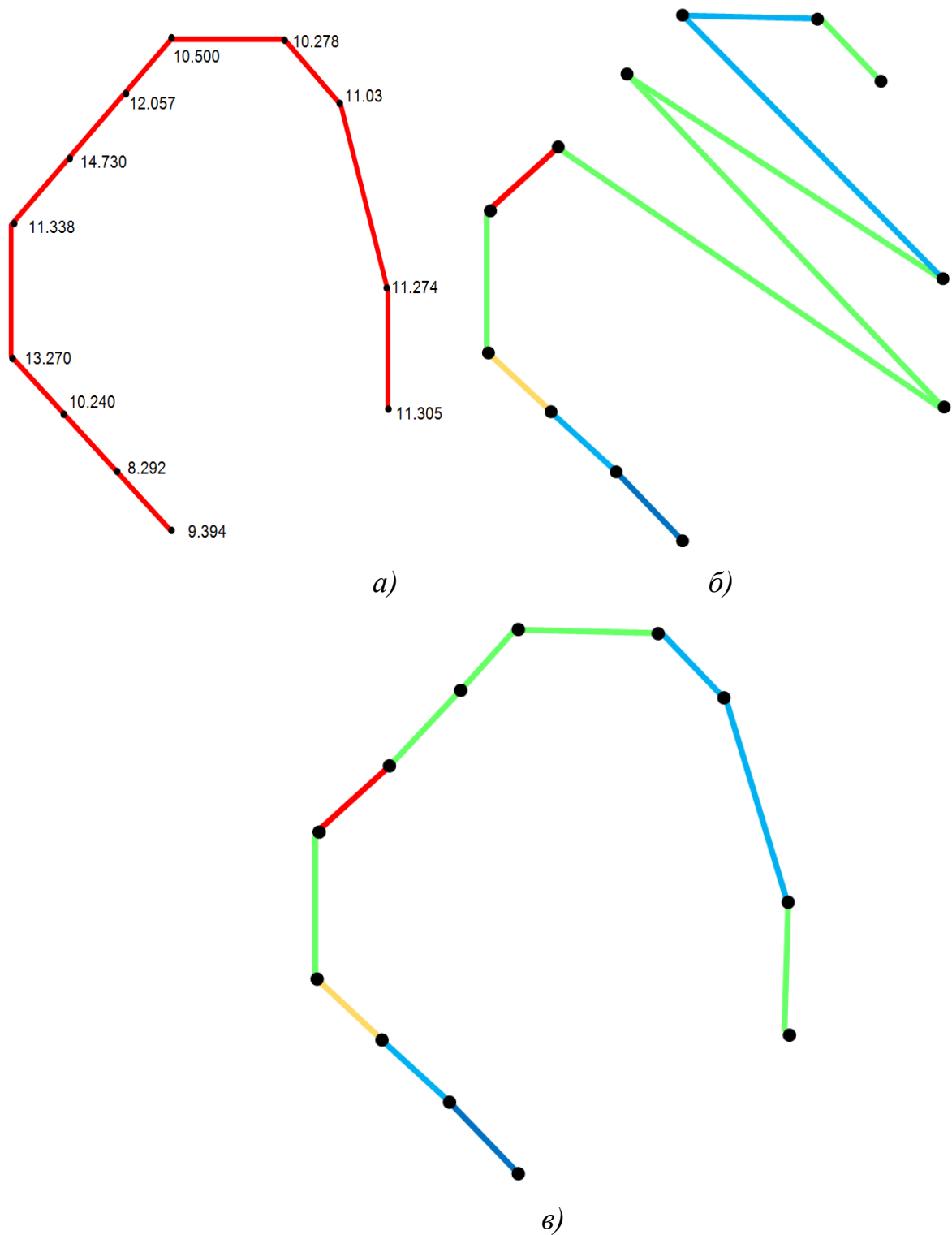


Рисунок 38 – 3D–изображения наклонной линии при автоматическом создании:

а) на оригинале Mapinfo; *б)* неправильное создание;

в) правильное создание 3D–линий

Например, при использовании второго способа (создание 3D векторных файлов из Mapinfo с помощью 3D Extrusion Wizard) следует учитывать, что в шестом шаге четвертого этапа процесса 3D Extrusion Wizard при выборе формы и размера для точек в поле Point Extrud to выбирается команда lines – вертикальные линии, turbes для круглого символа, square prisms для квадратного символа и triangular prisms для треугольников. Размер символов показывается в поле Width.

Для просмотра данных точек в 3D выполняются следующие действия:

- открывается таблица данных точки в окне;
- выбирается Engage3D> Create 3D point; появляется Диалоговой набор Create 3D point;
- выбирается таблица данных точек или Выбирается файл из списка открытых таблиц;
- нажимается кнопка ОК, чтобы загрузить данные в Engage3D. Появляется таблица данных точек в окне программы Engage3D. Выводится диалоговое указание для X, Y, Z и дополнительно поле линии.

С помощью этого диалога можно контролировать следующие параметры: выбор данных; смещение и масштабирование данных; стиль символа; надпись; цвет; размер; вращающаяся точечные символы.

Параметр «смещение и масштабирование данных (Offsetting and Scaling)» задается через вкладку «поле» следующим образом:

- Z поле – обычно значение изменений или поле Высоты в наборе данных. Если Zvalue не существуют, возможно, получить данные из значений DEM с помощью команды EngageSurfaces> Assign Values from grid;
- смещение поля – отдельное поле, чтобы компенсировать точки (в вертикальном направлении) из Zvalue.

Стиль символа точек контролируется в Symbol таблице (рисунок 39).

Выбор символа из библиотеки, установление их размера и цвета, изменения свойств символа обеспечивается в полак:

– Facing Viewer – символы расположены параллельно на просмотр так, что пользователь их может сопоставлять;

– Fixed 3D – символы фиксируются в 3D–среде. Выпадающий список в панели вращения в нижней части диалогового окна позволяет управлять начальной ориентацией: Flat (в XY плоскости) или Upright (в XZ плоскости);

– Fast 3D – быстрое 3D – идентичен Fixed 3D, за исключением того, что здесь недоступен никакой контроль стиля; этот вариант очень быстро и эффективно использует память.

Символ может также быть локализован относительно положения точек (Alignment и Rotation).

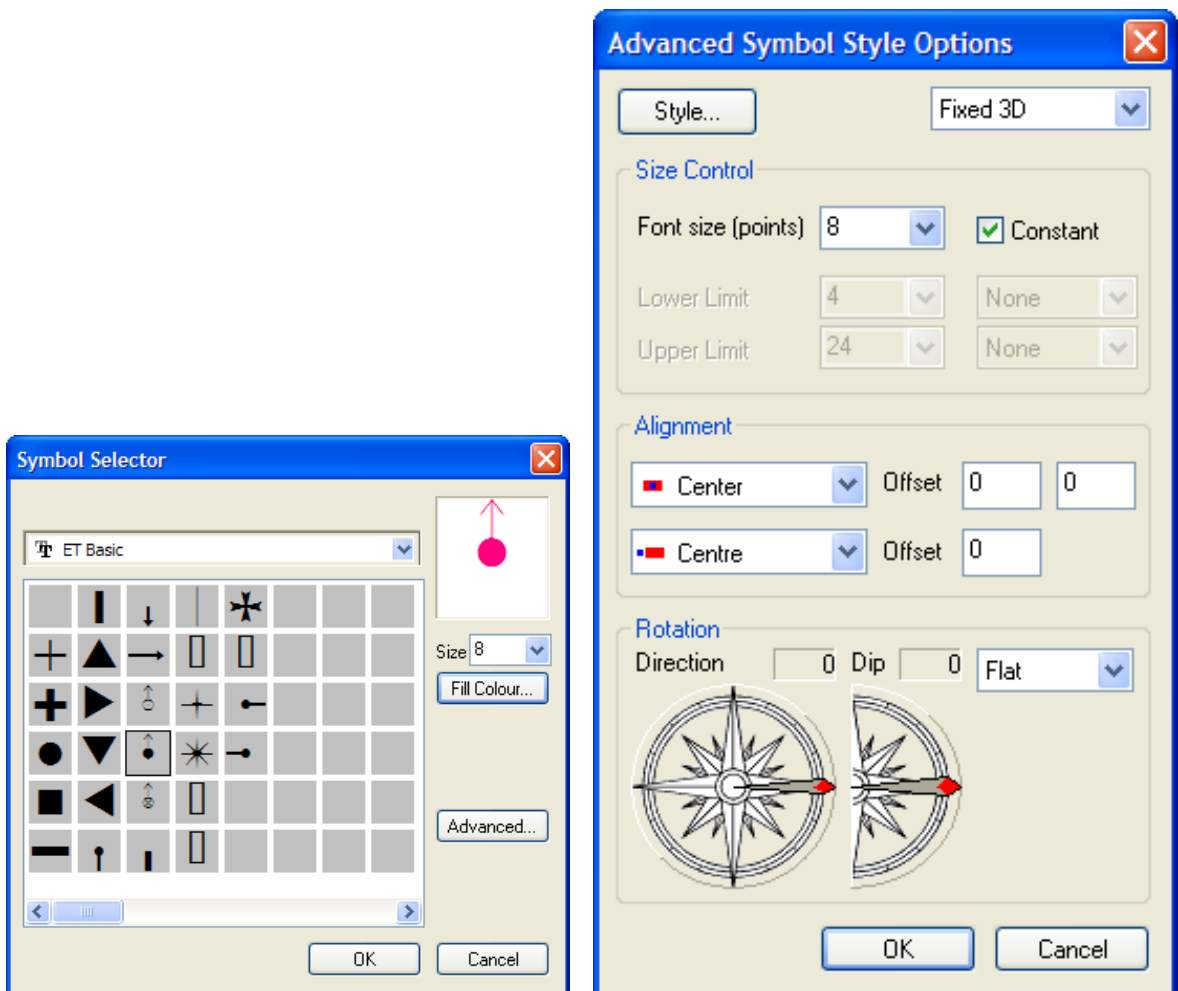


Рисунок 39 – Диалоговый набор точечных символов

Для изображения точечных объектов в Engage3D предусмотрена операция Управления объектом. Эта операция помогает быстро и легко создать изображения объектов окружающей среды и, особенно, характерных объектов местности.

Примеры использования указанной опции включают отображения изображений деревьев и другой растительности, указателей и людей, текстурирования стен, отображение простых структур (например, здания) и размещение вывески на зданиях.

Управление объектом доступно через Engage3D > 3D Utilities > Object Manager: используется Select Table для выпадающего списка, чтобы выбрать файл точки или TAB, представляющий желаемые места расположения изображения, его Имя, место сохранения выходного файла в формате EGB.

С помощью диалогового набора Object Manager могут быть выбраны следующие параметры (рисунок 40):

- параметры объекта Стил; они могут быть заданы с помощью либо атрибутов поля внутри исходного файла, либо, с использованием значений, назначенных в диалоговом наборе;

- параметр управления изображением, используемый для представления объекта.

Значок на карте локализуется по трем координатам, относящимся к центру значка, ещё учитывается важный параметр – дирекционный угол значка.

Работа с трехмерными надписями.

Надписи на трехмерных картах выполняются в части содержания по тем же требованиям, что и на двумерных картах (приложение Б) [25].

Для отображения трехмерных надписей в пакете Engage 3D есть разные возможности в составе операций Labels.

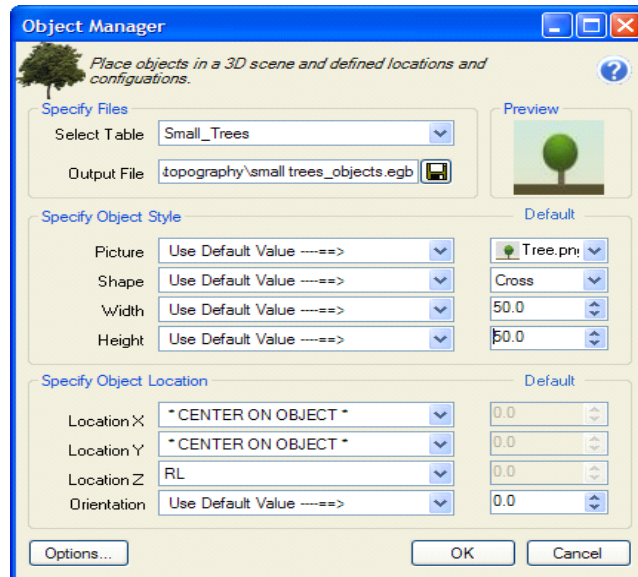


Рисунок 40 – Диалоговый набор Object Manager

Пример такого значка, требующего учета значения дирекционного угла приведен на рисунке 41.

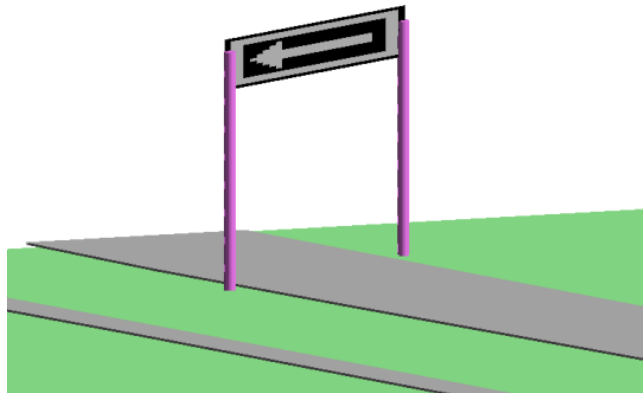


Рисунок 41– Значок рекламной вывески на столбах

Например (рисунок 42), операция Label Skip Factor контролирует, как часто отображаются надписи. Для больших наборов данных можно отображать только одну из каждых пяти или 10 надписей. Кнопкой Arrange открывается диалоговое окно Advanced Arrangement. Кнопка Format предоставляет доступ для

установки числовых параметров форматирования. Кнопка Standard font предоставляет возможность управления шрифтами в том же составе опций, что уже были нами ранее перечислены для точек опциями Advanced Symbol Style Options, включая и возможности задания локализации (Alignment и Rotation).

При работе с надписями можно также редактировать стиль, размер, цвет, высоты, на которых располагаются надписи (например, над крышей зданий) с помощью, например, системы автоматизированного проектирования AutoCAD. Этот процесс выполняется в следующем порядке.

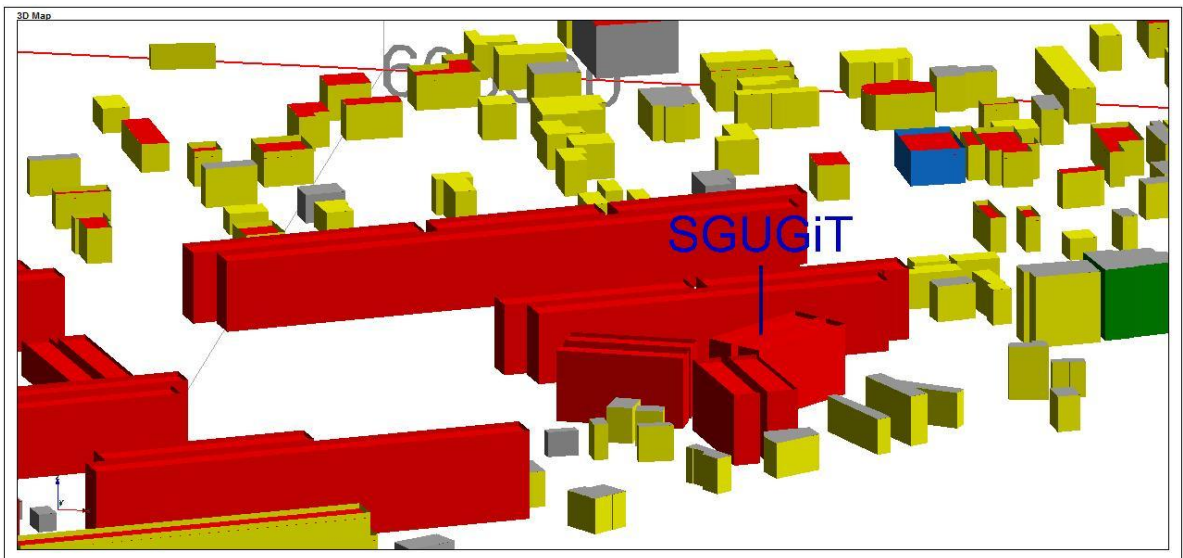
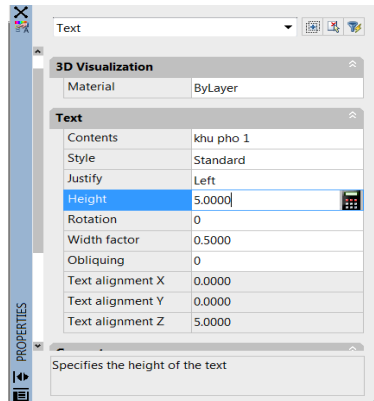


Рисунок 42 – Надписи на трехмерной карте

В ГИС Mapinfo для создания слоев надписей используется команда Universal Translator для преобразования файла в формат DXF AutoCAD. Открывается система AutoCAD, открывается файл надписей, выбирается режим работы AutoCAD в 3D Model; затем выбирается опция «Надписи», открывается раздел «свойства текста (Properties)», в этом поле редактируются стиль, размер, цвет, координаты (высота) надписей. Это полезно для управления многими разными надписями, таким как название улиц в городе, номера домов и другими.

На рисунке 43 показан набор диалога редактирования свойства текста в AutoCAD и на рисунке 44 показывается надпись после редактирования, которая отображается на 3D–карте.



khu pho 1

Рисунок 43 – Набор характеристик редактирования свойства текста

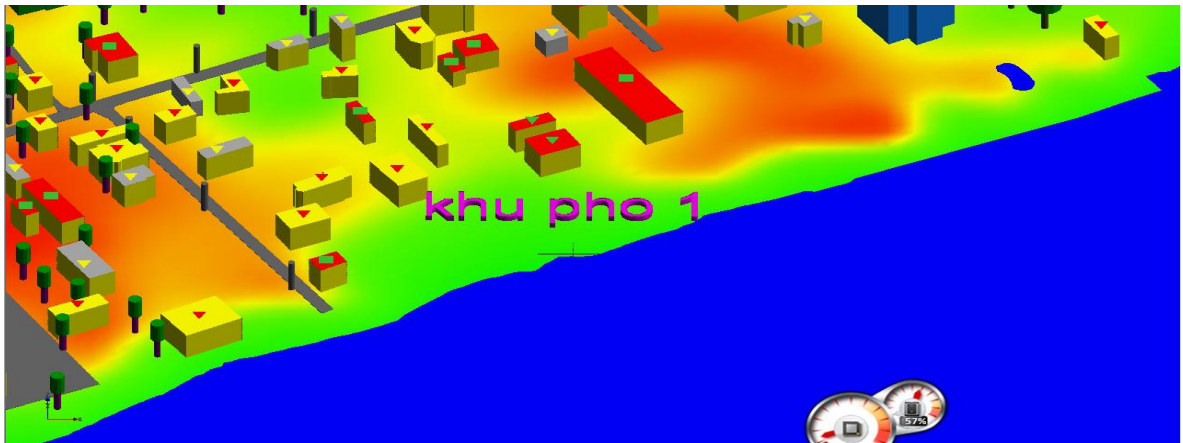


Рисунок 44 – Отображение на 3D–карте надписи после редактирования

Операции с изображениями разных видов объектов реального мира.

Все объекты в реальном мире могут быть отображены на трехмерной карте в соответствии с трехмерными изображениями основных видов объектов.

Линейные условные знаки объектов вертикального расположения (например, столбы, трубы): для этих объектов, используется команда 3D Extrusion

Wizard для точек и выбирается тип *lines* или *tuber* в поле *Extrud Point to* с малым значениям размера (см. рисунок 35, б, в).

Объект тип «Дом на столбах» (рисунок 13): дом отображается как объёмный объект, а каждый столб – как линейный объект вертикального расположения (рисунок 45).

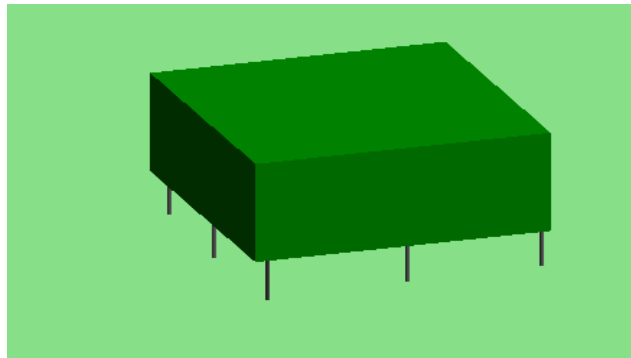


Рисунок 45 – 3D–изображение «Дом на столбах»

Линейные условные знаки объектов, расположенных на поверхности Земли и имеющих размер по высоте, величина которого пренебрегаемо мала для заданного масштаба карты (например, рельсы, разделительная стенка на оси автодороги): для этих объектов, используется команда *3D–Extrusion Wizard* для линий и полилиний и выбирается высота во много раз больше реальной высоты – знатит отображает высоту по требованию системы условных знаков или по проектированным указаниям (рисунок 46, а).

Внемасштабные условные знаки объектов, расположенных на поверхности Земли и имеющих размер по высоте, величина которого пренебрегаемо мала для заданного масштаба карты (например, столбик, ограничивающий парковку автомобилей): для этих объектов, используется команда *3D–Extrusion Wizard* для точек с высотой в несколько раз больше собственной высоты объектов и выбирается типа *lines* или *tuber* в поле *Extrud Point to* с малым значением размера (рисунок 46, б, в).

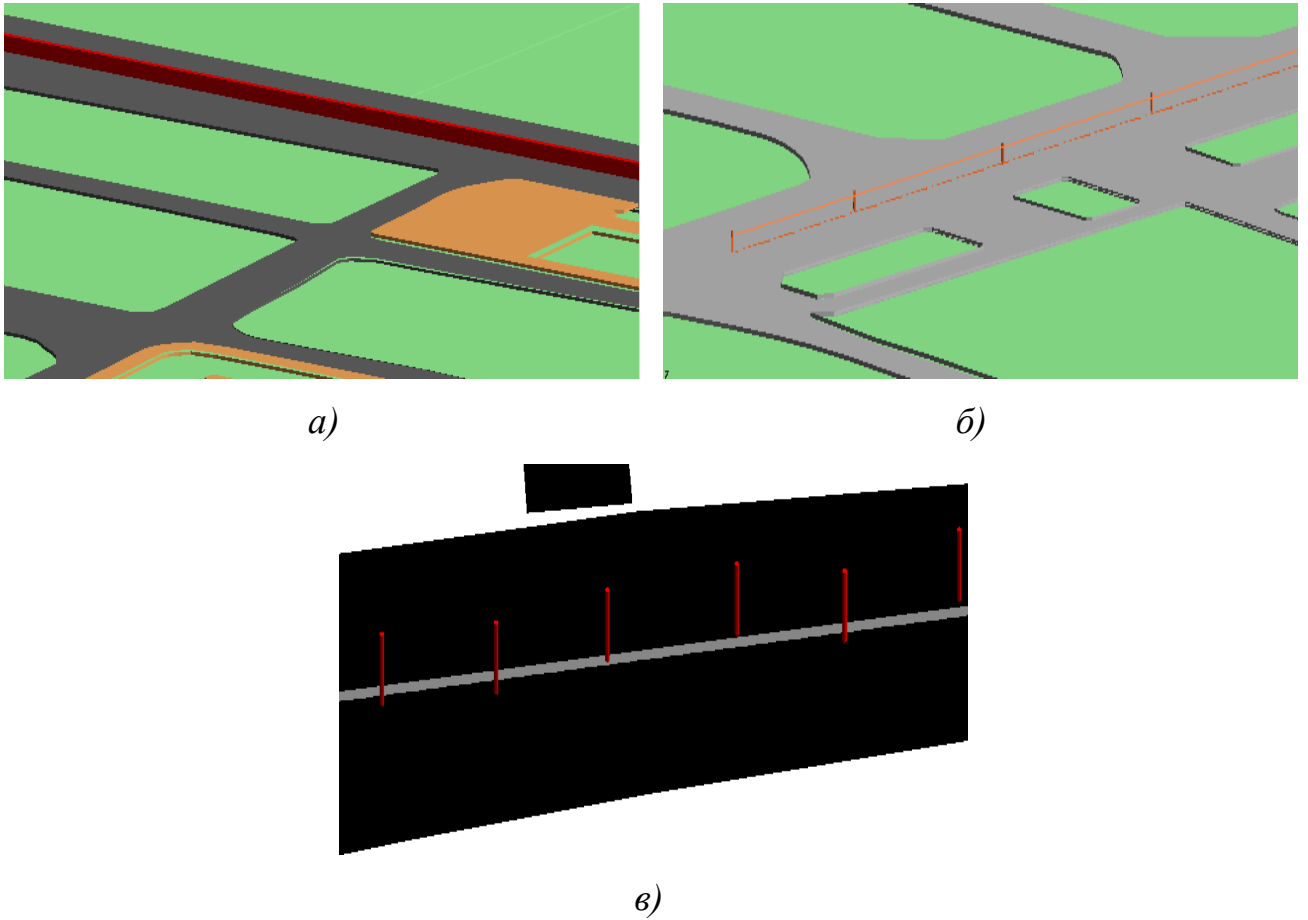


Рисунок 46 – 3D–изображения различных линейных объектов:
 а) разделительная стенка; б) разделительная стенка в виде ряда столбов;
 в) столбики

Такие объекты как рекламные таблицы на высоких столбах: столбы отображаются как вертикальные линии, а сами таблицы как вертикальные поверхности или объёмные объекты. Объекты типа башни отображаются как «Дом на столбах» (рисунок 47).

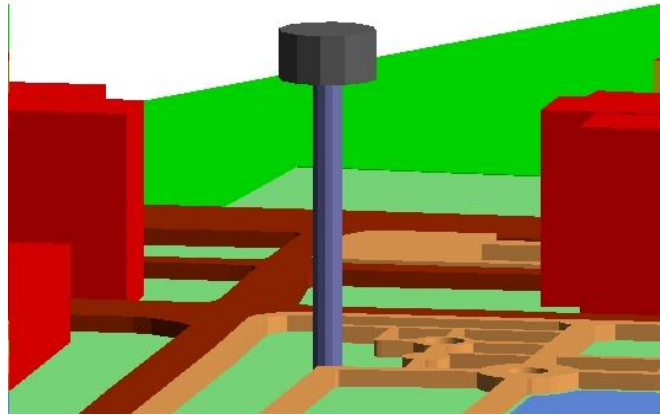


Рисунок 47 – 3D–изображение башни

Объекты типа моста: опорные столбы показываются как вертикальные столбы или объемные объекты, а пролетные части моста как объёмные объекты (рисунок 48).

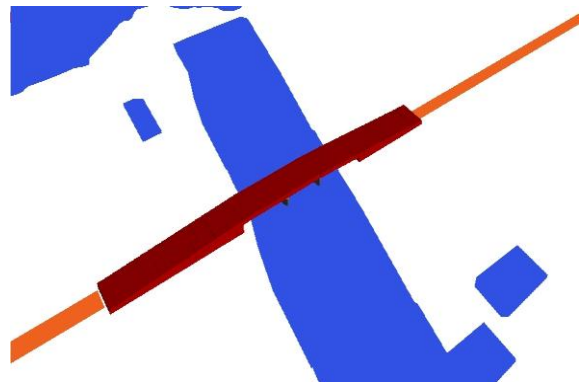
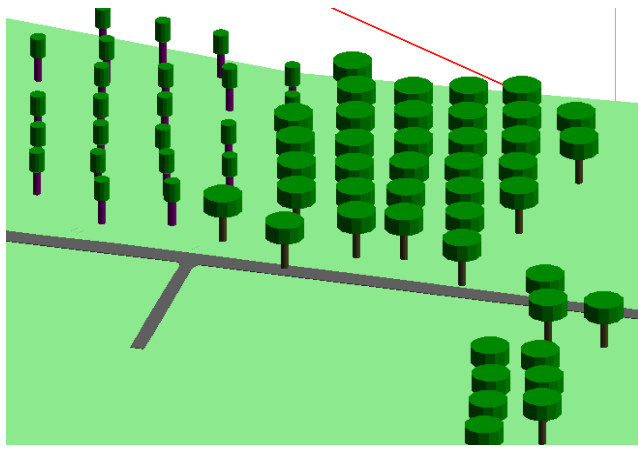
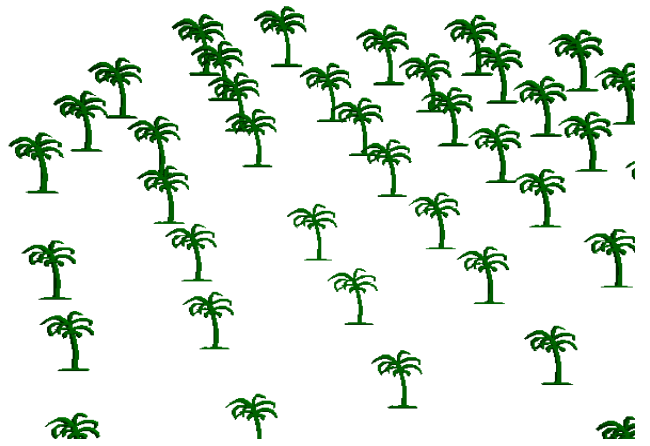


Рисунок 48 – 3D–изображение моста через реку

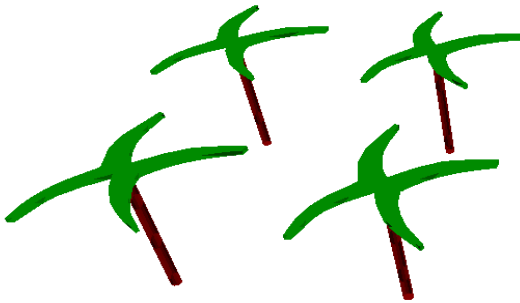
Деревья отображаются как башни, т. е. стволы показываются как вертикальные линии и кроны как объемные объекты (рисунок 49, а) или как структурные (составные) объекты (рисунок 49, в). В зависимости от масштаба карты деревья могут быть локализованы как немасштабные, тогда они отображаются как трехмерные точки с символами из библиотеки условных знаков (рисунок 49, б, г), в этом случае карта выглядит красочно, но их высота не может отображаться.



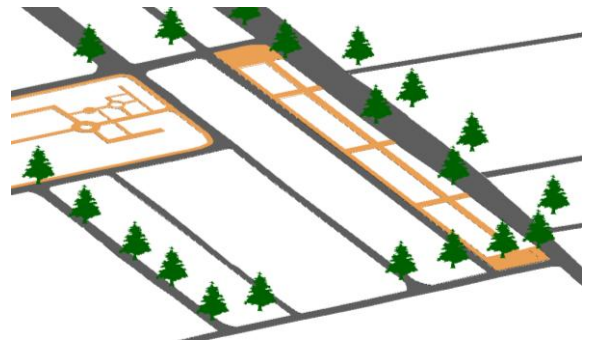
а)



б)



в)



г)

Рисунок 49 – Разные варианты изображений деревьев на 3D–карте:

- а) как объёмные объекты на столбах; б) как точечные знаки;
 в) как структурные условные знаки; г) как точечные на улице

Разные виды деревьев как объектов картографирования во Вьетнаме приведены в приложении В.

3.3 Разработка методики построения 3D–модели поверхности Земли

Получение 3D–координат из 2D–карт. Если исходными данными для составления цифровой модели местности являются геодезические измерения, имеющиеся три координаты, камеральный процесс цифрового картографирования местности с использованием Mapinfo трудности не составляет.

В случае, когда исходными данными являются 2D–карты в среде Mapinfo, процесс обработки бывает труднее, но с экономической точки зрения этот процесс существенно дешевле, чем проведение полевых геодезических работ. На картах может быть изображение рельефа точками высот и их подписями, способом горизонталей или совмещение двух способов.

В первом варианте - преобразование точек отметки высот, где существуют разные технические решения этой задачи с помощью разных программ [12, 43, 62].

В данной работе предлагается процесс получения из цифровой отметки в Mapinfo третьей координаты H для составления цифровой 3D–модели (рисунок 50).

Разработан следующий порядок и содержание технологических операций.

а) шаг 1: Открываются слои надписей отметок и точек высот (например, Table 207, 208). Производится проверка правильности этих слоев: количество надписей должно равняться количеству точек. Например, число точек (Table 207) больше числа надписей на пять (рисунок 51). Возможно, они совпадают или точки нанесены на карту без надписи отметки (рисунок 52);

б) шаг 2: выполняется экспорт координат точек (Table 207) использованием команды `Coordinat Extrastor`. В Mapinfo производится выбор меню `Tool`, выбор команды `Coordinat Extrastor` (рисунок 53), выбор `Create new columns to hold coordinates` – нажать кнопку `OK`, выбор проекции – нажать кнопку `OK`;

в) шаг 3: в меню `Tab` выбирается `Export`, затем сохраняется как `type Comma delimited CSV`;

г) шаг 4: работа с файлом координат точек: открывается файл в Excel: удаляются лишние столбцы (оставляют только столбцы координат X , Y), добавляется столбец H с условными значениями (например, равными 0), сохраняется как текстовый файл;

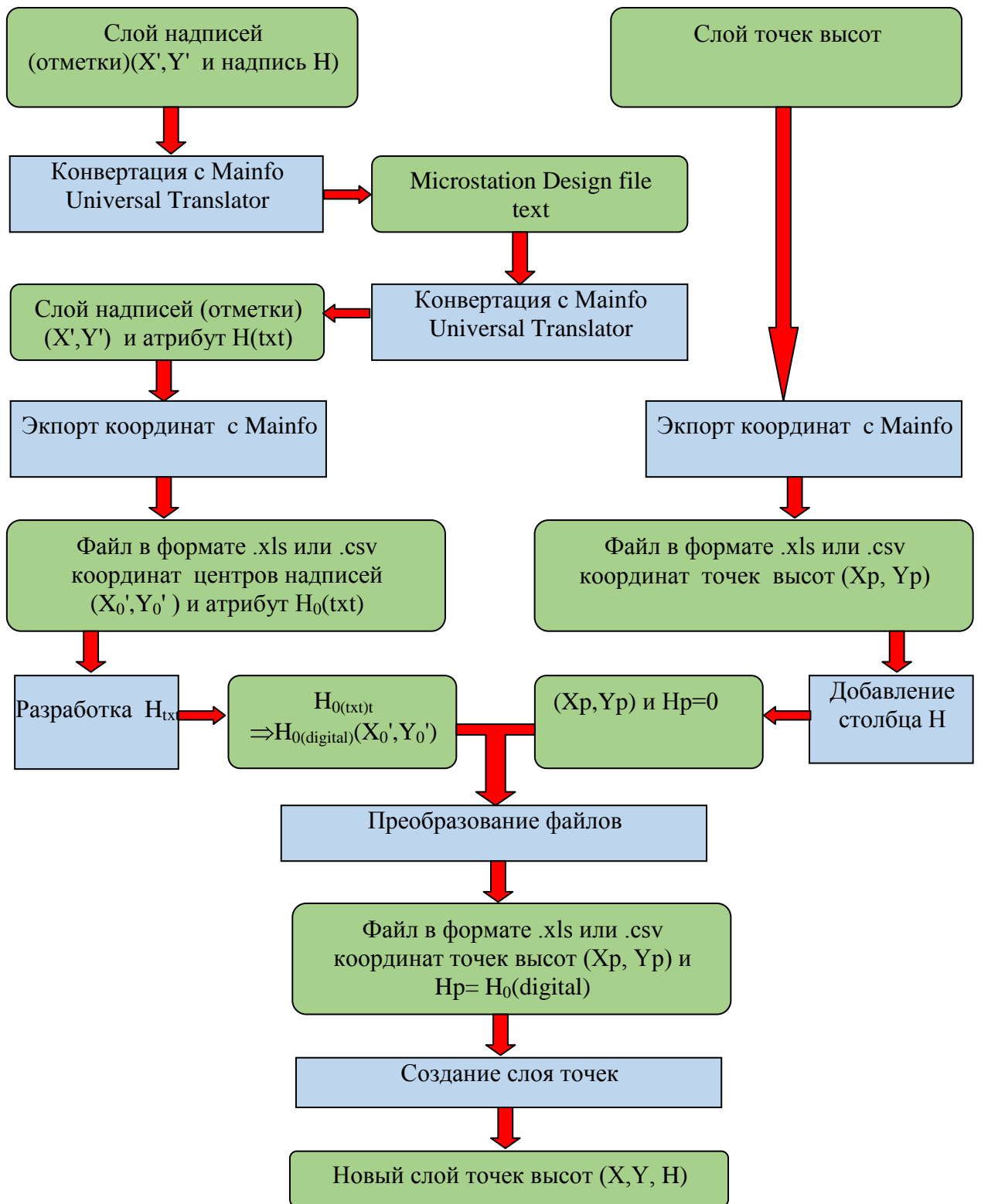


Рисунок 50 – Общая технологическая схема процесса получения координаты H

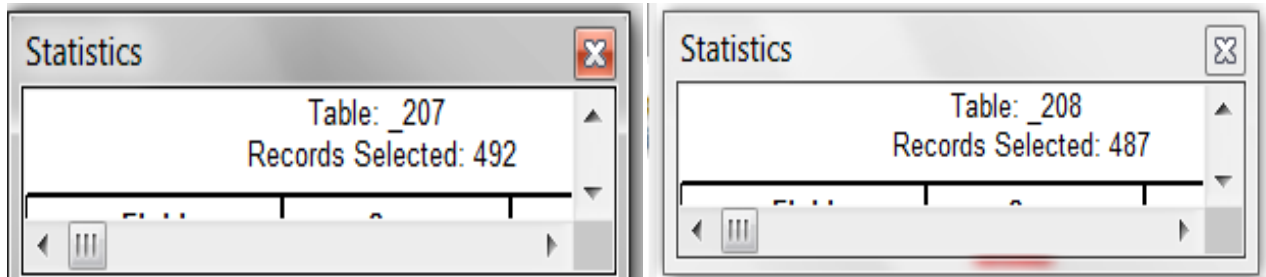


Рисунок 51 – Число точек (Table 207) больше числа надписей

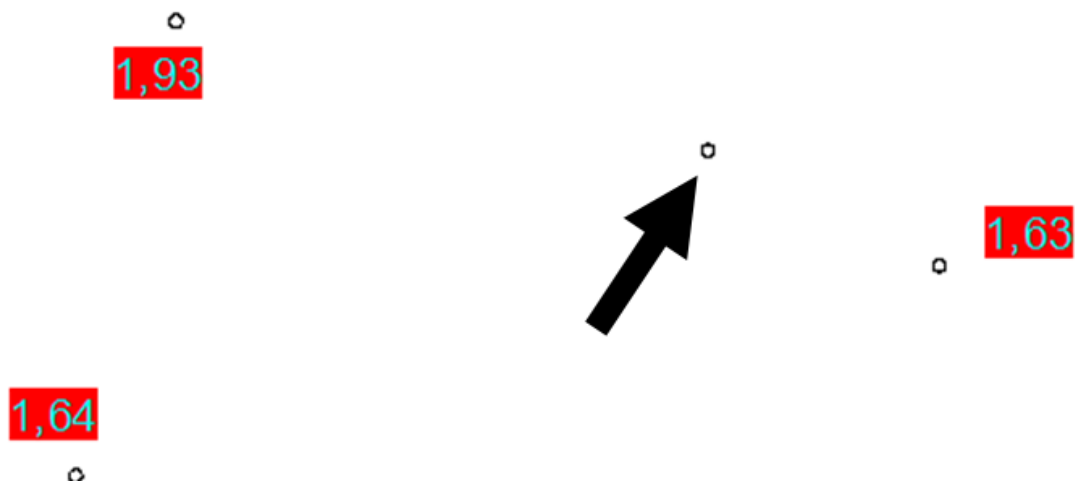


Рисунок 52 – Точка без надписи

д) шаг 5: с помощью Universal Translator слой надписей (Tab 208) высот передается в формат Microstation Design. Затем файл Microstation Design ещё раз передается в Mapinfo и получается файл 208_text.Tab;

ж) шаг 6: повторяются шаги 2 и 3 с файлом 208_text.Tab и таким образом получается файл структуры таблицы с тремя важнейшими величинами X', Y' и igds_text_sting (H), где H в формате «charater» должен преобразоваться в цифровой формат. Полученные три координаты локализируются в средней букве надписей. Если сравнивать с таблицей точек Mapinfo Tab, то точки в середине надписей не совпадают с оригинальными точками отметок;

и) шаг 7: работа с файлом координат надписей: открывается файл в Excel: удаляются лишние столбцы (оставляются только столбцы координат X', Y', H), в столбце igds_text_sting (H) запятая заменяется точкой, затем файл сохраняется в

текстовом формате. Таким образом, получаются два массива координат точек и координат надписей и они должны быть преобразованы для получения массива искомым трехмерных координат точек высот.

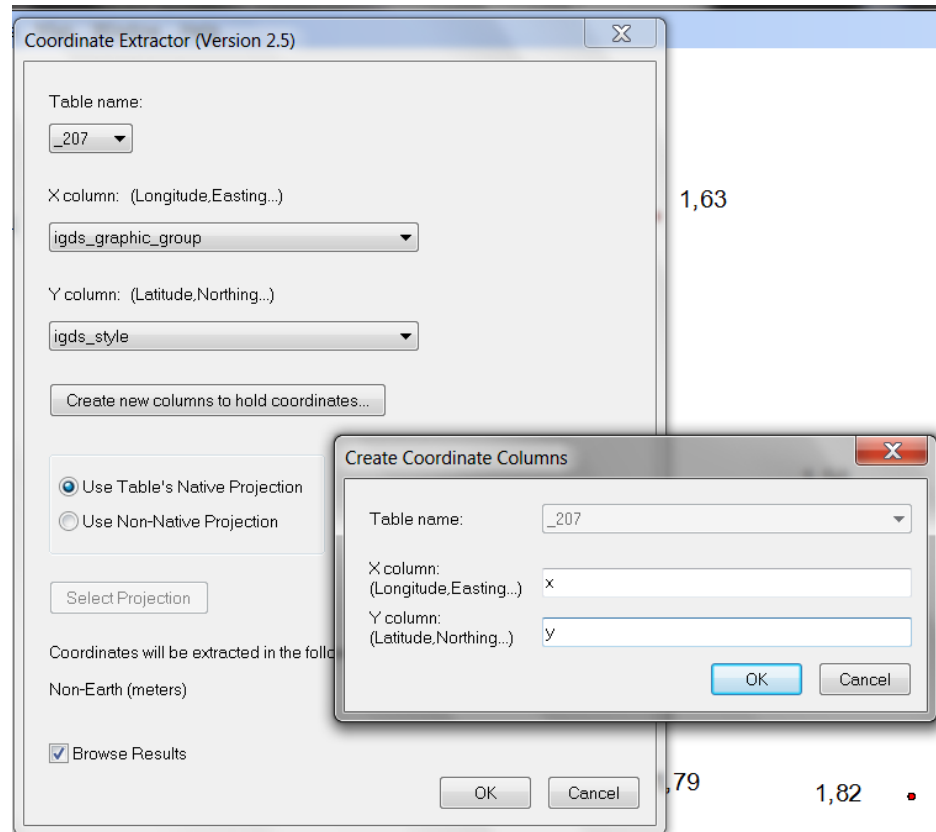


Рисунок 53 – Команда Coordinat Extrastor

Для преобразования этих массива была нами разработана программа CoordinatGrid (рисунок 54) по алгоритму, приведенному на рисунке 55, свидетельство о государственной регистрации программы CoordinatGrid в приложении Г.

Программа предназначена для совместной обработки двух массивов трехмерных координат точек. В первом массиве имеются искомые координаты X_i , Y_i точек отметок высот (полученные из базы данных цифровой карты), а значения высот заданы условными произвольными значениями H_i . Во втором массиве, наоборот, координаты точек высот X_r , Y_r являются приближенными

(соответствующими надписям отметок на карте), а значения высот H_i – искомыми. В результате обработки формируется массив искомых трёхмерных координат точек высот X_i , Y_i , H_i . Программа может убрать совпадающие точки или точки без отметок высот (H_u) в первом массиве и лишние отметки высот (H_i) во втором массиве.

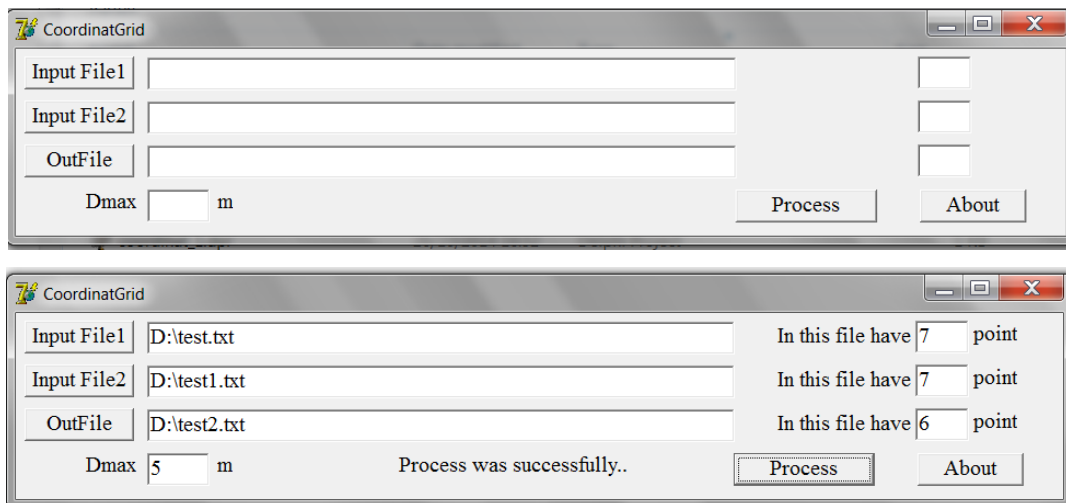


Рисунок 54 – Экранные формы программы CoordinatGrid

Программа применится при преобразовании данных двухмерной цифровой карты в трёхмерную модель высот поверхности Земли.

Входные данные файлы двух массивов координат: А: массив координат точек высот, В: массив координат отмывки (таблица 7), принятое максимальное расстояние при выборе точки отметки, N , N' : количество точек в массивах, рано задано значение для программы равно 10 000 точек, S_A , S_j : расстояние между точками

Результат - сформированный файл искомых трехмерных координат точек высот (таблица 8). В этой таблице использованы следующие обозначения:

- dupl.pt: Совпадающие точки;
- No Find: Точка без соответствующей отметки.

Программа нашла:

- HAVE 1: DUPLICATE POINT. : 1 совпадающую точку;
- HAVE 1: H_value not find Point: 1 отметку без соответствующей точки.

Таблица 7 – Массивы координат тестирования программы

Координаты точек А			Координаты надписей В		
Xi	Yi	Hu	Xp	Yp	Hi
123001,46	120034,00	0	100001,23	190000,84	1
123450,13	123004,56	0	760432,43	387066,34	23
123001,25	120034,31	0	123000,25	120033,31	8
100000,23	190000,34	0	320045,81	345078,32	10
238764,23	234567,00	0	121233,21	345710,12	12
123497,88	234809,76	0	238764,93	234567,50	9
234598,99	123676,78	0	123450,61	123004,90	3
320045,81	345078,32	0			
121233,88	345709,12	0			
765432,43	387966,34	0			

Таблица 8 – Сформированный файл искомых трехмерных координат точек высот

Искомые трехмерные координаты точек высот			
Xi	Yi	Hi	
121233,876	345709,12	12	OK
320045,807	345078,32	10	OK
238764,234	234567,00	9	OK
123001,350	120034,16	8	OK dupl.pt
123450,126	123004,56	3	OK
100000,234	190000,34	1	OK
234598,987	123676,78	0	No Find
123497,876	234809,76	0	No Find
765432,432	387966,34	0	No Find
HAVE 1: DUPLICATE POINT.			
HAVE 1: H_value not find Point			

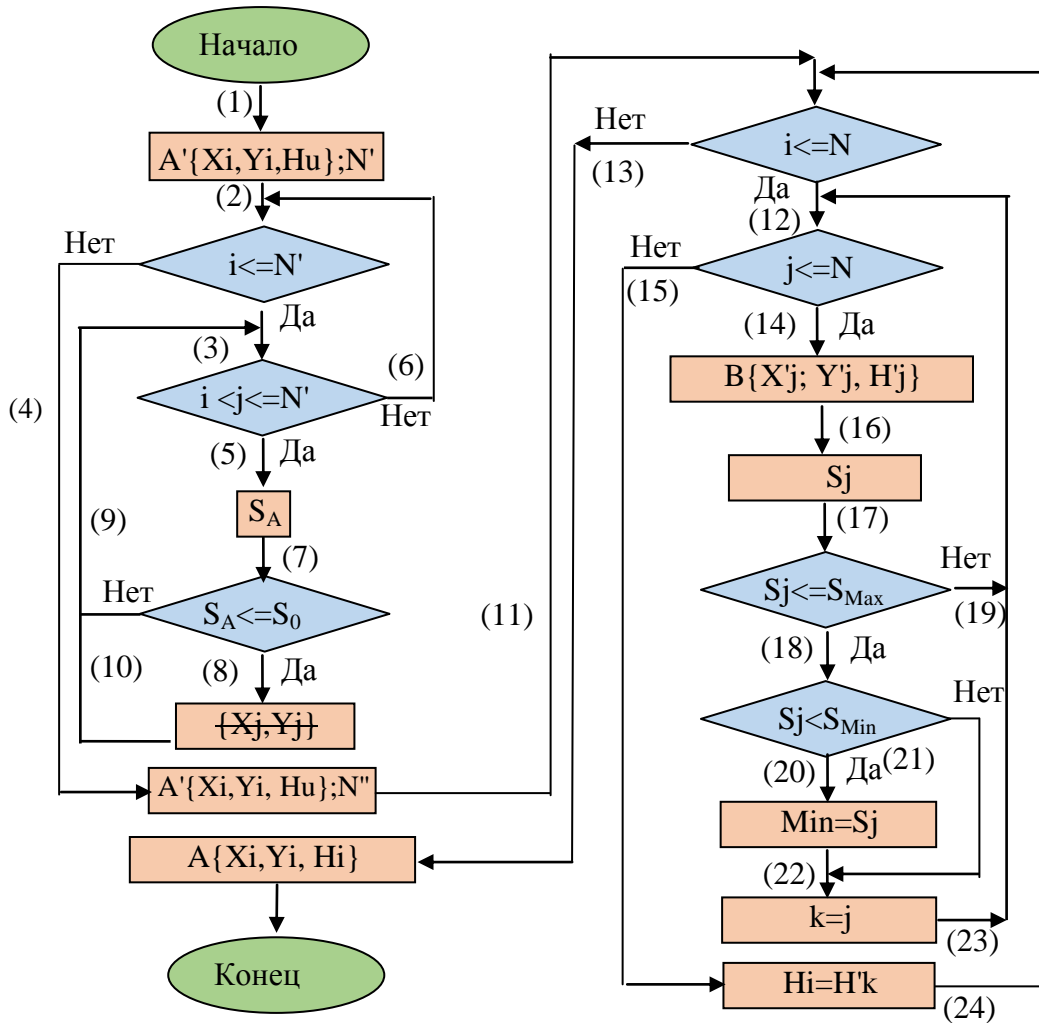


Рисунок 55 – Алгоритм программы преобразования двухмерных координат в трехмерные

Описание основных трех операций алгоритма.

Операция (1): ввод данных – файлы двух массивов координат, максимальное расстояние D_{Max} для выбора точки отметки. Контрольное значение $S_{\text{Max}} = D_{\text{Max}}$ м может быть 5 мм на карте, а значение расстояния S_0 для удаления совпадающих точек $S_0 = D_{\text{Max}} / 5$ м.

Операция (2): цикл вычисления расстояния между каждой точкой (i) и остальными точками в массиве координат точек A' {X_i, Y_i, H_i} и сравнения с значением контроля, чтобы удалить совпадающие точки.

После выполнения *второй операции* (2) получается новый массив координат точек A {X_i, Y_i, H_i}.

Основная часть алгоритма начинается с цикла (16) для вычисления расстояний S_j между точкой (i) в массиве координат точек A и каждой точкой (j) в массиве координат надписей B. Формула вычисления расстояния между двумя точками

$$S = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \quad (1)$$

Операция (18): производится сравнение вычисленных расстояний со значения S_{Max} для выбора близкого атрибута H (надписи) к точке (i). Могут иметься много близких надписей к точке (i), поэтому делается выбор самой близкой надписи. После каждого шага этого цикла происходит добавление нового значения высоты H_i.

После операции (11) получается искомый массив A с тремя координатами.

Во втором варианте: преобразование горизонталей.

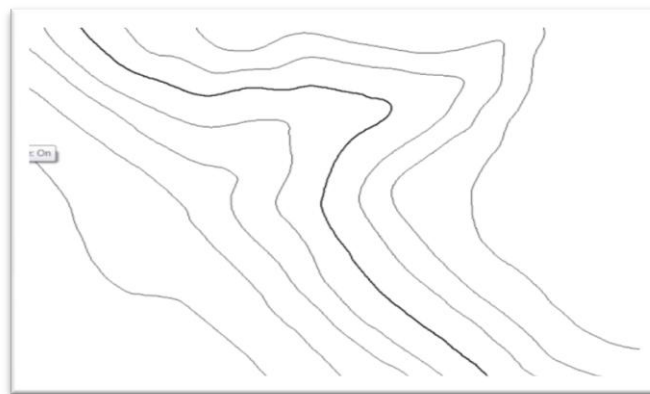
Если на 2D-картах имеются горизонталы, у которых отсутствуют поля значений высот (H координат или Zvalue), то в первую очередь следует добавить поле значения высот в структуру таблицы. Для этого выбирается команда Tab–Maintenance–Tab structure, добавляется значение величины каждой горизонталы.

Теперь преобразуются полилинии в точки (рисунок 56) и экстрагируются координаты X,Y и H или Zvalue с помощью Mapinfo Tool: PolyNode Extrator, где пользователь может установить минимальное буферное расстояние между точками. В программе Mapinfo составляется слой точек высот (может быть преобразован файл координат в формате Excel). Затем этот массив импортируется в пакет Engage 3D для создания модели поверхности Земли.

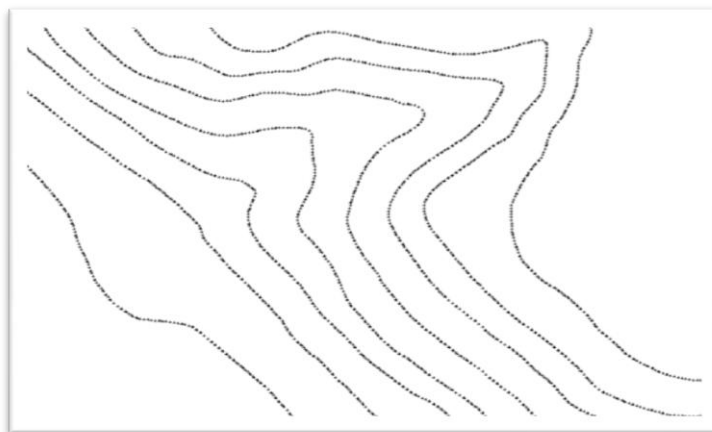
Процесс моделирования поверхности Земли: включает в себя четыре действия:

а) создание цифровой модели поверхности Земли. В части создания сетки высот поверхности Земли пакет программ Engage3D предоставляет *два варианта*:

– *вариант первый*: Create Grid – интерполирование наборов данных, в том числе высот поверхностей, с помощью таких методов, как минимальной кривизны, пространственного соседа, кригинга, триангуляции и других;



а)





б)

Рисунок 56 – Преобразование горизонталей в точки:

а) оригинальный слой; б) слой экстрагированных точек

– во втором варианте Large and Multi – file Gridding: интерполирование одного или нескольких файлов, охватывая миллионы точек или контуров, и построение массивной сетки с помощью целого ряда методов.

Из представленных вариантов для целей крупномасштабного картографирования целесообразно применение первого варианта в следующем порядке:

– шаг 1: открывается слой точек входных данных с отмывками;
 – шаг 2: из меню Engage Surfaces выбирается Create grid, в диалоговом наборе определяется слой точек, выбирается поле величины для создания модели (координат N или Zvalue). Выбираются таблицы цветов модели  и солнечной линии . В окне method выбирается один метод (обычно триангуляция).

Доступные способы описаны более подробно ниже, сравнение оригинальных горизонталей с горизонталями, сгенерированными разными способами в приложении Д: минимальная кривизна, кригинг, обратное взвешенное расстояние, триангуляция, пространственное соседство.

Два альтернативных аналитических методов также доступны: плотность сетки и расстояния сетки;

– шаг 3: выбор Grid Geometry.

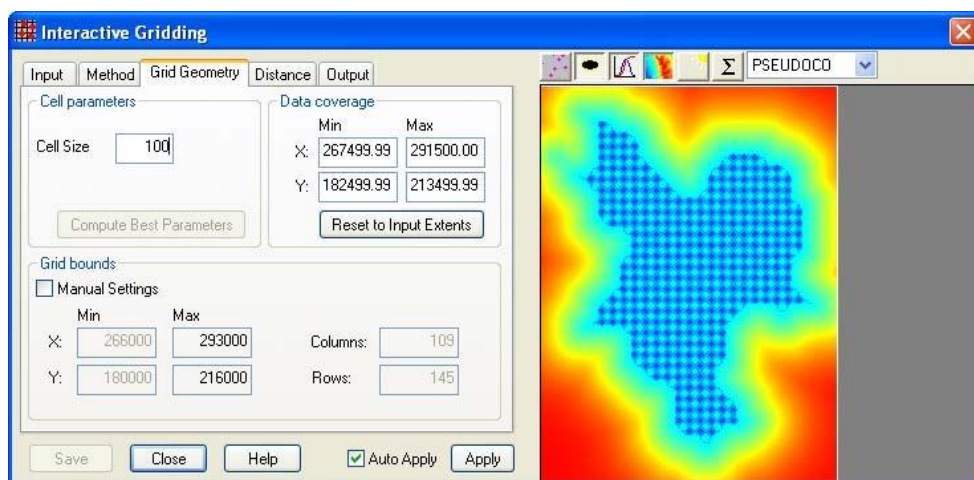


Рисунок 57 – Create Grid: диалоговой набор

При создании поверхности, выбор размера ячейки сетки имеет большое значение. В общем случае, применяется эмпирическое правило: размер ячейки сетки не должен быть меньше, чем приблизительно пятая часть среднего расстоянию между точками. Уменьшение размера ячейки сетки за пределами этого ограничение может привести к сетям внешнего вида более гладким, но может также ввести нежелательные нарушения в выходном изображении. Назначение чрезмерно небольшого размера ячейки сетки увеличит время вычисления и размер файла. Engage3D предлагает выбор оптимального размера ячейки сетки для данных путем эксперимента с альтернативным значением;

– шаг 4: выбор output: предоставляет ряд элементов управления для сохранения географической привязки изображения;

б) генерация (формирование) горизонталей:

1) шаг 1: открывается файл модели поверхности земли, полученный в результате операции create grid в mapinfo professional;

2) шаг 2: выбирается engage surfaces– grid contouring (рисунок 58);

3) шаг 3: в диалоговом наборе определится файл модели поверхности Земли;

4) шаг 4: указывается высота сечения; имеется два варианта спецификации:

– указание MIN и MAX значения горизонталей;

– задание значения горизонталей в текстовом файле, который составляется программой Notepad или другими в формате .txt, такие как: 5; 10; 15; 20; 30; 40; 60; 80; 100; 150; 200; 250; 500;

5) шаг 5: производится выбор цветов и стиля линий: можно выбрать на этом этапе или позднее при редактировании в среде Mapinfo;

б) шаг 6: выбирается опция smoothing: сглаживание;

7) шаг 7: выбирается output: предоставляется ряд элементов управления для сохранения сгенерированных горизонталей;

8) шаг 8: проект выходного файла горизонтали можно изменить во входной файл, что позволяет легко выполнить перепроектирование для больших наборов данных;

9) шаг 9: выбирается команда Process;

в) формирование надписей горизонталей. Этот процесс производится с помощью набора опций Contour Labelling (рисунок 59):

1) шаг 1: выбирается в engagesurfaces > label contour lines;

2) шаг 2: в диалоговом наборе выполняется выборка:

- файл горизонталей, выбор поля значений которых следует показать на горизонталях;
- расстояния между надписями и максимальное число надписей на одной линии;
- размер букв в масштабе составляемой карты;
- место сохранения выходного файла.

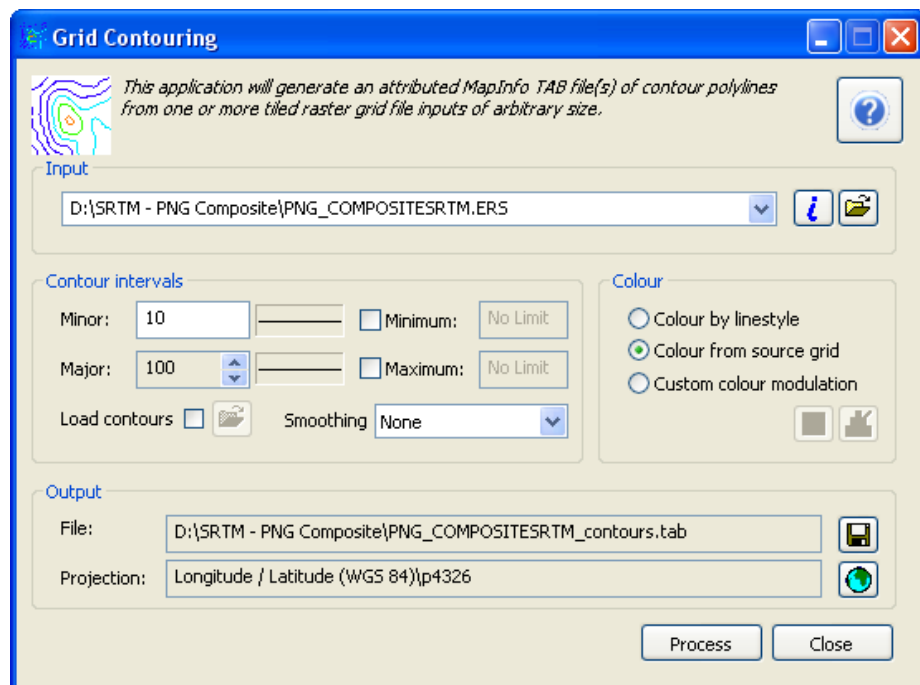


Рисунок 58 – Grid Contouring: диалоговый набор

Надписи горизонталей можно локализовать в любом месте по требованию картографа. Для этого сначала составляется слой локализации надписи (рисунок 60). Необходимо обратить внимание на то, что надписи будут ориентированы вдоль линий локализации; если надписи ориентировать по высшим местам (вершины гор, холмов), то начальная точка должна быть выше конечной точки линии. Направление построения линии локализации показано на рисунке 60;

г) формирование 3D–модели поверхности Земли.

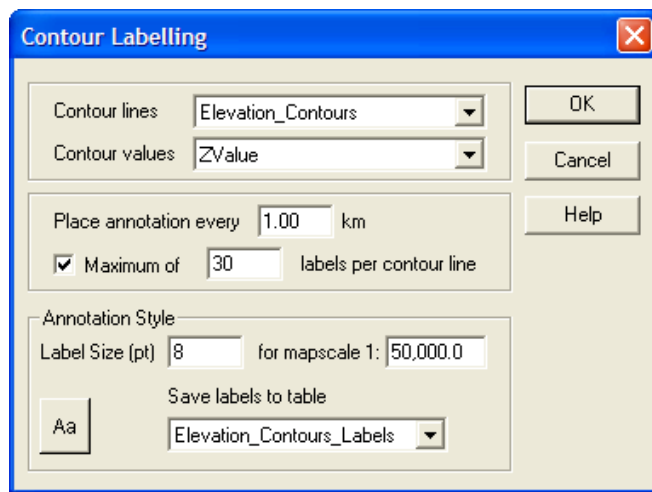


Рисунок 59 – Contour Labelling: диалоговой набор

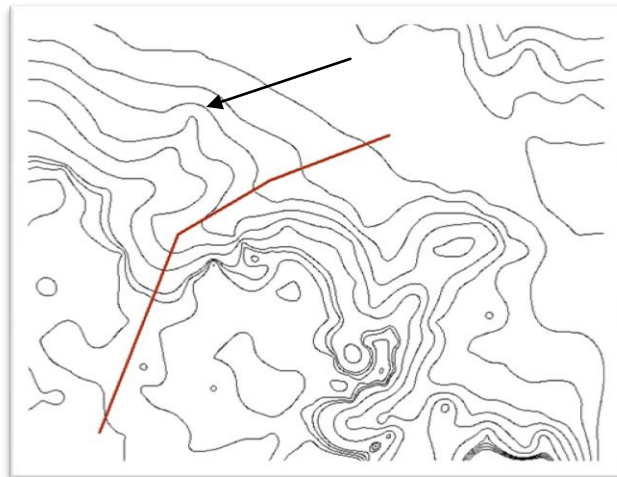


Рисунок 60 – Локализация надписей горизонталей

Заключительный этап моделирования земной поверхности является формирование двумерных или трехмерных моделей земной поверхности.

Итоговым результатом выполнения всех рассмотренных технологических шагов является 3D–модель поверхности Земли в традиционном двумерном представлении (рисунок 61) или трехмерном представлении в виде поверхности, например, с помощью пакета Engage3D (рисунок 62).

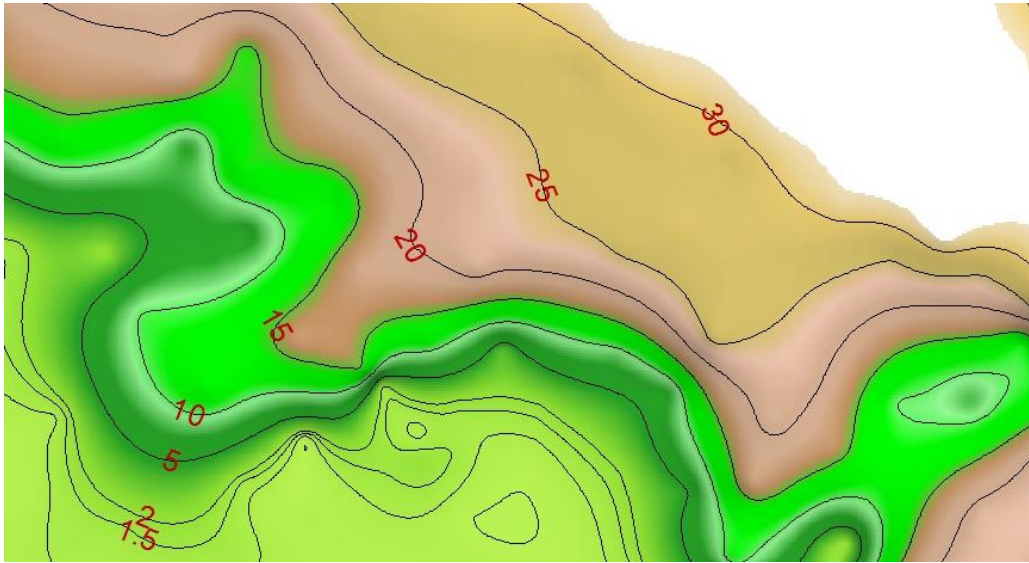


Рисунок 61 – Результат генерации модели поверхности Земли

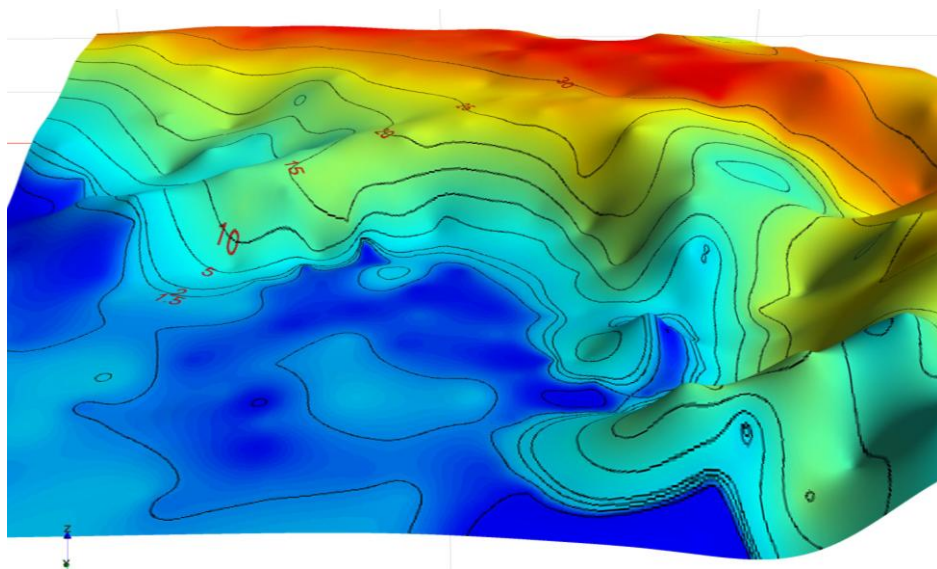


Рисунок 62 – Изображение сгенерированной поверхности в Engage3D

3.4 Методика создания 3D–изображений зданий на основе 2D–модели

Рассмотрим теперь технологический процесс преобразования картографического изображения здания из 2D–модели в 3D–модель [21].

Согласно общей технологической схеме передачи от 2D–модели к 3D–изображениям (рисунок 32) на четвертом этапе создаются файлы 3D–изображений на основе классификаций характеристик здания – форм и материалов крыш, материалов стен зданий и по высоте здания (рисунок 63).



Рисунок 63 – Элементы характеристик здания

Процесс создания 3D–изображений здания состоит из технологических действий в порядке, показанном на рисунке 64.

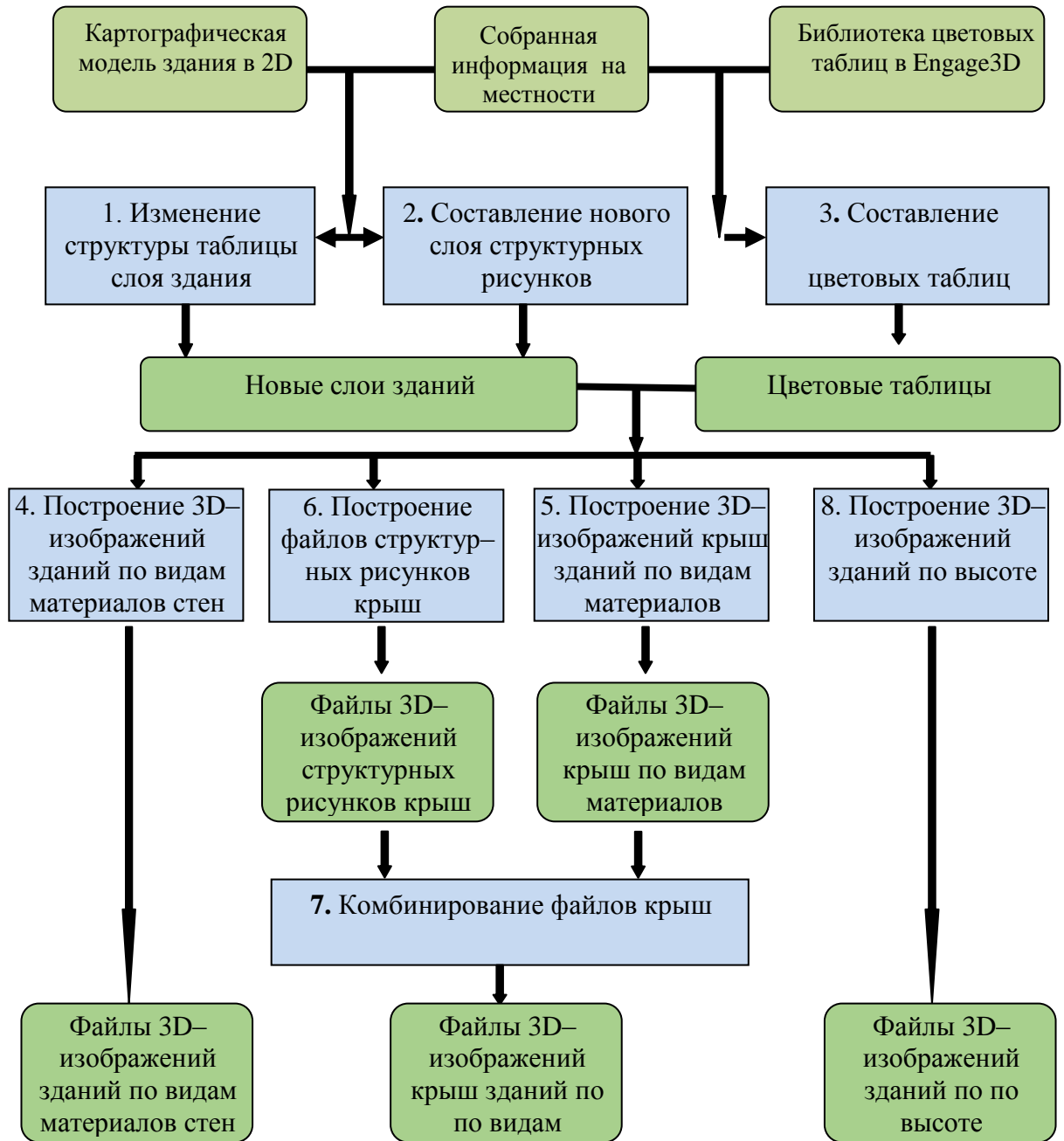


Рисунок 64 – Технологическая схема создания 3D-изображений зданий путем преобразования 2D-модели

На основе анализа нормативной литературы в строительстве, здания на местности картографирования существуют четыре вида крыш: горизонтальная железобетонная, остроконечная железобетонная, остроконечная металлическая, остроконечная деревянная и пять видов стен: железобетонная, металлическая,

деревянная, стеклянная и больше всего кирпичная. Дополнительно еще необходимо собрать на местности информацию о высоте зданий.

В соответствии с рисунком 64 процесс преобразования картографического изображения здания из 2D–модели в 3D–модель с использованием пакета Engage3D содержит следующие технологические этапы:

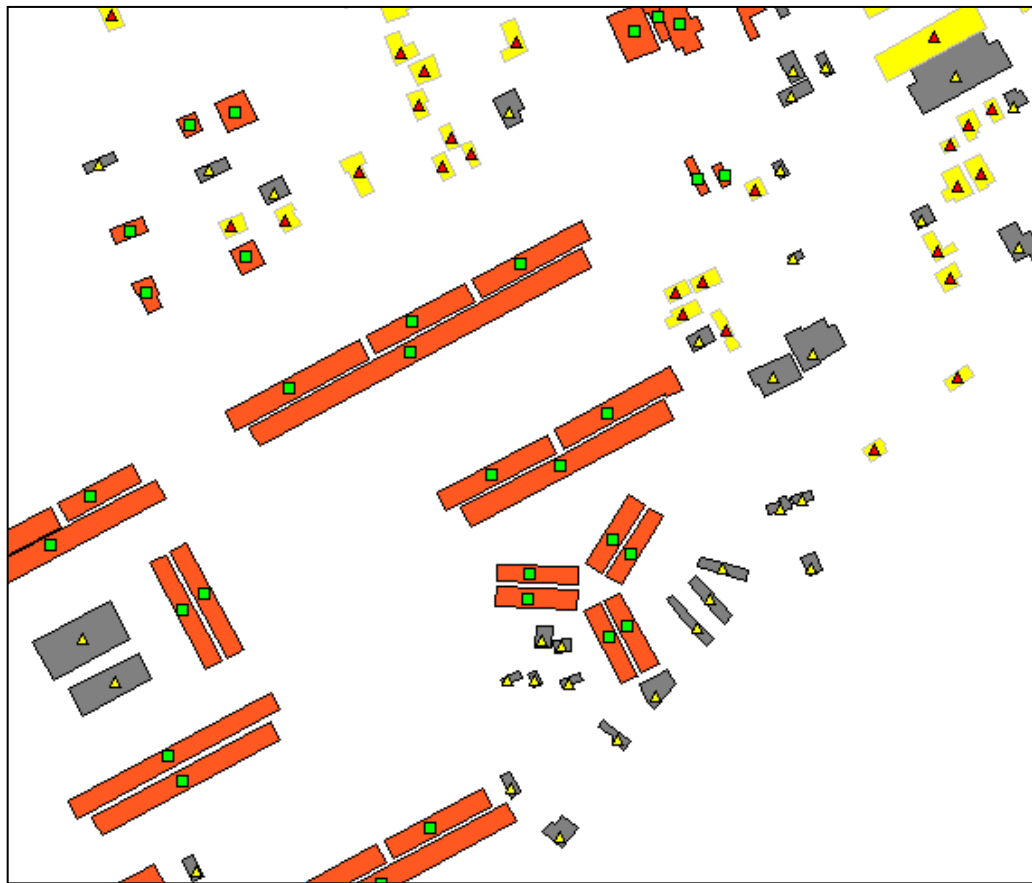
а) *этап 1*: изменение структуры таблицы слоя «здания» путем добавления новых полей и их записей:

- 1) H_nha: высота здания;
- 2) tuong: вид стены в формате interger с величинами, соответствующими величинам Data в цветной таблице mau_tuong;
- 3) mai_nha: вид крыши в формате character – короткие описания вида крыш;
- 4) igds_color: в формате interger с цифрами, соответствующими величинам Data в цветной таблице mau_mai в Engage3D;

б) *этап 2*: составление нового слоя структурных рисунков крыши по каждому виду крыш с высотой здания в структуре таблицы. Рисунки для Гофрированной и Парящей крыш должны быть представлены в формате POLYGON, остальные можно в формате символов. На рисунке 65 показан фрагмент карты с тремя видами крыш: горизонтальная железобетонная, остrokонечная металлическая, остrokонечная кирпичная;

в) *этап 3*: составление цветowych таблиц (рисунок 66):

- запуск программы Engage3D Professional: в меню Engage3D в Mapinfo нажать Open 3D window;
- в меню Tool нажать Lookup Table Editor;



- горизонтальная железобетонная крыша,
- остроконечная металлическая крыша,
- остроконечная кирпичная крыша.

Рисунок 65 – Фрагмент карты с тремя видами крыш

- открытие любой цветовой таблицы, имеющей столбцы DATA и сохранение с другим именем командой SAVE AS;
 - редактирование цветовой таблицы по цвету условных знаков с назначением величин DATA, соответствующим кодам `igds_colos` (для крыш) или `tuong` (для цвета стены);
- г) *этап 4*: построение файлов 3D-изображений зданий по видам стен:
- 1) шаг 1: выбирается файл-источник;
 - 2) шаг 2: производится построение нижней поверхности здания с ее высотой Primary Z (например, выбрано значение 0,5, потому что

фундамент здания от 0 до 0,5 м от поверхности Земли). Если это относительная высота, то выбираются отметки в Plus grid value и выбирается файл DEM поверхности Земли. Если имеется абсолютная высота, то отметки в Plus grid value не выбираются;

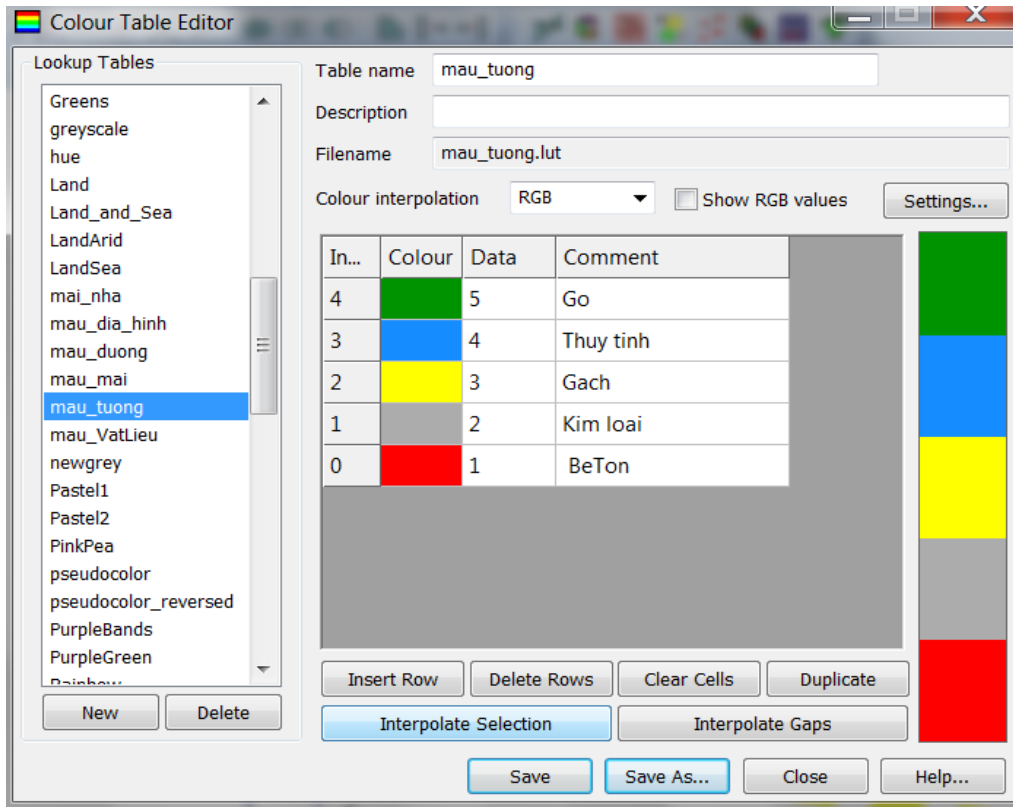


Рисунок 66 – Составление цветовой таблицы для цвета стены

3) шаг 3: выполняется построение верхней поверхности стен с использованием высоты здания относительно фундамента *extruded z*. затем выбирается поле величин в структуре таблицы изображения зданий (высота зданий);

4) шаг 4, 5: не выполняются;

5) шаг 6: выбор цветов объекта (стены):

- From input: цвет каждой стены как на источнике – 2D-карте;
- Fixed: один цвет для всех;
- Cycle Through Standard Dxf Colors: случайной цвет;

– Modulated By Field: по полю из структуры таблицы, при этом в поле colour tab выбирается конкретная цветовая таблица;

б) шаг 7: выбор файла для сохранения результата;

7) шаг 8: выбор поля таблицы для сохранения характеристики.

На рисунке 67 приведен фрагмент слоя карты с изображением пяти видов стен;

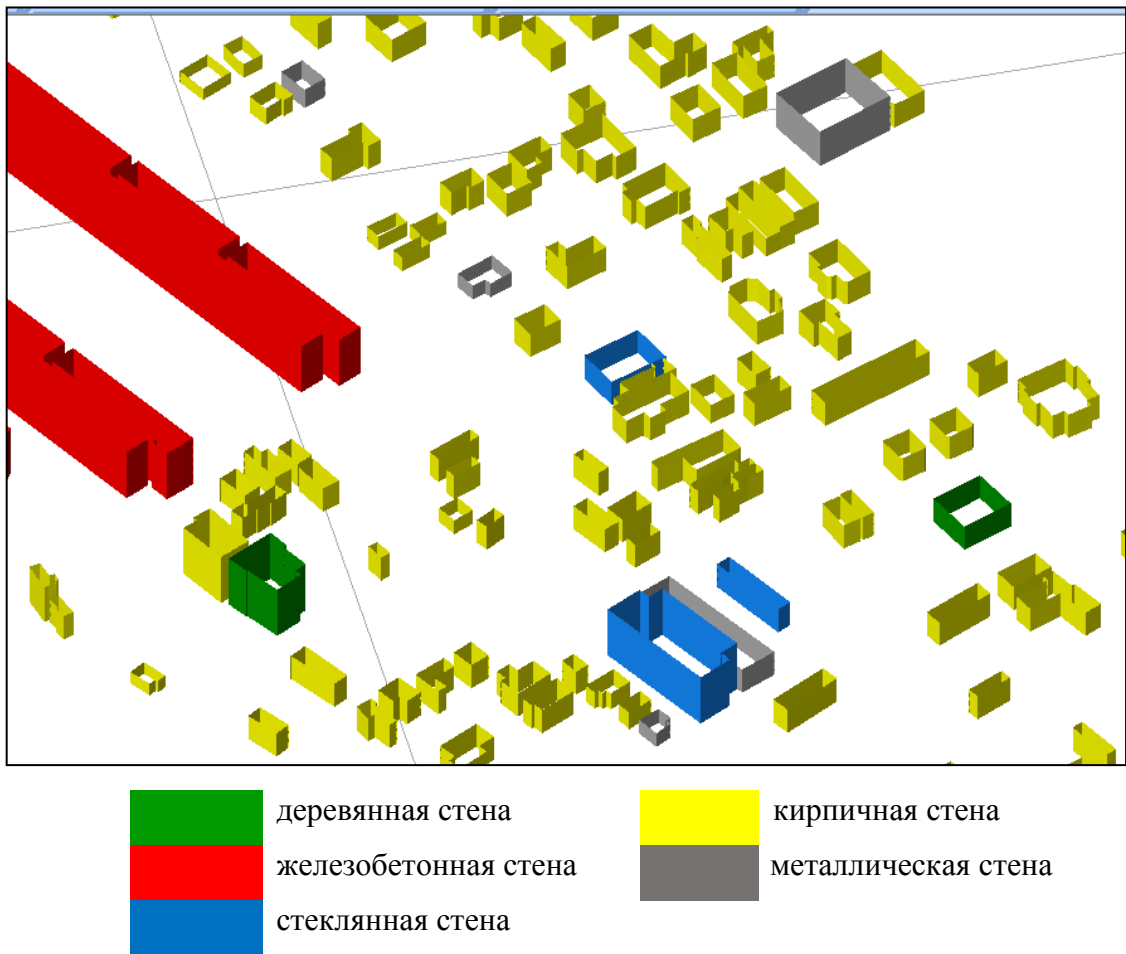


Рисунок 67 – Изображение стен зданий на 3D-карте

д) этап 5: построение файлов крыш здания по видам материалов.

В этом процессе в шаге 2 выбирается высота (Primary Z) нижней поверхности (например, от 0,5 м), затем плюсуется высота здания, в шаге 3 выбирается высота (Extruded Z) верхней поверхности путем добавления к высоте

здания нескольких сантиметров (например, 5 см), то есть толщина условного знака крыши будет 5 см). В шаге 6 выбирается цветовая таблица, соответствующая цветам материалов крыш, в шаге 8 выбираются поля таблицы для сохранения характеристик вида крыш;

ж) *этап 6*: построение файлов структурных рисунков крыш здания.

После открытия слоя структурных рисунков крыш здания в меню Engage3D в Marinfo выбирается команда 3D Extrusion Wizard.

При этом в шаге 2 выбирается высота (Primary Z) нижней поверхности условного знака, путем добавления к высоте здания некоторой величины, определяемой экспериментально, например, 0,8 м. Затем на шаге 3 также выбирается высота (Extruded Z) верхней поверхности от высоты здания (например, 1 м), то есть толщина знака будет 20 см). Этим обеспечивается правильное изображение программой рисунков при комбинации файлов, потому что средняя высота в середине условных знаков крыш и рисунков неодинаковая.

Если рисунки даются в формате POLYGON то на шаге 6 только выбирается цвет, а если рисунки приведены в формате символов, то в поле Point Extrude to выбирается команда turbes для круглого символа, square prisms для квадратного символа и triangular prisms для треугольников. Размер символов показывается в поле Width;

и) *этап 7*: комбинирование файлов крыш здания. В окне Engage 3D нажмите кнопку меню Combine DXF's; выбор файлов для соединения; выбор имени и места хранения комбинированного файла;

к) *этап 8*: построение файлов 3D-изображений зданий по высоте.

Это процесс выполняется также как построение файлов 3D изображений по видам стены, только в этом шаге выбирается другое поле сохранения – это высота здания.

Следует учитывать, что если здания имеют сложную структуру стен, например одна стена стеклянная, а другие кирпичные, тогда каждая стена отображается в формате LINE или POLYLINES. На рисунке 68 показаны

изображения зданий с разными стенами.

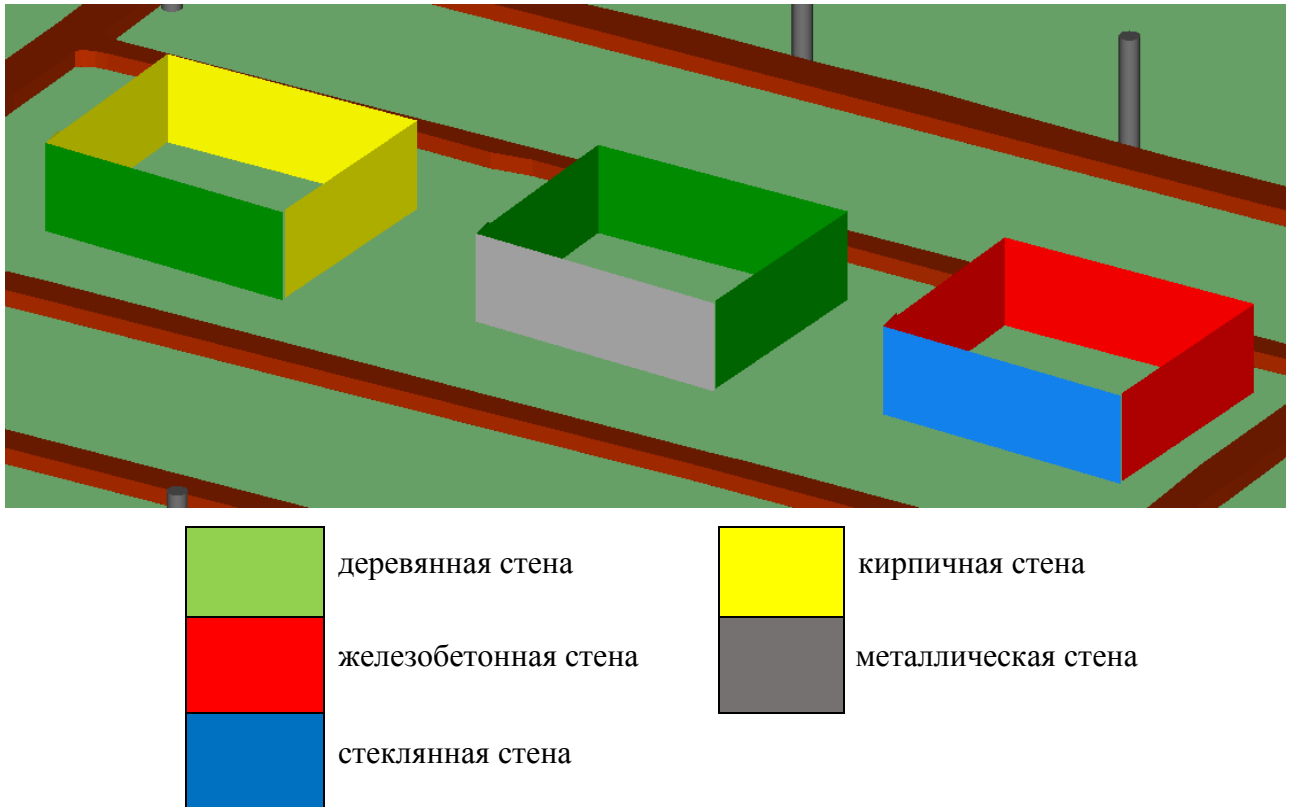


Рисунок 68 – Изображения зданий с разным материалом стен

3.5 Комбинация файлов карты по требованиям заказчиков и управление процессом экспорта картографической продукции

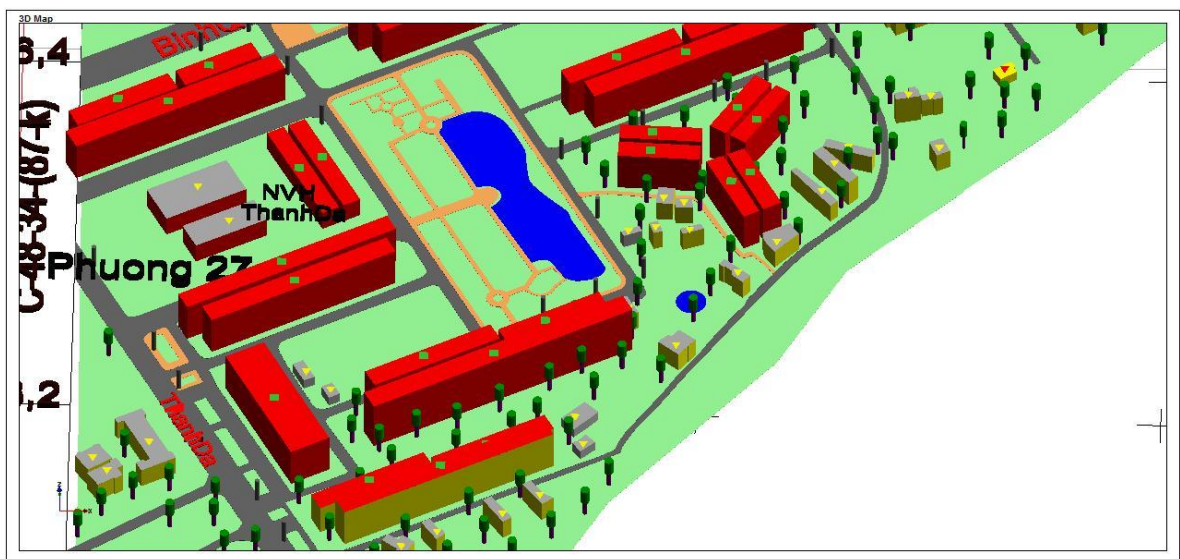
Последним процессом разработанной технологии является процесс формирования выходной картографической и мультимедийной продукции по требованиям потребителей. Он включает следующие укрупненные операции:

- сохранение результатов данной сессии работы (File–Save session);
- создание набора продукции (File–Save to packag);
- создание снимков, съёмов или видео–фильмов вдоль определённого заданного маршрута движения;

– сохранение изображения 3D View в окне программы в форме фотосъемки в формате BMP, JPG, PNG, TIF и & EMF. Эти изображения могут быть использованы в документе Word или PowerPoint;

– добавление 3D-изображения в окне 2D-карты программы Mapinfo;

На рисунке 69 приведен фрагмент 3D карты как результат всех действий процесса создания 3D-карты путем преобразования 2D-карты. В приложении Ж приведены фрагменты карт, аэрокосмического снимка картографируемой территории.













	Кирпичная стена		Остроконечная металлическая крыша
	Железобетонная стена		Остроконечная кирпичная крыша
	Горизонтальная железобетонная крыша		Дорога с покрытием асфальта и её надпись
	Дорога с покрытием цемента	Phuong 27	Надпись района
	Озеро	C-48-34-(87-k)	Нумерация карты
	Дерево		Растительное покрытие (трава)

Рисунок 69 – Фрагмент 3D-карты

Добавление изображения 3D View в окне 2D–карты программы Mapinfo и сохранение изображения 3D View в форме фотосъемки очень полезные функции, если вы хотите иметь изображение в MapInfo Professional в трехмерном виде и в перспективе. Для того, чтобы передать изображение из Engage3D в MapInfo Professional необходимо выполнить следующие действия:

- а) организовать слои, как в Engage3D;
- б) выбрать кнопки add 3d view to mapinfo или команды view > add 3D view to Mapinfo;
- в) открыть окна в Mapinfo Professional с 3D изображением, как в Engage3D;
- г) выполнить изменения положения, размера, ориентира изображения по требованию и печать принтером или плоттером изображения на экране окна программы Engage3D;

д) создать перспективное изображение карты в форме снимка с геоссылкой (координатно привязанный снимок). Для этого выполняется геопривязка карты–снимка подобно процессу фотографирования местности из самолета в формате png, eps or georeferenced bitmap (egb) и в результате получают наклонные карты–снимки местности. для этого выполняется действия в следующем порядке:

- открывается опция georeferenced image export tool в меню tools Engage3D;
- изменяется положение места съёмки с помощью cursor plane position;
- выбирается способ создания карты–снимка: positive, формат снимка, место сохранения.

На рисунке 70 показана карта–снимок, ориентированная на север с наклоном под углом 30°.

Пакет Engage3D Professional дает также возможность создания видео–фильма по определенному заданному маршруту.

На рисунке 71 показаны маршрут, точки зрения и точки наблюдений: то есть откуда и куда смотреть [37].

Программой предусмотрены три варианта работы с видео-фильмами: создание нового маршрута, редактирование созданных ранее маршрутов и ручное управление маршрутами.

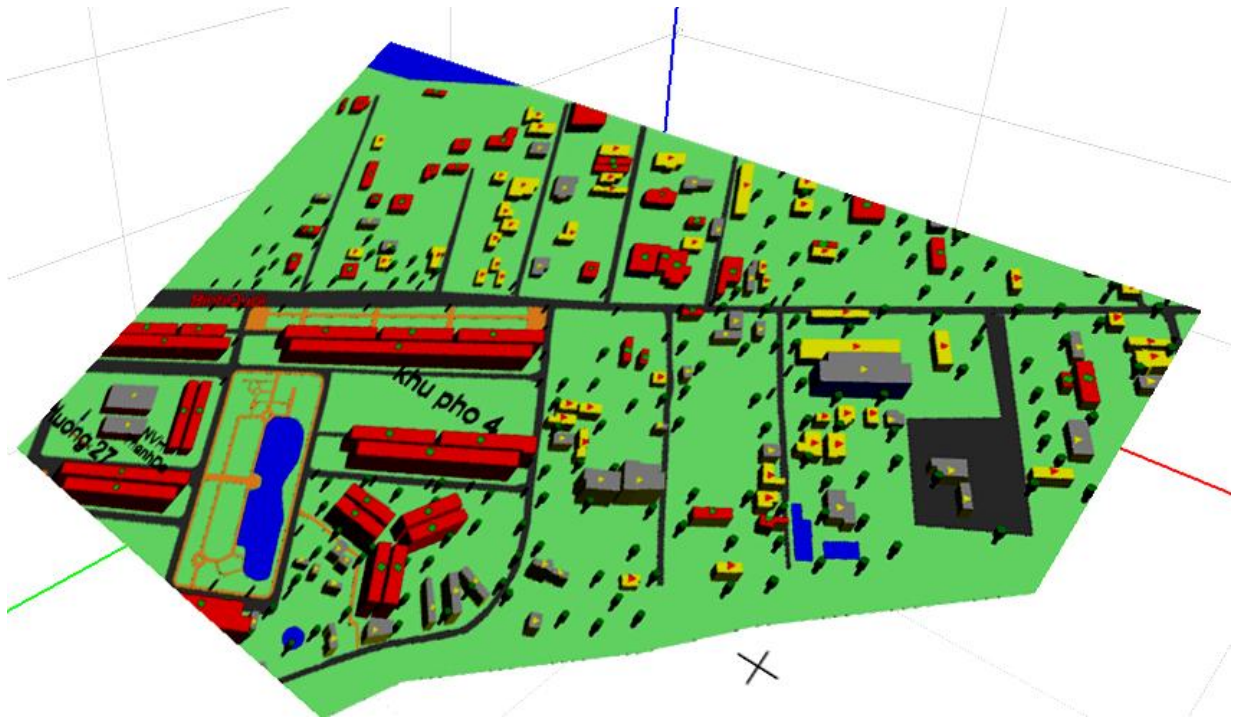


Рисунок 70 – Наклонная карта-снимок

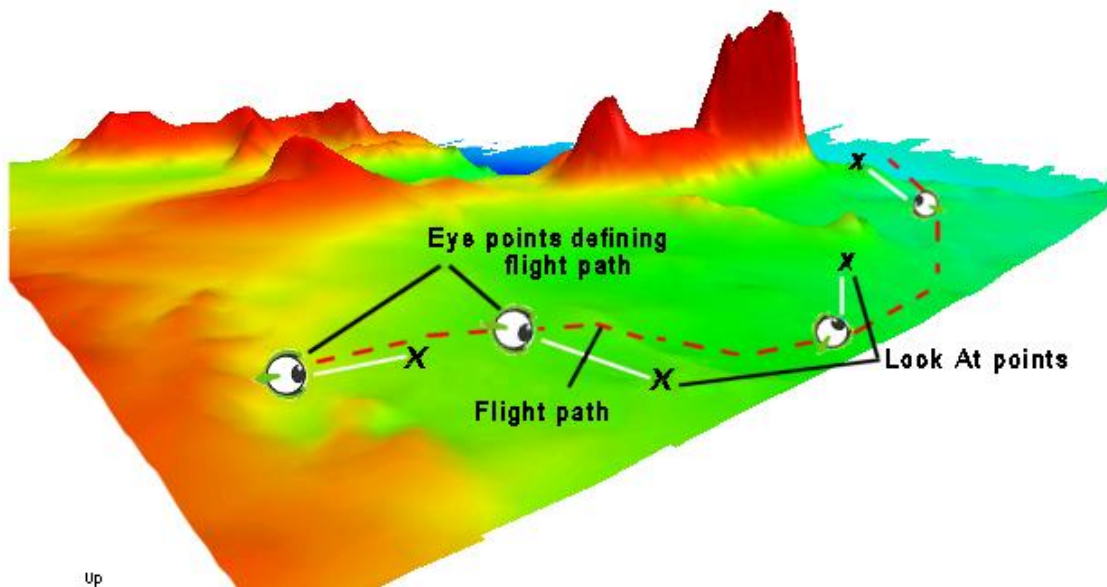


Рисунок 71 – Маршрут, точки зрения и точки наблюдений

При ручном управлении возникают трудности в управлении скоростью и маршрутом видео–камеры.

Создание нового маршрута производится в следующем порядке:

- а) составление в marinfo слоя (таблицы) маршрута (видео–камеры);
- б) открытие fly–through creation wizard в меню utilities;
- в) в диалоговом наборе Input Type выбор Marinfo–таблица маршрута. На рисунке 72 отображены маршрут самолета, точки зрения на маршруте и точки наблюдений на местности;
- г) в диалоговом наборе General Playback Options выполняется выбор Playback Speed: скорость показа съёмок: например: 1 – нормальная скорость, 0,5 – в два раза медленнее, а 2 – в два раза быстрее;
- д) в диалоговом наборе Capture Points and Event Details: редактирование координат, высот точек зрения и точек наблюдений, время создания видеofilма на каждой точке (рисунок 74);



Рисунок 72 – Marinfo – слой таблицы маршрута самолета

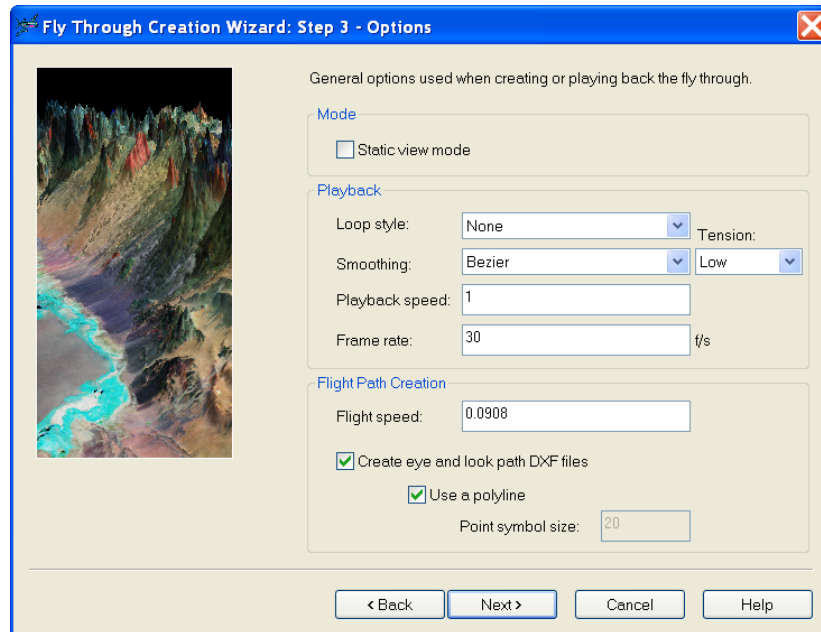


Рисунок 73 – Диалоговый набор General Playback Options

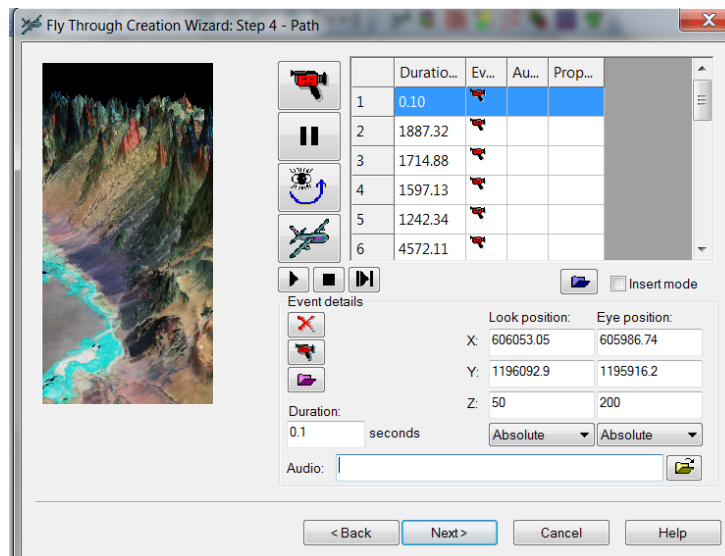


Рисунок 74 – Диалоговый набор Capture Points and Event Details

ж) в диалоговом наборе Output выбираются имя и место сохранения файла маршрута, выбор имени и места сохранения файла фильма. Выполняется выбор

Create AVI to для создания видеофильма и производится последний шаг, выбор finish to для сохранения фильма в выбранном файле (рисунок 75).

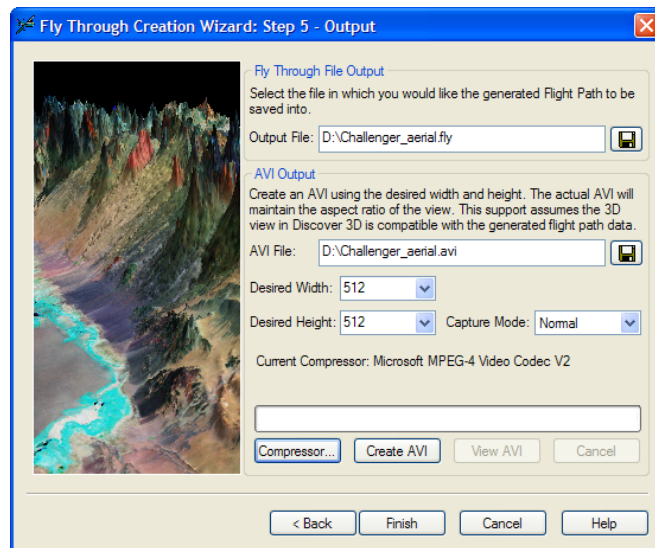


Рисунок 75 – Диалоговый набор Output

3.6 Использование 3D–карт в составлении тематических карт

Важнейшим приложением разработанной технологии является использование 3D–карт в составлении тематических карт. Характерным примером реализации этой возможности могут служить результаты составления прогнозной тематической 3D–карты районирования возможного наводнения города Хошимин [11, 33, 44].

Для составления карты районирования наводнения города Хошимин была разработана следующая технологическая схема (рисунок 76).

В исходных данных точки имеют три координаты X; Y; H. Эти координаты могут быть получены из результатов геодезических измерений на местности или из топографических карт. На основе этих данных с помощью ГИС Mapinfo Professional составляется цифровая 2D–модель рельефа местности. Затем, с использованием модуля Engage Surfaces создается цифровая 3D–модель рельефа

местности путем интерполяции отметок высот с помощью метода триангуляции. Использование функции запроса обеспечивает удобный способ создания полигонов MapInfo, которые охватывают такие области сетки, которые отвечают критериям запроса.

Следующим шагом является применение опции для выбора всех ячеек сетки, больших или меньших, чем назначенное значение или между двумя выбранными значениями. Ячейки сетки, которые соответствуют выбранным критериям, объединяются в один полигон; несмежные ячейки сетки объединены в мультиполигоны (многоугольники, состоящие из индивидуальных компонентов).

По приведенной технологической схеме нами составлены прогнозные карты районирования наводнения микрорайона города Хошимин ТХАНЬДА (THANH DA). Созданы три карты, соответствующие трем уровням тревоги. При этом уровень воды соответствует уровню тревоги (м) по приказу Премьер-министра Вьетнама 632/QĐ-ТТg от 20.05.2010 г.

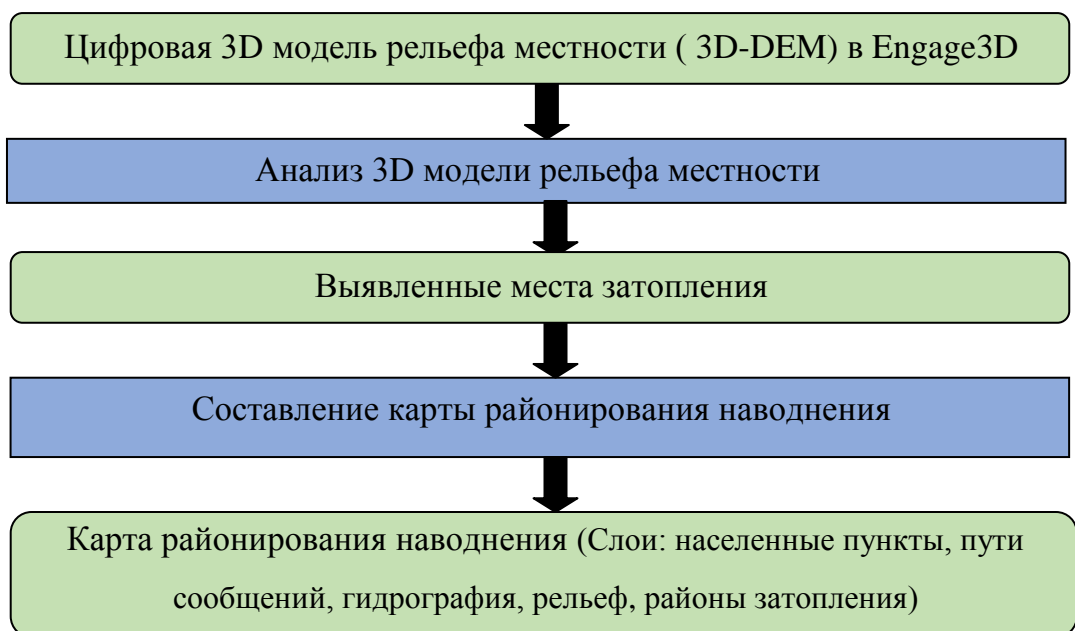


Рисунок 76 – Схема процесса составления карт районирования наводнения

При составлении карты наводнения, установленные (по опции Value) значения отметки уровня воды соответствуют уровню тревоги в таблице 9 [57].

Таблица 9 – Уровень воды в соответствии с уровнем тревоги

Река	Пункт наблюдения	Уровень воды соответствует уровню тревоги (м)		
		I	II	III
Sài Gòn (Сайгон)	Phú An (Фу-ан)	1,3	1,4	1,5

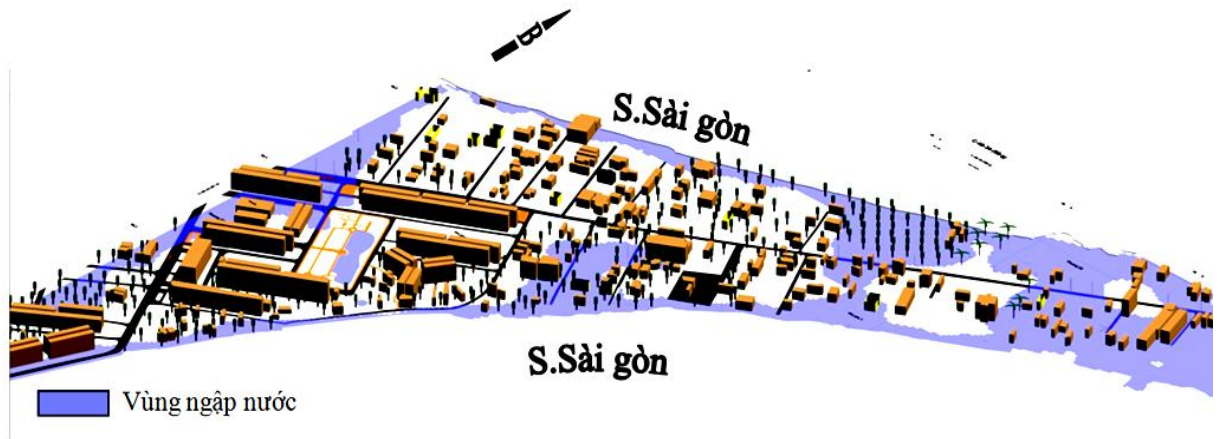
Городским комитетом по чрезвычайной ситуации дан прогноз уровня воды на 03 января 2014, соответствующий третьему уровню тревоги в таблице 9. Прогнозные значения уровня воды на заданные даты приведены в таблице 10 [57].

Фрагмент составленной прогнозной тематической 3D-карты районирования наводнения города Хошимин для разных условий уровня тревоги приведен на рисунке 77.

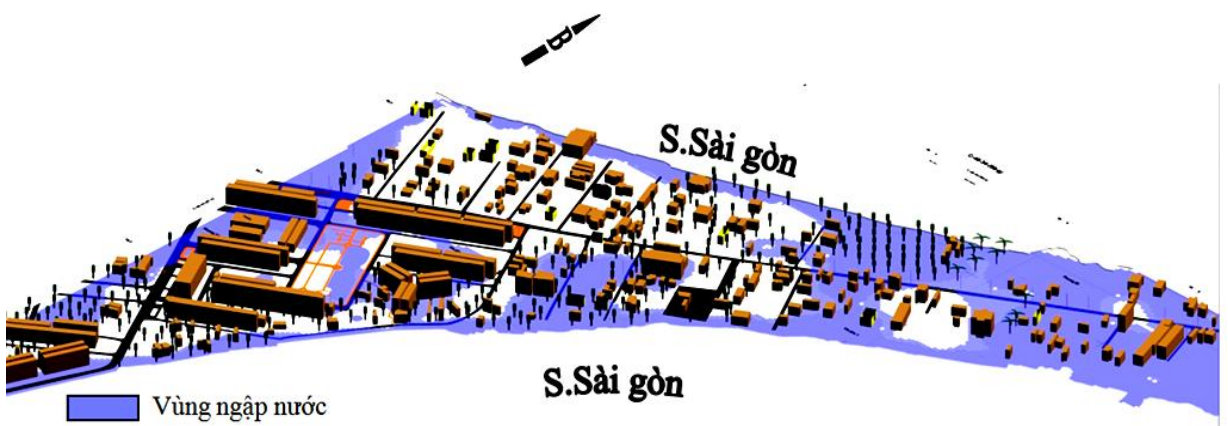
Таблица 10 – Прогноз уровня воды с 03 января 2014 до 05 января 2014

Пункт наблюдения	Дата	Уровень воды H_{max} (м)	Время	Уровень воды H_{max} (м)	Время
Phú An (Фу-ан)	03.01	1,62	4:00	1,52	18:30
	04.01	1,61	4:30	1,50	19:00
	05.01	1,53	5:30	1,45	20:00

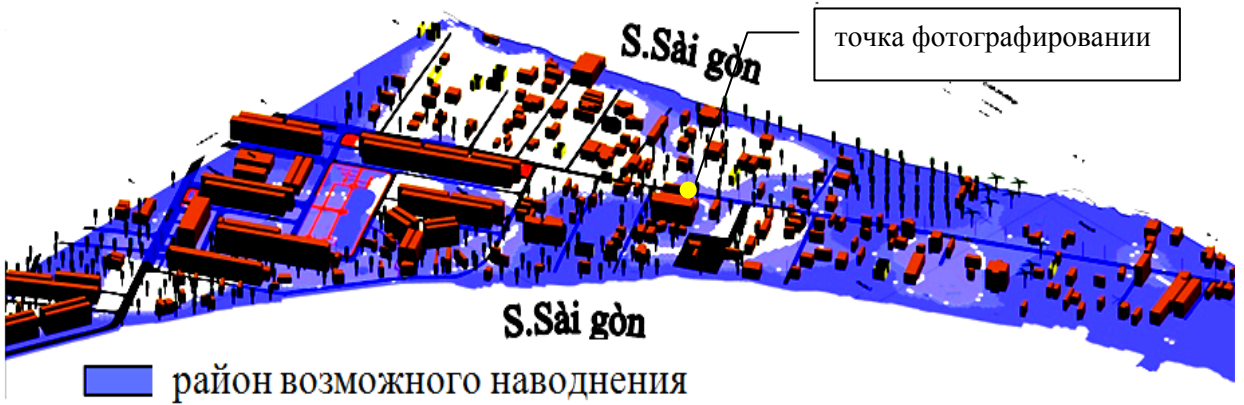
На рисунке 78 даны фотографии, которые были сделаны на местности 03 января 2014 г. и доказывают совпадения с местами наводнения на составленной прогнозной карте.



a)



b)



в)

Рисунок 77 – Прогнозная карта наводнения города Хошимин
 а) первого уровня тревоги; б) второго уровня тревоги; в) третьего уровня тревоги



Рисунок 78 – Фотографии города Хошимин 03 января 2014 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований в диссертации были решены поставленные задачи и достигнута основная цель работы – исследованы сущность и основные характеристики цифрового картографирования местности как основы для составления трехмерных карт, исследованы функциональные возможности ГИС–технологий для целей составления 3D–карт, разработана базовая методика и технологическая схема выполнения трехмерного картографирования местности для условий Вьетнама, основанная на картографическом методе перехода от 2D–карты к 3D–карте и ГИС–технологиях.

Основные научные и практические результаты, полученные в диссертации, заключаются в следующем:

– выполнен анализ состояния, достижений, трудностей и проблем цифрового крупномасштабного картографирования во Вьетнаме, на основании которого определено содержание исследований и разработок в направлении перехода к 3D–картам;

– выполнена классификация пространственных объектов для трехмерного картографического отображения и на этой основе разработана система условных знаков 3D–карт;

– исследованы особенности и разработаны технические решения по форме, структуре и использованию цвета в условных знаках трехмерных карт с учетом национальных особенностей Вьетнама;

– разработан алгоритм и составлена программа преобразования данных двумерной цифровой карты в трехмерную модель высот поверхности Земли;

– разработаны научно–методические основы, способ и базовая методика составления трехмерных карт по цифровым моделям местности и на основе ГИС–технологий;

– разработана технология трехмерного картографирования местности картографическим методом перехода от 2D–карты к 3D–карте на примере

применения ГИС Mapinfo и пакета Engage3D Professional;

– осуществлена апробация разработанной методики и технологии на примере составления прогнозной тематической 3D–карты районирования возможного наводнения города Хошимин.

Таким образом, разработанные научно–методические основы, базовая методика и технология формирования трехмерных картографических изображений путем преобразования информации об объектах из 2D–карты в формате Mapinfo в 3D–карту с помощью пакета Engage3D позволяют существенно ускорить процесс трехмерного картографирования. Применение этой технологии позволяет создавать 3D–карты гораздо быстрее и дешевле, чем на основе материалов топографических съемок, что очень актуально для Вьетнама, территория которого почти вся покрыта двухмерными, в том числе цифровыми, картами. Дальнейшая перспектива развития предложенных в диссертации научно–методических основ, базовой методики и технологии связана с переходом на реалистическое отображение объектов на трехмерных картах.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ГИС – геоинформационные системы;

ИТ – информационная технология;

2D–карта – двухмерная карта;

3D–карта – трехмерная карта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Берлянт, А. М. Геоинформационное картографирование [Текст]: учебник / А. М. Берлянт. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 1997. – 64 с.
- 2 Берлянт, А. М. Картография. Толкование основных терминов [Текст] / А. М. Берлянт. – М.: ГИС–Ассоциация, 1998. – С. 91–104.
- 3 Берлянт, А. М. Картография [Текст]: учебник для вузов / А. М. Берлянт. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
- 4 Бугаков, П. Ю. Принципы картографического отображения трехмерных моделей местности [Текст] / П. Ю. Бугаков // Интерэкспо ГЕО–Сибирь–2012: VIII Междунар. науч. конгр.; Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 3 т., 10 – 20 апр. 2012 г. – Новосибирск: СГГА, 2012. – Т. 3. – С.156–161
- 5 Востокова, А. А. Оформление карт. Компьютерный дизайн [Текст] : учебник / А. А. Востокова [и др]; под ред. А. В. Востоковой. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 288 с.
- 6 Закревский, К. Е. Оценка качества 3D моделей [Текст]: учебное пособие / К. Е. Закревский, Д. М. Май сюк, В.Р. Сыртланов. – М.: Маска, 2008. – 272 с.
- 7 Иванников, В. П. Геоинформатика [Текст] : учебник / В. П. Иванников. – М.: МАКС Пресс, 2001. – 349 с.
- 8 Изучение 3D Studio MAX для создания трехмерных моделей местности по данным MapInfo [Текст] / Д. В. Лисицкий, Е. В. Комиссарова, А. А. Колесников, П. Ю. Бугаков // Актуальные вопросы модернизации высшего образования: сб. материалов региональ. научно–метод. конф., 11–12 февр. 2010 г.– Новосибирск: СГГА, 2010 – С.71–73
- 9 Капралов, Е. Г. Геоинформатика [Текст] : учебник / Е. Г. Капралов.; под ред. В. С. Тикунова. – М.: Академия, 2005. – 408 с.
- 10 Лисицкий, Д. В. Геоинформатика [Текст] : учеб. пособие / Д. В. Лисицкий. – Новосибирск: СГГА, 2012. – 115 с.

11 Лисицкий, Д. В. Геоинформационный анализ возможных затоплений территории города Хошимин [Текст] / Д. В. Лисицкий, Нгуен Ань Тай // Интерэкспо ГЕО–Сибирь–2014: X Междунар. науч. конгр.; Междунар. науч. конф. «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху «Больших данных»: сб. материалов, 16–18 апр. 2014 г., – Новосибирск: СГГА, 2012. – С.12–18.

12 Лисицкий, Д. В. Изменение роли картографических изображений в процессе формирования единого электронного геопространства / Д. В. Лисицкий, С. Ю. Кацко // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 156–161.

13 Лисицкий, Д. В. Использование возможностей применения современных редакторов трехмерной графики и анимации в картографии [Текст] / Д. В. Лисицкий, П. Ю. Бугаков // ГЕО–Сибирь–2009: V Междунар. науч. конгр.; Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов, 20 – 24 апр. 2009 г.– Новосибирск: СГГА, 2009. – Т. 1, Ч. 1.– С.127–131

14 Лисицкий, Д. В. Картографическая визуализация трехмерных моделей местности: [Текст] / Д. В. Лисицкий, П. Ю. Бугаков // Вестник СГГА. – 2011 – Вып. 3 (16). – С. 87–93.

15 Лисицкий, Д. В. Картографическое отображение трехмерных моделей местности / Д. В. Лисицкий, В. С. Хорошилов, П. Ю. Бугаков // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1 – С. 98–102.

16 Лисицкий, Д. В. Классификация и обоснование условных знаков крыш для трехмерных карт Вьетнама на основе признаков "Фэн–Шуй" и "У–Син" [Текст] / Д. В. Лисицкий, Нгуен Ань Тай // Вестник СГГА – 2013. – Вып. 3 (23).– С. 147–153.

17 Лисицкий, Д. В. Методические основы цифрового трехмерного картографирования [Текст] / Д. В. Лисицкий, П. Ю. Бугаков // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 6 . – С. 37–42.

18 Лисицкий, Д. В. Особенности генерализации перспективных карт [Текст] / Д. В. Лисицкий, П. Ю. Бугаков // Интерэкспо ГЕО–Сибирь–2014: X Междунар. науч. конгр.; Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т., 8–18 апр. 2014 г., – Новосибирск : СГГА, 2014.– Т. 2. – С. 57–64.

19 Лисицкий, Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной реальности [Текст] / Д. В. Лисицкий // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.

20 Лисицкий, Д. В. Пространственная локализация и правила цифрового описания объектов в трехмерном картографировании [Текст] / Д. В. Лисицкий, Нгуен Ань Тай // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 190–195.

21 Лисицкий, Д. В. Формирование трехмерных картографических изображений зданий [Текст] / Д. В. Лисицкий, Нгуен Ань Тай // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015.– № 3 – С. 35–39.

22 Литинский, П. Ю. Трехмерное моделирование структуры и динамики таежных ландшафтов [Текст] : учеб. пособие / П. Ю. Литинский. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 107 с.

23 Нгуен, Ань Тай. Методы составления цифровых карт окружающей среды во Вьетнаме [Текст] / Нгуен Ань Тай // Интерэкспо ГЕО–Сибирь–2013: IX Междунар. науч. конгр.; Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сборник материалов в 3 т., 15–26 апр. 2013 г. – Новосибирск: СГГА, 2013.–Т. 2.– С. 193–198.

24 Нгуен, Ань Тай. Содержание и оформление цифровых карт во Вьетнаме [Текст] / Нгуен Ань Тай // Интерэкспо ГЕО–Сибирь–2013: IX Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сборник материалов в 3 т., 15–26 апр. 2013 г.– Новосибирск: СГГА, 2013.–Т. 2.– С. 199–202.

25 Нгуен, Ань Тай. Стандартизация географических названий для составления карт во Вьетнаме [Текст] / Нгуен Ань Тай // Интерэкспо ГЕО–Сибирь–2015: XI Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т., 13–25 апр. 2015 г.– Новосибирск: СГУГиТ, 2015. –Т. 2.– С. 41–45.

26 Панорама – Геоинформационные Технологии: Создание и обновление цифровых топографических карт и планов. Описание технологии [Текст]. – М.: Панорама, 1991–2012.– 115 с.

27 У–син [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3-%D1%81%D0%B8%D0%BD>. – Загл. с экрана.

28 Фарутин, И. Н. Новые возможности геопортальных технологий: картографические 3D–сервисы [Текст] / И. Н. Фарутин // Земля из космоса. – 2011. – № 11.– С. 5–6.

29 Цветков, В. Я. Основы работы с MapInfo [Текст]: метод. указания / В. Я. Цветков.– М.: Центр Информатизации, 1998. – 59с.

30 3d–gis–mot–cai–nhin–tong–quan [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://ashui.com/mag/congnghc/ungdung/513–3d–gis–mot–cai–nhin–tong–quan.html>.

31 Ban do TRHCM [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://www.diadiem.com>– Загл. с экрана.

32 Burrough, P.A. Principle of Geographycal Information System [Техт] / P. A. Burrough, Oxford. –1987.

33 Cap–nhat–kich–ban–bien–doi–khi–hau [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://baodientu.chinhphu.vn/Home/Cap–nhat–kich–ban–bien–doi–khi–hau/20134/166674.vgp>

34 Cartographic 3D une cote toujours plus elevec et techerchee IGN mag [Electronic resource], 2007. – № 42. – с 7–14 . – Режим доступа: http://www.ign.fr/publications–de–l–ign/Institut/Publications/IGN_Magazine/42/IGNmag42.pdf

35 Coors, V. 3D GIS in Networking environments [Текст] / Coors– CEUS 2002, (to be published), 17 p.

36 Chen, Yong–kang, Hu Yue–ming. Технология построения земной поверхности с разными разрешениями на трехмерной визуализации географической особенности в ГИС [Текст] / Chen, Yong–kang, Hu Yue–ming// Nuaman nongye daxue xuebao, Ziran kexue ban = J.S. China Agr. Univ Natur. Sci. Ed. 2006, 27, № 4, С. 102–105.

37 ENGAGE3D 2012 – INCLUDES ENGAGE3D PRO – USER GUIDE– © / PITNEY BOWES SOFTWARE PTY LTD, 2012.

38 Groger, Gerhard. Transaction rules for updating surface in 3D GIS [Electronic resource] / Groger Gerhard, Plumer Lutz, // ISPRS J photogramm. and Remote Sens. 2012, 69, с 134–145

39 GIS 2012 [Electronic resource].– Режим доступа: <http://profile.envim.net/Upload/1V5583SONZRGNZL0ET5V.pdf>

40 Hà, Nhat Binh. Thành lập bản đồ 3D tỷ lệ lớn trên cơ sở kết hợp công nghệ Viễn thám, Hệ thống tin Địa lý và Bản đồ số: Дипломная работа мастера– На noi: 2011

41 hien–trang–ung–dung–gis–tai–tp–hcm [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://123doc.vn/document/137217–hien–trang–ung–dung–gis–tai–tp–hcm.htm>– Загл. с экрана

42 Hồ, Đình Duẩn, Cơ sở toán học của GIS. 3D và các ứng dụng [Текст] / Hồ Đình Duẩn, Lê Trung Chon, Đặng Quốc Trung – TP. Hồ Chí Minh: Hội trắc địa Bản đồ 2008

43 Jenny, H. Interactive design of 3D maps with progressive projection./ Jenny, H Jenny, B. and Hurni, L. // The Cartographic Journal 2010 47–3, p. 211–221.

44 kakie–ulicy–svobodnogo–popadut–pod [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://www.gzt–sv.ru/2013/08/17/kakie–ulicy–svobodnogo–popadut–pod.html>

45 Lap 3D GIS quan ly do thi [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://www.baobinhdinhh.com.vn/kinhte–phattrien/2012/1/121770/>

46 L'apport de la donnée topographique pour la modélisation 3D fine et classifiée d'un territoire/ Andres Ludovic. XYZ: rev Assoc. fr.topogr. 2012.34,№ 133, с 24–30.

47 Lisitsky, D.V Geoinformation in Crises Management. / Lisitsky, D.V , Katsko S.Yu., Kolesnikov A.A., Bugakov P.Yu.// International Workshop on “EARLY WARNING AND CRISES/DISASTER AND EMERGENCY MANAGEMENT” 28–29 April 2010 Novosibirsk, Russian Federation, SSGA. P. 33–37

48 mot–cach–tiép–can–khac–cho–phat–trien [Electronic resource]. – Режим доступа: http://climatechangeGIS.blogspot.ru/2012/02/mot–cach–tiép–can–khac–cho–phat–trien_3524.html– Загл. с экрана.

49 Nguyen, Anh Tai. Capability GIS analysis in mapping of warning flood in ho chi minh city [Text] / Nguyen Anh Tai // GIS Conference–2014, 26 November 2014, Can Tho, Viet Nam. . 706–712pp.

50 Nguyen Le Tan Dat [Electronic resource].– Режим доступа: http://gis.hcmuaf.edu.vn/data/file/KhoaLuanTotNghiep_DH10GI/DH10GE_Nguyen_Le_Tan_Dat.pdf

51 Nguyễn Bích Ngọc . Ứng dụng GIS trong xây dựng mô hình 3D phục vụ cho quy hoạch không gian đô thị quận Hải châu, thành phố Đà Nẵng: Дипломная работа мастера– Hà noi: 2011

52 Nguyễn, Đức Thiềm. Cấu tạo kiến trúc nhà dân dụng. GT dành cho sinh viên kiến trúc và xây dựng [Text] / Nguyễn Đức Thiềm, Nguyễn Mạnh Thu, Trần Bút Hà nội–NXB KHKT– 2007

53 Nguyễn, Thế Thận. Trắc địa và bản đồ kỹ thuật số trong xây dựng: учебник [Text] / Nguyễn Thế Thận, Nguyễn Thạc Dũng – Hà nội: Nhà xuất bản Giáo dục, – 1999.

54 Nguyễn, Văn Lộc. GIS 3D City giải pháp mới cho quản lý hạ tầng đô thị [Text] / Nguyễn Văn Lộc và cộng sự // Hanoi: Công ty TNHH Kỹ thuật Môi trường Việt An – 2012

55 Nguyễn, Văn Tuấn, Ứng dụng GIS trong quản lý quy hoạch xây dựng: Дипломная работа мастера– Hà noi: 2011

56 Nguyễn, Vũ Tuấn Anh. Mái nhà trong phong thủy [Electronic resource] / Nguyễn Vũ Tuấn Anh // Trung tâm Nghiên cứu Lý học Đông Phương – 2009 Режим доступа: <http://www.thanhvien.com.vn/news/pages/200938/20090920104005.aspx> – Загл. с экрана.

57 nhieu-tuyen-pho-khu-vuc-tpHCM-ngapsau [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://hcm.24h.com.vn/tin-tuc-trong-ngay/nhieu-tuyen-pho-khu-vuc-tpHCM-ngapsau-c46a600487.html>– информация к таблицам

58 Phương án KTKT thành lập bản đồ 3D / Cục Bản đồ-Hà noi: NXB BTTM– 2008

59 QCVN 37: 2011/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chuẩn hoá địa danh phục vụ công tác thành lập Bản đồ – Hà noi : NXB Bản đồ–2011

60 Quy định kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10000, 1:25000 và 1:50000 bằng công nghệ ảnh số – Hà noi : NXB Bản đồ–2005

61 Quy định kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 2000 và 1: 5000 bằng công nghệ ảnh số– Hà noi: NXB Bản đồ 2005

62 Stoter, J.E. 3D Cadastres, state of the art: from 2D parcels to 3D registrations [Electronic resource] / Stoter J.E GIM International, the world magazine for Geomatics, February – 2002.

63 Svobodova, Jana. Kartograficke metody vizualizace DEM pro hodnocenf jcho kvality [Electronic resource] / Svobodova Jana. //Geod. a kartogr. obz. 2011 57, №10 с. 249

64 Tổng cục địa chính Ký hiệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000, 1:2.000 và 1:5.000 Hà noi: NXB Bản đồ – 1994

65 Tổng cục Địa chính–Quy định kỹ thuật số hoá bản đồ địa hình tỷ lệ: 1:10 000, 1:25000, 1:50000 VÀ 1:100000. Hà noi: NXB Bản đồ– 2000.

66 tu-ban-do-va-ung-dung-gis-thi-diem-tai-dia-ban-quan-hai-chau-den-gis-da-lop-thong-tin-va-3d-gis-cua-mot-da-nang-van-minh-hien-dai [Electronic resource].– Режим доступа: http://ictdanang.vn/index.php?option=com_content&view=article&id=7407:tu-ban-do-va-ung-dung-gis-thi-diem-tai-dia-

ban-quan-hai-chau-den-gis-da-lop-thong-tin-va-3d-gis-cua-mot-da-nang-van-minh-hien-dai-&catid=3:cntt-va-cuoc-song&Itemid=50

67 Thanh lap ban do 3D ung pho tran [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://vnexpress.net/gl/khoa-hoc/2010/12/3ba243c1/>– Загл. с экрана.

68 Thu nghiem 3D GIS: отчет о НИР / Nguyen Tho Sac – Hanoi: Bo tai Nguyen va Moi truong, 2008.–150с.

69 UBND KhanhHoa So Thongtin truyen thong. Du an ỨNG DỤNG (GIS) ĐỀ QUẢN LÝ CƠ SỞ HẠ TẦNG KINH TẾ – XÃ HỘI HÒA [Electronic resource].– Режим доступа: <http://ict-khanhhoa.vn/Resources/FSV130816%20-%20Proposal%20-%20GISKhanhHoa%20-%20GuiCacSo.doc>

70 Ung-dung-he-thong-thong-tin-dia-ly-GIS-Can-chay-nhanh-hon . [Electronic resource] – Режим доступа: <http://www.vusta.vn/vi/news/Trao-doi/Ung-dung-he-thong-thong-tin-dia-ly-GIS-Can-chay-nhanh-hon-49159.html>– Загл. с экрана.

71 USGS (2005), Geographic Information System, U. S. Geological Survey. 509. National Center, Reston, VA 20192, USA.

72 ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM – VẤN ĐỀ ĐẶT RA CHO NGÀNH THỦY SẢN. [Electronic resource].– Режим доступа: http://www.rimf.org.vn/bantin/news.asp?cat_id=25&news_id=3167– Загл. с экрана.

73 Viet Nam– Lịch sử ngành Trắc địa bản đồ. Ha noi: NXB Bản đồ– 2000

74 Viet nam ung dung rong rai he thong thong tin dia ly [Electronic resource] – Режим доступа: <http://www.pops.org.vn/UserPages/News/detail/tabid/138/newsid/188/language/vi-VN/Default.aspx>– Загл. с экрана.

75 Vu, Dang Cuong. Ứng dụng GIS trong xây dựng CSDL GIS 3D căn cứ hải quân (Thử nghiệm cho căn cứ Phú Lâm – Hoàng Sa): Дипломная работа мастера– Ha noi: 2011

76 Zlatanova, S. 3D GIS: current status and perspectives [Electronic resource] / S. Zlatanova, A.A. Rahman and M.Pilouk, // in Proceedings of the Joint Conference on Geo-spatial theory, Processing and Applications, 8–12 July, Ottawa, Canada, 6p.

77 Zlatanova, Siyka. Advances in 3D GIS [Electronic resource] / Siyka Zlatanova // Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.106.4961&rep=rep1&type=pdf>

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

БИБЛИОТЕКА ТОЧЕЧНЫХ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ В ENGAGE3D
PROFESSIONAL

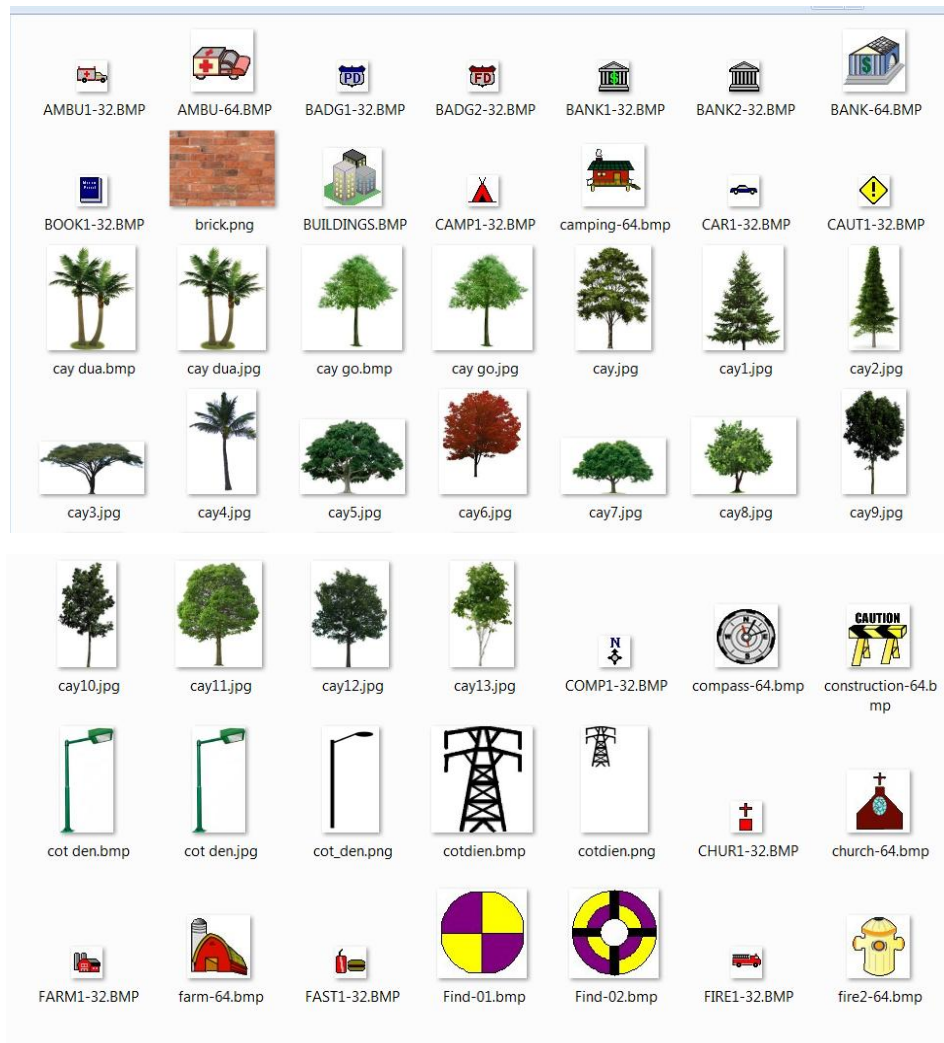


Рисунок А.1– Условные знаки разных объектов на местности

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ
ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ВО ВЬЕТНАМЕ

Б.1 Общие требования стандартизации.

Зарубежные географические названия – это географические названия объектов вне территории Вьетнама. Местные названия – названия или их звучания на государственном языке страны, где расположен данный объект [25].

Стандартизация географических названий – процесс проверки, нахождения точного положения, правил передачи фонетической, семантической и письменной форме названий по вьетнамски. При этом в качестве координат географических названий принимаются координаты самих географических объектов.

Существует несколько форм передачи на картах иноязычных названий:

– местная официальная форма – написание наименования на государственном языке страны, где расположен данный объект; сохраняет подлинное официальное написание географического объекта;

– фонетическая форма воспроизводит звучание (произношение) наименования, передаваемое буквами алфавита вьетнамского языка;

– транслитерация – побуквенный переход от зарубежного алфавита к вьетнамскому без учета действительного произношения наименования;

– традиционная форма – написание иностранного географического названия в форме, отличающейся от оригинала, но давно укоренившейся в разговорном и литературном вьетнамском языке (например, на вьетнамских картах).

При стандартизации географических названий должна сохраняться этническая, систематическая, популярная, наследованная, международная

интегративная характеристика, по правилам географических названий, по требованиям надписей географических названий на карте, по ориентированиям UNGEGN (United Nations Group of Experts on Geographic Names – Группа экспертов Организации Объединенных Наций по географическим названиям). При передаче зарубежных названий необходимо уважать убеждения и религиозные чувства данной нации.

Каждый географический объект должен иметь единственный код в базе данных зарубежных названий:

– код континента: Азия – 1; Европа – 2; Австралия и Океания – 3; Африка – 4; Америка – 5, Антарктида – 6;

– код страны: 2 английских буквы по международному стандарту ISO 3166–1 [25, 59];

– код административного деления: по каждой стране индивидуально;

– код класса объектов: 1 вьетнамская буква;

– код вида объектов: 2 вьетнамских буквы;

– нумерация названий: 3 арабских цифры.

Б.2 Передача русских названий к вьетнамским названиям

В списке географических названий по решению 2007 года министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды имеются 397 русских названий населенных пунктов, 84 русских названия гидрографической сети, 40 русских названий рельефа.

Правила передачи русских названий к вьетнамским, введенные Вьетнамской стандартизацией географического названия для составления карт в 2011 г. приведены в таблице Б.1 (символами Ру обозначены согласные буквы).

Таблица Б.1 – Правила передачи русских названий к вьетнамским

Русские		Латинские буквы	Вьетнамские буквы	Например	
Буквы	Место в наименова- нии			Русские наименования	Вьетнамские наименования
А		a	A	Алтай	Antai
Б	б–	b	p	Болородицк	Bôlôrôđixơ
	–б–			Абхазский хребет	Dãy núi Apkhadia
В	в–	v	p	Волга	Vônga
	–в–			Ивня	Iphia
Г	г–	g	gơ	Гагино	Gaghinô
	–г–			Альтенбург	Antenburgơ
Д	д–	d	t	Дон	Đôn
	–д–			Волгоград	Vôngagrát
Е	е–	je	e	Екимовичи	Ekimôvitri
	–е–			Клетня	Kletnhia
Ё	ё	jo	lô	Оленёк	Ôlenhiôc
Ж	ж–	z	gơ	Жохова	Giôkhôva
	–ж–			Фатеж	Phachesơ
	ж + Ру			Рождествено	Rôgiôđextovenô
З	з–	z	dơ	Заветы Ильича	Davetu Iitra
	–з–			Издешково	Idođescôvô
И	и	i	i	Сибирь	Xibiri
Й	–й–	j	ây	Шальский	Sanxki
	–й–			Кирейково	Kirâyucôvô
К	к + и, е, ё	k	c	Кета	Keta
	к + у, о, а			Скопин	Xcôpin
				Курск	Curoxơ
	–к–			Омельник	Ômennhich
	– Ру + к			Курск	Curoxơ

Продолжение таблицы Б.1

Русские		Латинские буквы	Вьетнамские буквы	Например	
Буквы	Место в наименовании			Русские наименования	Вьетнамские наименования
Л	л–	l	l	Леваши	Levasi
	–л		n	Холмы	Khônmu
	–л			Андреаполь	Andréarôn
М	м	m	m	Молома	Môlôma
	м+ 2 Ру		mơ	Мндоянц	Mônđôianxơ
				Мстислав	Moxtixlap
Н	н	n	n	Нева	Nêva
О	о		ô	Волга	Vônga
П	п+ 2 Ру	p	p	Пермь, Апия	Perơmi, Apiа
			pơ	Псков	Poxcơp
Р	р–	r	r	Ростов	Rôxtôp
			rơ	Днепр	Đonhepơ
С	с–	s	x	Саратов	Xaratôp
	–с		xơ	Богомолес	Bôgômôlexơ
	с+ 2 Ру			Скрамтаев	Xơcramtaep
Т	т–	t	t	Тагил	Taghin
	т+ 2 Ру			Трёмина	Tơriômina
			tơ	Тхаб	Tokhap
У	у	u	u	Унеча	Unhetra
Ф	ф–	f	ph	Фокино	Phôkinô
	–ф		p	Ефремов	Epremoп
Х	х–	h	kh	Хабаровск	Khabarôpxơ
	–х		khơ	Бахта	Bakhota
Ц	ц–	c	x	Цуриб	Xurip
	–ц		xơ	Княнц	Cnuianxơ
Ч	ч–		tr	Челябинск	Treliabinxơ
	ч+ 2 Ру		s	Чмшкян	Smoskian
	–ч		trơ	Бонч	Bôntrơ

Продолжение таблицы Б.1

Русские		Латинские буквы	Вьетнамские буквы	Например	
Буквы	Место в наименовании			Русские наименования	Вьетнамские наименования
У	у	u	u	Унеча	Unhetra
Ф	ф–	f	ph	Фокино	Phôkinô
	–ф		p	Ефремов	Epremọp
Х	х–	h	kh	Хабаровск	Khabarôpxọ
	–х		khø	Бахта	Bakhota
Ц	ц–	c	x	Цуриб	Xurip
	–ц		xø	Княнц	Cnuianxø
Ч	ч–		tr	Челябинск	Treliabinxø
	ч + 2 Ру		s	Чмшкян	Smoskian
	–ч		trọ	Бонч	Bôntrø
Ш	ш–; ш + Ру	s	s	Шамары	Samaru
	–ш		sọ	Ёапаш	Capasọ
Щ		s, c	s	Щелково	Sencôvô
Ы		y	u	Сылва	Xunva
Э		e	e	Эрзин	Erodin
			e	Эльток	Entôc
Ю		ju	iu	Юдома	Iudôma
Я		ja	ia	Явас	Iavaxọ
Ь	– Ру + Ъ	i	i	Обь, Сибирь	Ôbi, Xibiri

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

РАЗНЫЕ ВИДЫ ДЕРЕВЬЕВ – ОБЪЕКТОВ
КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ВО ВЬЕТНАМЕ

Рисунок В.1– Казуарины



Рисунок В.2 – Эвкалипт



Рисунок В.3 – Сосна



Рисунок В.4 – Ель



Рисунок В.5 – Манго дерево



Рисунок В.6 – Китайская слива



Рисунок В.7 – Кокосовая пальма



Рисунок В.8 – Масличная пальма



Рисунок В.9 – Лонган



Рисунок В.10 – Грейпфрут дерево



Рисунок В.11 – Мелалеука



Рисунок В.12 – Дурриан

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ
ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ COORDINATGRID



Рисунок Г.1 – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ
CoordinatGrid

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



RU 2015611862

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

Номер регистрации (свидетельства): 2015611862	Автор: НГУЕН АНЬ ТАЙ (NGUYEN ANH TAI) (VN)
Дата регистрации: 09.02.2015	Правообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная геодезическая академия» (RU)
Номер и дата поступления заявки: 2014663026 11.12.2014	
Дата публикации: 20.03.2015	

Название программы для ЭВМ:
CoordinatGrid

Реферат:

Программа предназначена для совместной обработки двух массивов трёхмерных координат точек: в первом массиве имеются искомые координаты X_i , Y_i точек отметок высот (полученные из базы данных цифровой карты), а значения высот заданы условными произвольными значениями H_u ; во втором массиве, наоборот, координаты точек высот X_p , Y_p являются приближенными (соответствующими надписям отметок на карте), а значения высот H_i - искомыми. В результате обработки формируется массив искомых трёхмерных координат точек высот X_i , Y_i , H_i . Программа может убрать совпадающие точки или точки без отметок высот (H_u) в первом массиве и лишние отметки высот (H_i) во втором массиве. Программа применяется при преобразовании данных двухмерной цифровой карты в трёхмерную модель высот поверхности Земли или в других процессах обработки данных, связанных с массивами координат.

Тип реализующей ЭВМ:	IBM PC-совмест. ПК
Язык программирования:	Delphi
Вид и версия операционной системы:	Windows XP и выше
Объем программы для ЭВМ:	6 Кб

Рисунок Г.2 – Официальный бюллетень «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем»

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(рекомендуемое)

СРАВНЕНИЕ ОРИГИНАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТАЛЕЙ
С ГОРИЗОНТАЛЯМИ, СГЕНЕРИРОВАННЫМИ РАЗНЫМИ
СПОСОБАМИ

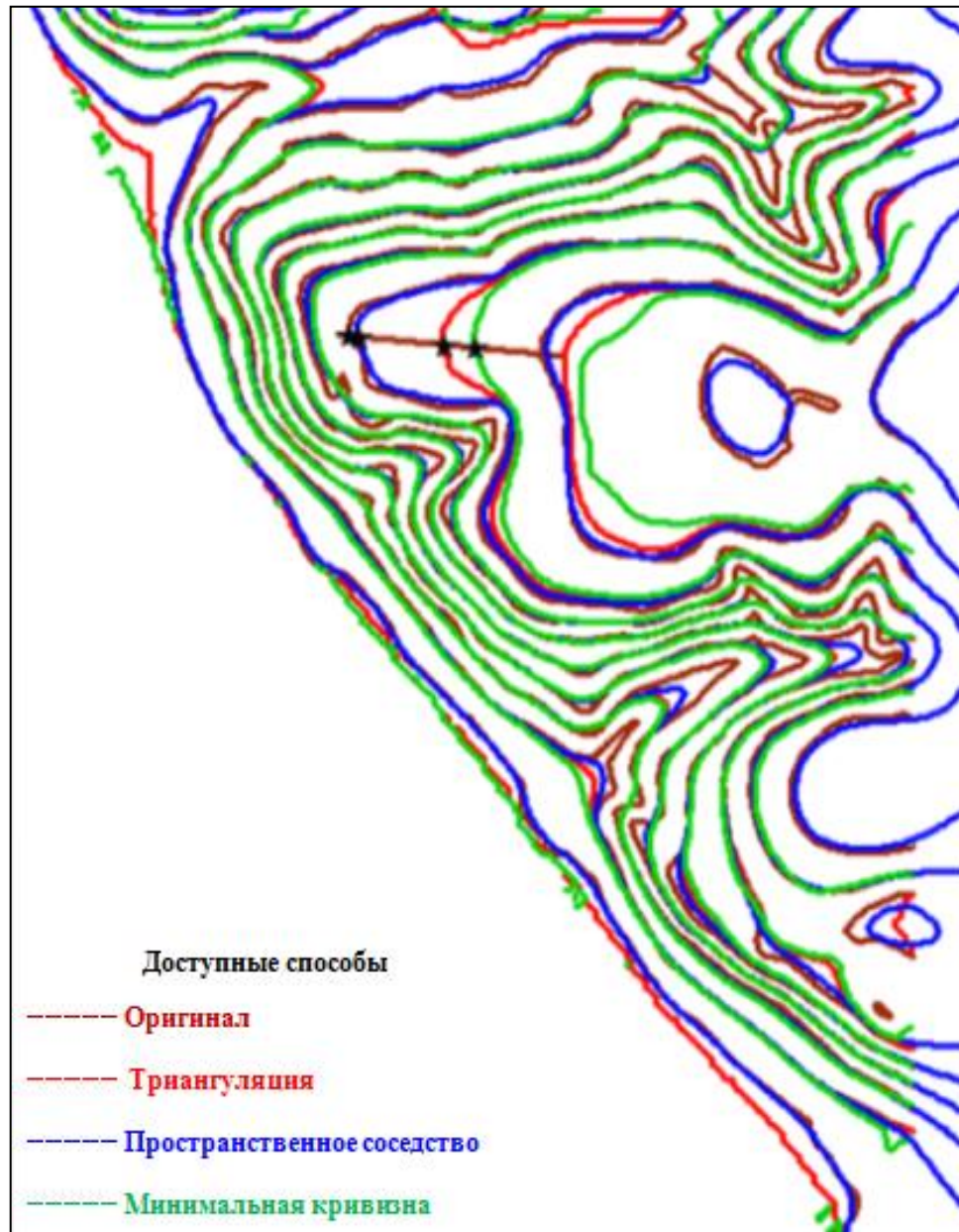
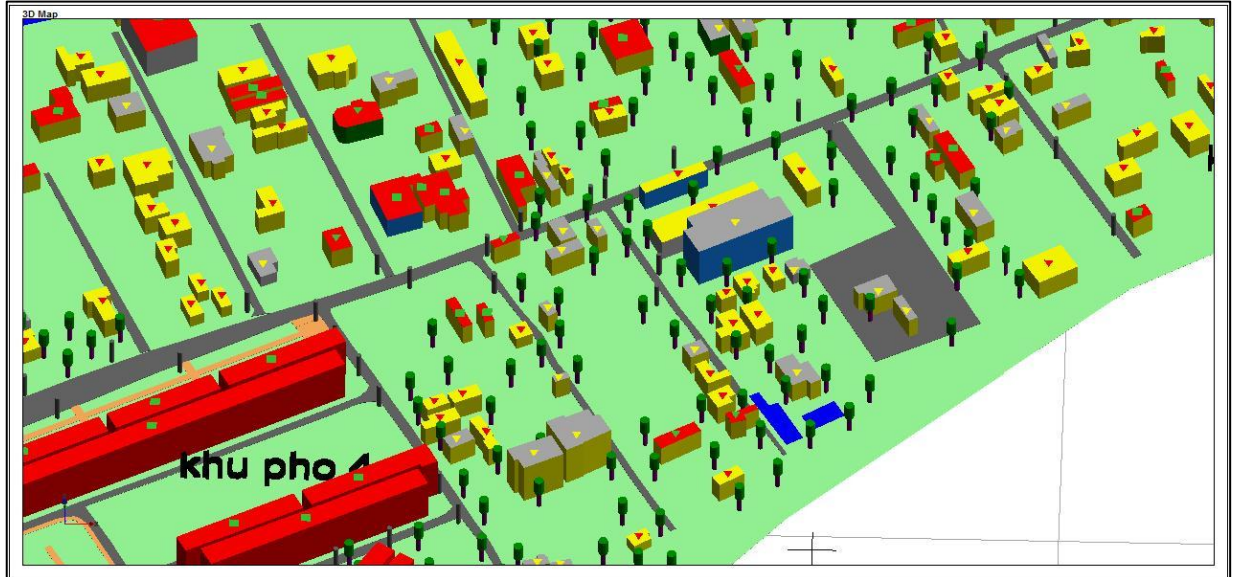


Рисунок Д.1 – Сравнение оригинальных горизонталей с горизонталями, сгенерированными разными способами

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(рекомендуемое)

ФРАГМЕНТ КАРТЫ И КОСМИЧЕСКОГО СНИМКА
КАРТОГРАФИРУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ



	Кирпичная стена		Остроконечная металлическая крыша
	Железобетонная стена		Остроконечная кирпичная крыша
	Стеклянная стена		Горизонтальная железобетонная крыша
	Столб ЛЭП		Дорога с покрытием асфальта и её надпись
	Дорога с покрытием цемента	Khu pho 4	Надпись района
	Озеро	C-48-34- (87-k)	Нумерация карты
	Дерево		Растительное покрытие (трава)

Рисунок Ж.1 – Фрагмент 3D-карты картографируемой территории

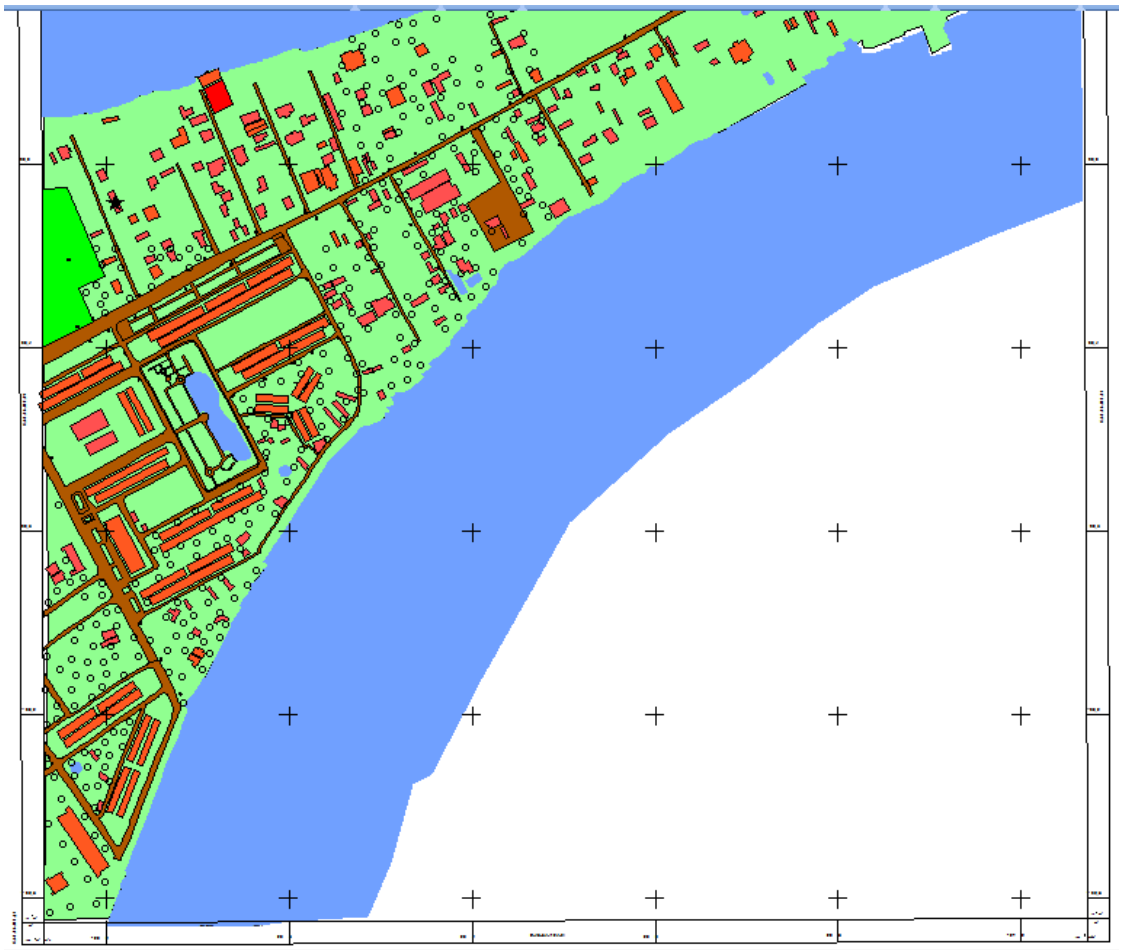


Рисунок Ж.2 – Фрагмент 2D-карты картографируемой территории

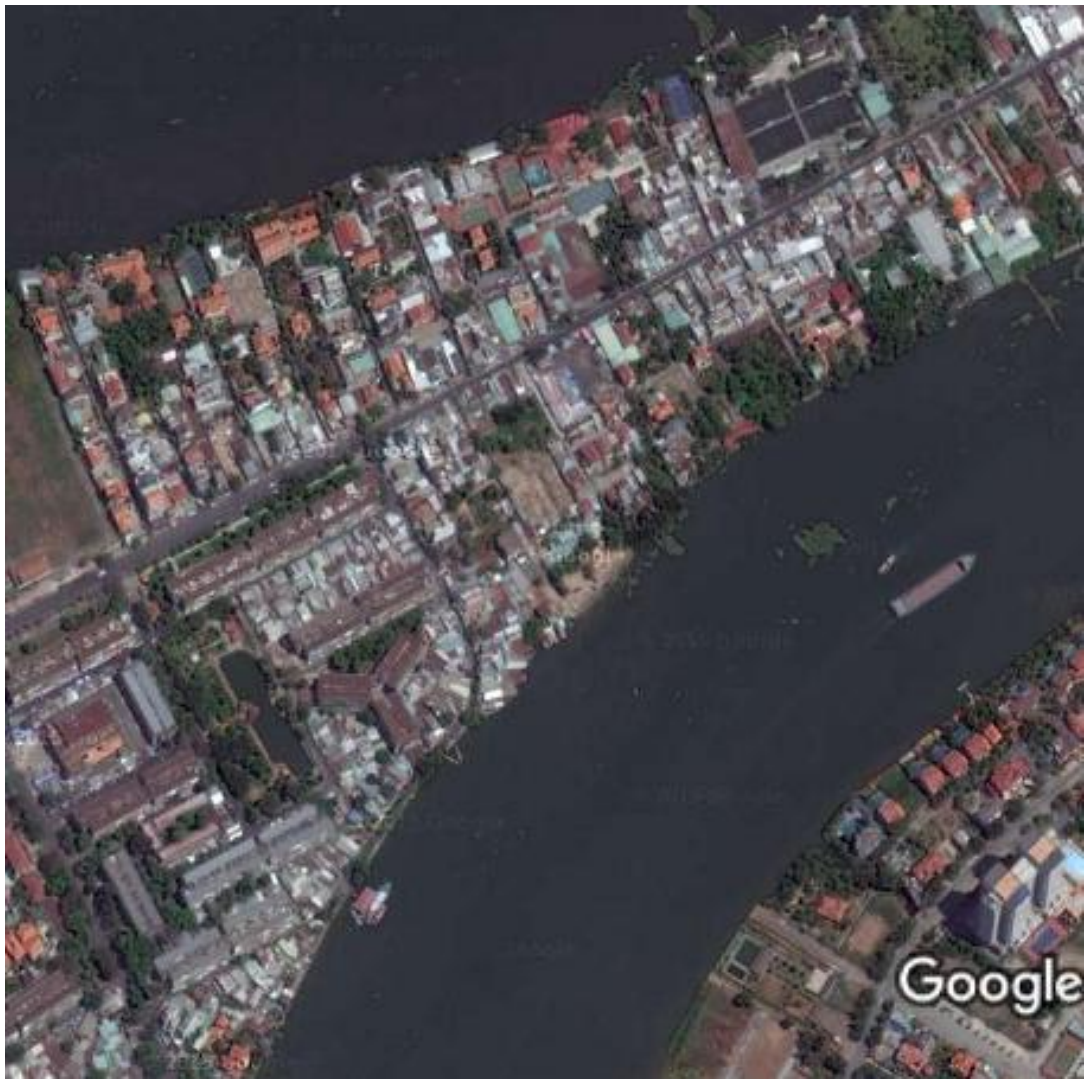


Рисунок Ж.3 – Фрагмент космического снимка картографируемой территории
(из Google Map)